

Historic, Archive Document

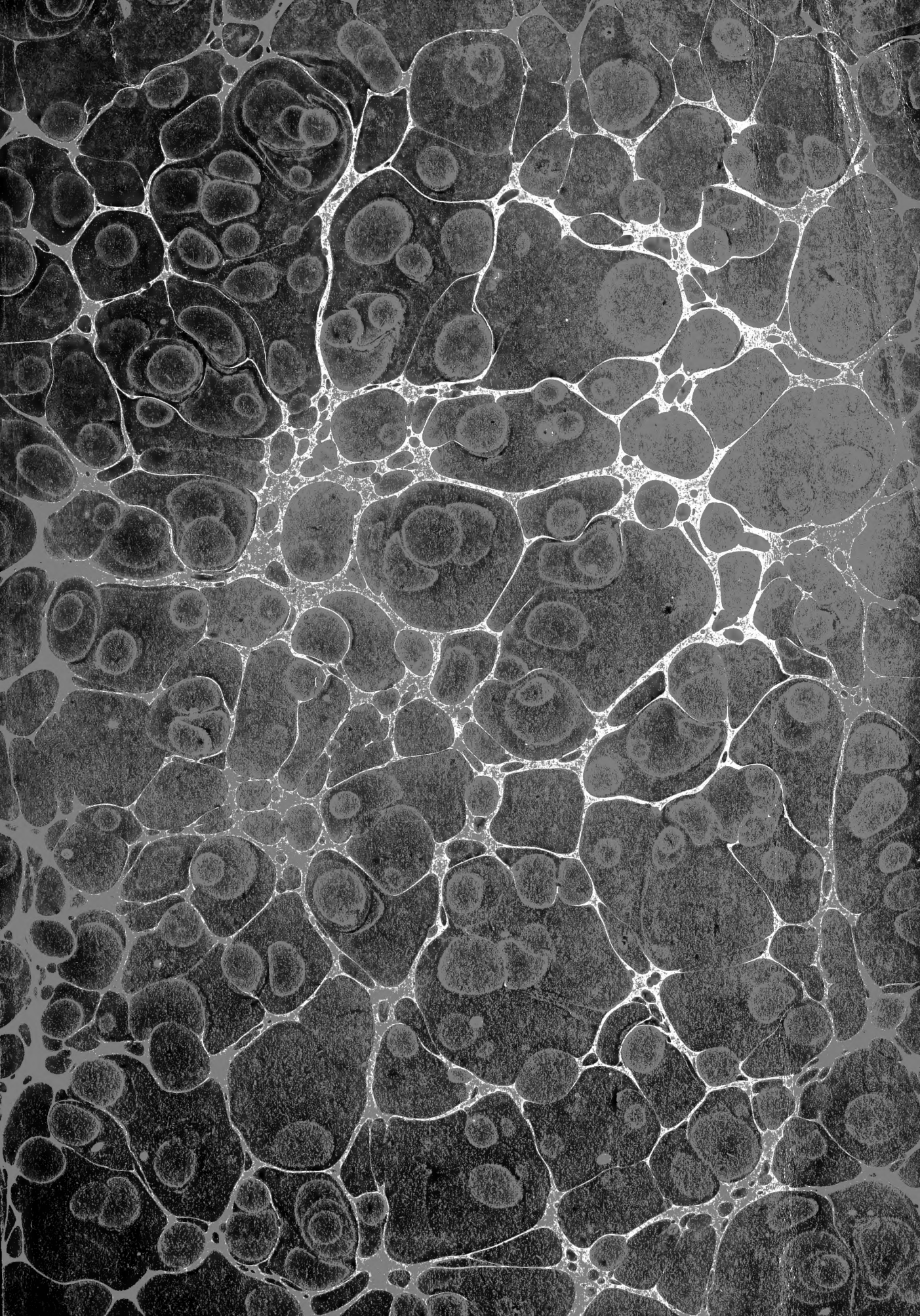
Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

LIBRARY
OF THE
UNITED STATES
DEPARTMENT OF AGRICULTURE

Class 474

Book N213 v.1.

8-1577



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte
der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Herausgegeben

von

Dr. Arnold Berliner und Dr. Curt Thesing

Erster Jahrgang 1913



USDA
LIB

BERLIN
Verlag von Julius Springer
1913

420
41

Originalaufsätze.

- Ahrens, W., Joseph Louis Lagrange. S. 345.
- Andrée, K., Sedimentpetrographie im Dienste der Paläogeographie. S. 187.
- Arnold, H., Aus der Automobiltechnik. 1. Ventilmotoren und Schiebermotoren. S. 670, 692.
- Aus der Automobiltechnik. 2. Die Vergaser. S. 999.
- Hans, Die Entwicklung unserer Naturerkenntnis. S. 835, 862.
- Asher, Leon, Innere Sekretion. S. 33.
- Auerbach, Felix, Die graphische Darstellung. S. 139, 159.
- Bachmann, Willy, Über das latente photographische Bild und seine Theorie. S. 1227.
- Baerwald, H., Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen. S. 355, 384.
- Bang, Ivar, Spezifische Nahrungsstoffe. S. 591.
- Bárány, Robert, Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogengangapparat des inneren Ohres. Bogengangapparat und Kleinhirn (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.) S. 396, 425.
- Barkhausen, H., Telephonie ohne Draht. S. 359.
- Baumann, Alex., Entwicklung der Flugtechnik. S. 1249.
- Baur, Emil, Über die Genesis der Kohlenhydrate. S. 474.
- Bencke, Albert, Die heutigen Methoden des „Dryfarming“ und ihr Anwendungsgebiet. S. 908.
- Berg, Alfred, Die Quellmoore bzw. Gehängemoore Norddeutschlands. S. 646.
- Berger, Hans, Über die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände. S. 849.
- Berndt, G., Die Ausbildung der Oberlehrer in den naturwissenschaftlichen Fächern in Argentinien. S. 263.
- du Bois-Reymond, R., Kalischers Dressurmethode zur physiologischen Erforschung der Sinnesempfindungen. S. 53.
- Künstliche Züchtung von Herzmuskelzellen. S. 1288.
- Borchardt, Bruno, Das Aronssche Chromoskop (Farbenweiser). S. 949.
- Born, Max, Zum Relativitätsprinzip: Entgegnung auf Herrn Gehrkes Artikel „Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände“. S. 92.
- Die Theorie der Wärmestrahlung und die Quantenhypothese. S. 499.
- Brahn, M., Das Eindringen der naturwissenschaftlichen Methoden in die Geisteswissenschaften. S. 66.
- Braun, Gustav, Der zehnte internationale Geographenkongreß. S. 545.
- Brodhun, E., Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 4. Optik. S. 321.
- Brodmann, K., Neuere Forschungsergebnisse der Großhirnrindenanatomie mit besonderer Berücksichtigung anthropologischer Fragen. S. 1120.
- Bruck, Carl, Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Tuberkulosebehandlung. S. 208.
- Die Cutireaktion bei Syphilis. S. 1051.
- Bürger, Otto, Ozonwasser. S. 817.
- Ein neues Verfahren zur Gewinnung von Cellulose aus Holz und Gespinnstfasern und zur Beseitigung der abfallenden Laugen. S. 1302.
- Canestrini, Silvio, Über den Gehörsinn des Neugeborenen. S. 969.
- Czapek, Friedrich, Die Farbstoffe des Chlorophyllkorns. S. 1105.
- Dechend, H. v., Die Kanalstrahlen und ihre Bedeutung für die Erforschung der Konstitution der Materie. S. 181.
- Dettmar, G., Bericht über die XXI. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. S. 979.
- Deutschland, A., Biologische Gesichtspunkte zum Autolyseproblem. S. 261.
- G., Die Durchmesser und Temperaturen der Fixsterne. S. 523.
- Diepgen, Paul, Über das Verhältnis der Geschichte der Medizin zur modernen Heilkunde und den Wert medizinhistorischer Forschung für diese. S. 1290.
- Ditmar, Rudolf, Die Wege zum künstlichen Kautschuk. S. 20.
- Die Entnikotinisierung von Tabak. S. 433.
- Doelter, C., Neuere Darstellungen künstlicher Edelsteine. S. 1107.
- Ebstein, Erich, Zur Ätiologie und Geographie des endemischen Kretinismus. S. 373.
- Eckardt, Wilh. R., Das Zugstraßenproblem der Wandervögel. S. 713.

- Edinger, Ludwig, Wege und Ziele der Hirnforschung. Die Interakademischen Hirnforschungsinstitute. S. 441.
- Eichhorn, Gustav, Über die Begutachtung der englischen Parlamentskommission betreffend die Systeme für drahtlose Telegraphie bei großen Entfernungen. S. 633.
- Über Stoßerregung elektrischer Schwingungen in der Radiotelegraphie und ihre Vorzüge. S. 95.
- Einstein, A., Max Planck als Forscher. S. 1077.
- Eißler, Franz, Die physiologische Lösung des Raumproblems. S. 595.
- Elbert, J., Das versunkene Festland Austrasiens zwischen Asien und Australien. S. 308.
- Endell, Kurd, Die Mineralogie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. S. 1272.
- Exner, F. M., Die Korrelationsmethode und ihre Verwendung in der Statistik. S. 206.
- Fajans, Kasimir, Die neueren Vorstellungen von der Struktur der Atome. S. 237.
- Feige, Ernst, Die wissenschaftliche Stellung und Aufgabe der Landwirtschaft. S. 429.
- Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichtes in Deutschland. S. 958.
- Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Ackerbautechnik. S. 1305.
- Fink, C. G., Verwendungsarten für duktiles Wolfram. S. 379.
- Fischer, Eugen, Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen. S. 1007.
- Fraas, E., Die neuesten Dinosaurierfunde in der schwäbischen Trias. S. 1097.
- Franz, V., Neuere Untersuchungen über das Sehorgan. S. 332, 757.
- Frech, F., Die Bagdadbahn und ihre Kulturbedeutung. S. 29.
- Die Täler des Taurus und die Linie der Bagdadbahn. S. 56.
- Die Kohlenvorräte Westfalens. S. 561.
- Freund, L., Neues über Sirenen. S. 258.
- Biologie und Phylogese. S. 444.
- Friedenthal, Hans, Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes. S. 906.
- Friederichsen, Max, Leo Frobenius' Forschungen zur Kulturgeographie des nördlichen West- und Innerafrika. S. 401.
- Fritze, G. A., Neue Gesichtspunkte für die Herstellung kinematographischer Aufnahmen in Fabriken. S. 1116.
- Fuchs, R. F., Die physiologische Funktion der Pigmentzellen. S. 903, 927.
- Gaede, W., Die Molekularluftpumpe. S. 11.
- Gehreke, E., Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände. S. 62.
- Geinitz, E., Die großen Schwankungen der norddeutschen Seen. S. 665.
- Germain, Louis, Der neunte internationale Zoologenkongreß. S. 521.
- Glatzel, Br., Elektrische Momentphotographie. S. 897.
- Göpel, F., Pendeluhrn einst und jetzt. S. 1133.
- Goerges, Hans, Chemie und Technik extrem hoher Temperaturen. S. 285.
- Grafe, Viktor, Die Gewinnung und Entfernung von Naturstoffen durch „Aufschließen“. S. 116.
- Das Inulin und die Möglichkeit seiner technischen Verwertung. S. 786.
- Gärungsprobleme. S. 1298.
- Gregor, Adalbert, Die hautelektrischen Erscheinungen. S. 931.
- Greil, A., Allgemeine Prinzipien der Entwicklung und Vererbung. S. 642, 662.
- Großmann, H., Das Problem internationaler Kongresse auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. S. 771.
- Günthart, Über die bei der Blütenbildung wirkenden mechanischen Faktoren. S. 1147, 1167.
- Guttenberg, A. v., Über Naturschutzbestrebungen in Österreich. S. 972.
- Gutzmer, A., Die Internationale Mathematische Unterrichtskommission und die Berichte über den mathematischen Unterricht in Deutschland. S. 23.
- Haber, F., Über Schlagwetteranzeige. S. 1049.
- Hauthal, R., Die Eiszeit und die kontinentale Wasserscheide in Patagonien. S. 1009.
- Heimann, Fritz, Die Serodiagnostik der Schwangerschaft. S. 283.
- Heinze, B., Die Steigerung des Bodenertrages durch den Schwefel. S. 111.
- Hennig, Edw., Über die notwendige Organisation des paläontologischen Sammelns. S. 721.
- Henning, Carl L., Die Brachiopoden des Kambriums von Nordamerika. S. 1202.
- Hensen, V., Die Wirkung der Sonnenstrahlung auf die Ozeane und deren Ausbeutung. S. 1189.
- Hering, H. E., Die Koeffizientenlehre (Pluralität der Ursachen). S. 165.
- Hertwig, Oscar, Naturwissenschaften und Biologie. S. 2.
- Zur Radium-Biologie. S. 873.
- Hess, C. v., Über die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe. S. 1005.
- Hilzheimer, M., Expedition nach Les Eyzies. S. 405.
- His, W., Arzt und Naturwissenschaften. S. 3.
- Holborn, L., Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 2. Wärme. S. 225.
- Hupka, E., Die Generatoren für ungedämpfte Schwingungen in der drahtlosen Telegraphie. S. 598.

- Jacobi, A., Mimikry und verwandte Erscheinungen. S. 681.
- Jaeger, W., Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 3. Elektrizität. S. 273.
- Jordan, H., Die Bedeutung der Speicheldrüsen für die Aufnahme und Verarbeitung der Nahrung bei den Tieren. S. 233.
- Jüptner, H. v., Flammenlose Gasfeuerung, ein neues Heizverfahren. S. 14.
- Kähler, K., die Elektrizitätsträger der atmosphärischen Luft. S. 334.
- Kafka, Gustav, Ein Beitrag zur Methodik mediumistischer Untersuchungen: Dr. A. Freiherrn von Schrenck-Notzings „Materialisationsphänomene“. S. 1258.
- Kammerer, Paul, Geschlechtsbestimmung oder Geschlechtsverteilung? S. 1025.
— Pansymbiose. S. 1222.
- Kapp, Reginald O., Einiges aus der Sektion für Ingenieurwissenschaft auf der Jahresversammlung der British Association in Birmingham. 1044.
- Kassowitz, Max, Biologische Probleme. S. 18, 136, 301, 421, 777.
- Klut, Hartwig, Der heutige Stand der Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung. S. 453.
— Abwässerreinigung. S. 831.
- Knoll, F., Über Honigbienen und Blumenfarben. S. 349.
- Köhler, Alban, Die ärztliche Röntgenuntersuchung des Magens und des Darmes. S. 953.
- Koetschau, Rudolf, Der Kautschuk vom kolloidchemischen Standpunkt. S. 203.
- Kohlbrugge, J. H. F., Herders Verhältnis zu modernen Naturanschauungen. S. 1110.
- Koppel, J., Anwendung der Mineralsynthese auf geologische Probleme: die Bildungsverhältnisse polymorpher Mineralmodifikationen. S. 40.
— Der gegenwärtige Stand der Temperaturmessungen und die Temperaturskala. S. 882.
- Korn, A., Zur Frage der internationalen Vereinheitlichung wichtiger Begriffe und Bezeichnungen in der Potentialtheorie und Elastizitätstheorie. S. 1084.
- Kremann, Robert, Die periodisch verlaufenden chemischen Reaktionen und ihre Analogie mit biologischen Vorgängen. S. 762, 784.
— Die Chemie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. S. 1179, 1229.
- Kronecker, H., Die Bedeutung des Kleinhirns. S. 657.
- Kronenberg, M., Zur Geschichte der Naturphilosophie. S. 888.
— Kausale und konditionale Weltanschauung. S. 1143.
- Kronfeld, Arthur, Freuds psychoanalytische Theorien. S. 369.
- Küttner, Hermann, Die freie Transplantation und ihre Bedeutung für die moderne Chirurgie. S. 513, 537.
— Die giftigen Tiere und ihre Bekämpfung. S. 729, 753.
- Lachmann, Richard, Der Bau alpiner Gebirge. S. 288.
— Zur Theorie der „Kristallokinese“. S. 650.
- Lassar-Cohn, Margarine. S. 249.
- Lengerken, Hanns v., Die 23. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. S. 1003.
- Lenk, Emil, Muskelkontraktion und Totenstarre als Probleme der Kolloidchemie. S. 90.
— Die Bedeutung der Elektrolyte für Lebewesen. S. 659.
— Eine Methode zur Bestimmung des Alters einer Fleischprobe. S. 780.
- Lepsius, Richard, Die Höttinger Breccie. S. 1122.
- Levy-Dorn, Max, Über den gegenwärtigen Stand der ärztlichen Röntgenkunde. S. 353.
- Lewin, Carl, Der gegenwärtige Stand der Lehre von der Krebskrankheit. S. 585.
— L., Die ätherischen Öle. S. 1226.
- Leyser, Entwicklungsziele der Elektrizitätsversorgung Deutschlands. S. 766.
- Lichtwitz, L., Neue Untersuchungen über alte Ernährungsprobleme. S. 280.
- Liebig, Hans v., Neue Elemente? S. 878.
- Lindig, F., Neue Beiträge zur Resonanztheorie des Hörens. S. 107.
- Löwy, Heinrich, Die Interferenz der Röntgenstrahlen und die Sichtbarkeit des kristallographischen Raumgitters. S. 105.
- Lubberger, F., Selbsttätige und halbselbsttätige Fernsprechsyste. S. 254.
— Der deutsche Patentanspruch. S. 814.
- Ludewig, P., Luftfahrerwetterdienst. S. 565.
— Neue deutsche Literatur aus dem Gebiete der Luftschifffahrt. S. 1234.
- McCombie, Hamilton, Die Chemie auf der Jahresversammlung der British Association in Birmingham. S. 1039.
- Mahlke, A., Einfluß des Eises auf die Ausgestaltung der Hochgebirgstäler. S. 456.
- Mainka, C., Das bifilare Kegelpendel. S. 866.
- Marcus, Kurt, Praeformation und Epigenese in der tierischen Entwicklung. S. 685.

- Marcuse, Adolf, Wesen und Bedeutung der astronomischen Ortsbestimmung im Luftfahrzeug. S. 133, 251.
- Marshall, F., Über die Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs auf natürlichem und künstlichem Wege. S. 791, 805.
- Martienssen, O., Der Schlicksche Schiffskreisel und der Schlicksche Massenausgleich der Kolbenmaschine in ihrer praktischen Anwendung. S. 1217.
- Matula, Johann, Zur Kolloidchemie der Muskelkontraktion. S. 109.
- May, Walther, Der Sinn der Pflanzenmetamorphose bei Goethe. S. 982.
- Mecklenburg, Werner, Die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen. S. 381.
- Über die optische Aktivität asymmetrischer Moleküle. S. 450, 471.
- Der kolloide Schwefel. S. 689.
- Über die „Kristallisationskraft“, eine Darstellung vom chemischen Standpunkte aus. S. 1294.
- Metze, Erich, Alexander v. Humboldts „Kosmos“. S. 910.
- Meyer, Ludwig F., Die Bedeutung des Wassers für den wachsenden Organismus. S. 543.
- R. J., Das Element Bor. S. 325.
- Mollison, Th., Die Geltung des Mendelschen Gesetzes beim Menschen. S. 572.
- Morgenroth, J., Die experimentelle Chemotherapie und das Problem der inneren Desinfektion bei bakteriellen Infektionen. S. 609.
- Müller, Otfried, Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst. S. 69, 87.
- Neesen, F., Der Blitzableiter. S. 828.
- Neuburger, Albert, Das Schoopsche Metallisierungsverfahren. S. 465.
- Nippoldt, A., Die Arbeiten der Carnegie-Institution an der magnetischen Aufnahme der Erde. S. 634.
- Oppenheim, Stefanie, Das Gehirn des Homo Neandertalensis sive primigenius. S. 955.
- Pauli, Richard, Grundfragen der Photometrie. S. 976.
- Peklo, J., Die pflanzlichen Bakteriosen. S. 480.
- Pohl, J., Ziele und Strömungen der modernen Pharmakologie. S. 593.
- R., Über einen antiken Beitrag zur Atomtheorie. S. 527.
- Über den selektiven und den normalen Photoeffekt. S. 618.
- Poske, F., Die Naturwissenschaften an den Lehrerbildungsanstalten. S. 73.
- Damnu. S. 75.
- Mathematik und Naturwissenschaft in der höheren Mädchenbildung. S. 547.
- Prausnitz, Carl, Die Tollwut, ihre Entstehung und Bekämpfung. S. 825.
- Pringsheim, Ernst G., Über Blauaugen. S. 495.
- Pütter, August, Die Gesamtmenge des Blutes im Menschen und in den Säugetieren. S. 1029.
- Die Flächen des Stoffaustausches im Säugetierkörper. S. 1197.
- Pulfrich, C., Über Stereo-Photogrammetrie. S. 279.
- Rambousek, Gewerbliche Vergiftungen. S. 760, 782.
- Regener, Erich, Die neuen Versuche von C. T. R. Wilson zur Sichtbarmachung der Bahnen der radioaktiven Strahlen. S. 299.
- Reiche, Fritz, Die Quantentheorie. S. 549, 568.
- Gittererscheinungen auf verschiedenen Gebieten. S. 1193.
- Reis, Alfred, Über neue Versuche zur Erklärung der chemischen Wirkung des Lichtes. S. 38.
- Reuter, C., Über die Chemie der Pilze und ihren Nährwert. S. 156.
- Rumbler, Ludwig, Über das Verhältnis der Zellmechanik zur Entwicklungsmechanik. S. 210.
- Richarz, Franz, Maxwells Prinzip der Einheit aller elektrischen Erscheinungen und damit zusammenhängende von mir veranlaßte neuere Versuche. S. 4.
- Rikli, M., Beiträge zur Pflanzengeographie und Florengeschichte der Kaukasusländer und Hocharmeniens. S. 993.
- Rohr, M. v., Richtlinien in der Entwicklung, Erkenntnis und Wertung der optischen Instrumente. S. 417, 445.
- Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der technischen Optik. S. 1032, 1058, 1079.
- Roth, E., Die Raubvögel als Naturdenkmäler. S. 352.
- Rudzki, M. P., Ausgleichsfläche und Erdbebtiefe. S. 406.
- Sachs, Curt, Zur Wiedereinführung des Klavizimbels. S. 94.
- Sackur, O., Die Arbeitsleistung der Verbrennungsvorgänge. S. 1137.
- Sander, A., Die erste Anwendung des Steinkohlengases in der Luftschiffahrt. S. 1011.
- Schaxel, Julius, Zellforschung und Entwicklungsgeschichte. S. 184.
- Bergsons Philosophie und die biologische Forschung. S. 795.
- Scheel, Karl, Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 1. Allgemeines. S. 177.
- Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1912. S. 740.
- Die Aufgaben und die bisherige Tätigkeit des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen. S. 921.
- Die Physik auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. S. 1175, 1205.

- Scheid, K., Die Arbeitsschule. S. 167.
- Schmid, Bastian, Kinematographie und Schule. S. 145.
- Schöne, Georg, Die freie Gewebsverpflanzung als Methode naturwissenschaftlicher und medizinischer Forschung. S. 489.
- Schott, G., Die Monatskarten der Deutschen Seewarte des Nordatlantischen Ozeans. S. 623.
- Schwarzschild, K., Tagung der Solar Union zu Bonn. S. 865.
- Schweydar, W., Sir George Howard Darwin. S. 99.
- Shakespear, G. A., Die Physik auf der Jahresversammlung der British Association in Birmingham. S. 1037.
- Sieveking, H., Über den jetzigen Stand der Forschung über Radioaktivität. S. 129.
- Entwicklung und Stand der Forschung über die Röntgenstrahlen. S. 393.
- Die Radioaktivität der Heilquellen. S. 497.
- Sommerfeld, A., Unsere gegenwärtigen Anschauungen über Röntgenstrahlung. S. 705.
- Sorauer, Paul, Einige Experimente zum Studium der Frostwirkungen auf die Obstbäume. S. 1055, 1094.
- Spiegel, L., Bleivergiftungsgefahr in Betrieben und Vorkehrungen dagegen. S. 374.
- Steche, O., Über die Beziehung der Keimdrüsen zu den körperlichen Geschlechtsmerkmalen im Tierreich. S. 46.
- Die Zoologisch-paläontologischen Vorträge auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. S. 1268.
- Steuer, Adolf, Veränderungen der Küstenfauna und -flora bei Wasserverschmutzung der Seehäfen. — Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung. S. 1151, 1169.
- Stitz, H., Ameisen und Pflanzen. S. 1281.
- Süring, R., Bedeutung und Ziele der Wolkenforschung. S. 202.
- Supan, Alex., Die europäische Halbinsel. S. 688.
- Tammann, G., Über die Theorie des Polymorphismus. S. 1021, 1064.
- Tendeloo, N. Ph., Die Bestimmung von Ursache und Bedingungen: Ihre Bedeutung besonders für die Biologie. S. 154.
- Thienemann, August, Die Besiedelung der Talsperren. S. 1163.
- Thörner, W., Theorie der Narkose. S. 1161.
- Tillmans, J., Die Sterilisierungsmethoden für Trinkwasser. S. 229.
- Tobler, Friedrich, Aussichten des Plantagenkautschuks. S. 621.
- Das Biologisch-landwirtschaftliche Institut Amani (Deutsch-Ostafrika) und seine Arbeit. S. 717.
- Tobler-Wolff, Gertrud, Baumwollersatzstoffe. S. 858.
- Trojan, Emanuel, Der neunte internationale Zoologenkongreß. S. 519.
- Uexküll, J. v., Der heutige Stand der Biologie in Amerika. S. 801.
- Uhlenhuth, Eduard, Die Transplantation des Amphibienauges. S. 477.
- Fortschritte auf dem Gebiete der Transplantation im Jahre 1912. S. 1088.
- Uhlig, J., Die Synthese der Mineralien und Gesteine. S. 305, 327.
- Velich, Alois, Zur Kenntnis der Ursachen erhöhter Futterausnützung bei Haustieren. S. 856.
- Veraguth, Otto, Die Sensibilitäten des menschlichen Organismus. S. 636.
- Verzár, Fritz, Unsere gegenwärtigen Anschauungen über die Natur des Erregungsvorganges im Nerven. S. 737.
- Vouk, V., Die Lebensgemeinschaften der Bakterien mit einigen höheren und niederen Pflanzen. S. 81.
- Die Chondriosomenlehre als ein Problem der pflanzlichen Zellforschung. S. 578.
- Wagner, F. v., Über Lamarcks Entwicklungslehre und ihre moderne Erneuerung. S. 1262.
- Wanach, B., Bericht über eine internationale Zeitkonferenz in Paris im Oktober 1912. S. 35.
- Warburg, E., Das Institut International de Physique Solvay. S. 201, 1217.
- Weinwurm, Edm., Die Rolle der Mikroorganismen in der Brauerei. S. 934.
- Werner-Bleines, Deutsche Baumwollkultur. S. 809.
- Wieselsberger, C., Der Segelflug der Vögel. S. 615.
- Wohlgemuth, Max, Über die Entwicklung der Aluminothermie. S. 113.
- Wolff, Hugo, Die Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges. S. 945.
- Zangger, H., Über die wichtigsten Ursachen von elektrischen Unfällen. S. 375.
- Zsigmondy, Richard, Über Gelstrukturen. (Referiert von W. Bachmann.) S. 1013.
- Zuntz, N., Die Beziehungen der Mikroorganismen zur Verdauung. S. 7.

Besprechungen.

- Adami, F., Die Elektrizität (Mk.). S. 820.
- Ahrens, Felix B., Einführung in die praktische Chemie (O. Sackur). S. 171.

- Amagat, E. H., Notes sur la Physique et la Thermodynamique, extraites du Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (O. Sackur). S. 697.

- Amundsen, Roald, Die Eroberung des Südpols (Max Friederichsen). S. 192.
- Angersbach, A. L., Zum Begriff der Entwicklung (J. Schaxel). S. 557.
- Armstrong, E. Frankland, Die einfachen Zuckerarten und die Glukoside (Parnas). S. 1276.
- Arrhenius, Svante, Conférences sur quelques Thèmes choisis de la Chimie Physique pure et appliquée (O. Sackur). S. 171.
- Das Werden der Welten (R. Süring). S. 916.
- Die Vorstellung vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten (R. Süring). S. 917.
- Auerbach, F., und R. Rothe (Hrsg.), Taschenbuch für Mathematiker und Physiker (Ewald). S. 821.
- Bartel, F., Torfkraft (Asmus Jabs). S. 341.
- Bateson, W., Mendel's Principles of Heredity (Poll). S. 553.
- Beal, F. E. L., and W. L. McAtee, Food of some wellknown birds of forest, farm and garden (Hempelmann). S. 798.
- Beckenkamp, J., Statische und kinetische Kristalltheorien (H. E. Boeke). S. 243.
- Benecke, Wilhelm, Bau und Leben der Bakterien (Grafe). S. 147.
- Benedikt, Moriz, Biomechanik und Biogenesis (J. Schaxel). S. 126.
- Bergius, Friedrich, Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle (Werner Mecklenburg). S. 410.
- Bernstein, Julius, Elektrobiologie (L. Michaelis). S. 437.
- Bestelmeyer, Zur Organisation des Physikalischen Anfängerpraktikums (P. Lg.). S. 314.
- Beyschlag, F., P. Krusch und J. H. L. Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung (H. E. Boeke). S. 1213.
- Biedl, Artur, Innere Sekretion (Leon Asher). S. 33.
- Bjerknes, V., Dynamische Meteorologie und Hydrographie (R. Süring). Erster Teil S. 266, Zweiter Teil S. 748.
- Bloch, Otto, Über die magnetischen Eigenschaften der Nickel-Kobalt-Legierungen (E. Gumlich). S. 215.
- Bode, G., s. Henneberg, W. S. 1074.
- Börnstein, R., Leitfaden der Wetterkunde (R. Süring). S. 1018.
- Richard, und Walter A. Roth, Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen (Alfred Coehn). S. 218.
- Böttger, Wilhelm, Qualitative Analyse vom Standpunkte der Ionenlehre (J. Koppel). S. 1157.
- Bohn, G., Die neue Tierpsychologie (R. von Hanstein). S. 459.
- Bolk, L., Odontologische Studien (Adloff). S. 869.
- Bragg, W. H., Studies in Radioactivity (K. Fajans). S. 198.
- Brehms Tierbilder. Die Vögel (H. Schalow). S. 1309.
- Tierleben. Allgemeine Kunde des Tierreichs (R. v. Hanstein). S. 267.
- Brion, G., Luftsalpeter (Mk.). S. 820.
- Broglie, M. de, s. Langevin, P. S. 549.
- Buchwald, E., Einführung in die Kristalloptik (Mk.). S. 820.
- Bütschli, O., Vorlesungen über vergleichende Anatomie (Lehnhofer). S. 172.
- Burgess, G. K., und H. le Chatelier, Die Messung hoher Temperaturen (F. Henning). S. 1183.
- Campbell, Norman R., Moderne Elektrizitätslehre (R. Pohl). S. 918.
- Carrel, Alexis, Neue Untersuchungen über das selbständige Leben der Gewebe und Organe (A. Pütter). S. 1072.
- Cassuto, Leonardo, Der kolloide Zustand der Materie (Werner Mecklenburg). S. 532.
- Centnerszwer, M., Das Radium und die Radioaktivität (K. Fajans). S. 939.
- Chamberlain, Houston Stewart, Goethe. Kap. 4. Der Naturforscher (Walther May). S. 413.
- Chatelier, H. le, s. Burgess, G. K. S. 1183.
- Chwolson, O. D., Lehrbuch der Physik (Erich Regener). S. 917.
- Cohen, Ernst, Jacobus Henricus van't Hoff. Sein Leben und Wirken (R. J. Meyer). S. 626.
- Correns, C., Die neuen Vererbungsgesetze (E. W. Schmidt). S. 198.
- Cushing, Harvey, The pituitary body and its disorders (Leon Asher). S. 33.
- Czerny, Vincenz, Über die neuen Bestrebungen, das Los der Krebskranken zu verbessern (Carl Lewin). S. 894.
- Dakin, H. D., Oxidations and reductions in the animal body (Parnas). S. 389.
- Dammer, B., und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums (H. E. Boeke). S. 1213.
- Delporte, E., s. Philppot, H. S. 1130.
- Dessauer, F., Die neuesten Fortschritte in der Röntgenphotographie (P. Ludewig). S. 528.
- Ditmar, R., Der Kautschuk (Rudolf Koetschau). S. 203.
- Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie (J. Uhlig). S. 388, 581, 940.
- Driesch, H., Ordnungslehre (C. Lehnhofer). S. 461.
- Dunbar, Leitfaden für die Abwässerreinigungsfrage (J. Tillmans). S. 582.
- Eccles, W. H., Über natürliche elektrische Wellen (A. Schmauß). S. 26.
- Eckardt, W. R., Klima und Leben (Bioklimatologie) [Mk.]. S. 315.
- Eder, Josef Maria, Ausführliches Handbuch der Photographie (Th. Posner). S. 122.
- Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik (Th. Posner). S. 774.
- Edinger, L., Bau und Verrichtungen des Nervensystems (H. Dexler). S. 462.

- Egerer, Heinz, Ingenieur-Mathematik (R. Courant). S. 679.
- Eichhorn, G. (Hrsg.), Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und Telephonie (F. Braun). S. 530.
- Ekecrantz, Thor, Geschichte der Chemie (Werner Mecklenburg). S. 1018.
- Ekman, Swen, Sind die Zugstraßen der Vögel die ehemaligen Verbreitungsgebiete der Arten? (Fr. von Lucanus). S. 602.
- Elster und Geitel, Ein lichtelektrisches Photometer für sichtbares Licht (v. Dechend). S. 313.
- Engler, A., Das Pflanzenreich (F. Moewes). S. 194, 1273.
- Faßbender, H., und E. Hupka, Magnetische Untersuchungen im Hochfrequenzkreis (E. Gumlich). S. 217.
- Federley, H., Vererbungsstudien an der Gattung *Pygaera* (Baltzer). S. 868.
- Fischer, Emil, Organische Synthese und Biologie (J. M.). S. 437.
- Fischer, Eugen, Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen (M. Voit). S. 1241.
- Fitschen, J., s. Schmeil, O. S. 701.
- Floericke, Kurt, Jahrbuch der Vogelkunde (Weigold). S. 822.
- Francé, R. H., Wert und Unwert der Naturwissenschaft (J. Schaxel). S. 798.
- Franz, V., Sehorgan (Hempelmann). S. 797.
- Friedersdorff, M., Über eine neue Methode der Bodendurchlüftung in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft (B. Heinze). S. 653.
- Friedrich, Adolf, Vom Kongo zum Niger und Nil (Max Friederichsen). S. 101.
- Frobenius, Leo, Und Afrika sprach (Max Friederichsen). S. 401.
- Fruwirth, C., Zeitschrift für Pflanzenzüchtung (B. Heinze). S. 1275.
- Fürth, Otto v., Probleme der physiologischen und pathologischen Chemie (P. Rona). S. 1276.
- Geitel, s. Elster. S. 313.
- H., Die Bestätigung der Atomlehre durch die Radioaktivität (K. Fajans). S. 941.
- Gerland, E., Geschichte der Physik von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des 18. Jahrhunderts (R. Pohl). S. 436.
- Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle, (L. Lewin). S. 1226.
- Giuffrida-Ruggeri, V., *Homo sapiens* (Hempelmann). S. 746.
- Gleichen, A., Grundriß der photographischen Optik (E. Goldberg). S. 1048.
- Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie (Koppel). S. 125.
- Goerens, P., Magnetic Properties of Iron-Carbon and Iron-Silicon Alloys; with Micrographic Investigation and Reproduction (E. Gumlich). S. 216.
- Goldberg, E., Die Grundlagen der Reproduktionstechnik (Paul Ritter von Schrott). S. 315.
- Goldhammer, D. A., Dispersion und Absorption des Lichtes in ruhenden isotropen Körpern (Ewald). S. 408.
- Goldstein, R., Über Rassenhygiene (Rudolf Allers). S. 942.
- Graetz, L., Die Elektrizität und ihre Anwendungen (G. Berndt). S. 410.
- Kurzer Abriß der Elektrizität (G. Berndt). S. 411.
- (Hrsg.) Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus (Erich Regener). S. 436, 918.
- Grafe, V., Einführung in die Biochemie. (Autoreferat.) S. 196.
- Gramberg, E., Pilze der Heimat (F. Tobler). S. 701.
- Greeff, R., Die ältesten uns erhaltenen Brillen (Moritz v. Rohr). S. 676.
- Ein weiterer Fund historischer alter Brillen (Moritz v. Rohr). S. 676.
- Bruchstücke zur Geschichte der Brille (Moritz v. Rohr). S. 676.
- Die historische Entwicklung der Brille (Moritz v. Rohr). S. 676.
- Die Anfänge der eigentlichen Brillen (Moritz v. Rohr). S. 676.
- Groll, M., Kartenkunde I und II (Mk.). S. 821.
- Max, Tiefenkarte der Ozeane (G. Schott). S. 174.
- Groß, J., Insekten (Arnold Japha). S. 797.
- Guericke, Otto v., Über die Luftpumpe und den Luftdruck (R. Pohl). S. 1131.
- Gurwitsch, Alexander, Vorlesungen über allgemeine Histologie (J. Schaxel). S. 1102.
- Haas, P., und G. Hill, An introduction to the chemistry of plant products (L. Lewin). S. 726.
- Haase, E., Die Erdrinde (R. Lachmann). S. 700.
- Haberlandt, G., Zur Physiologie der Zellteilung (Ernst Willy Schmidt). S. 840.
- Hallauer, O., Über neuere Brillenoptik (Moritz v. Rohr). S. 675.
- Hamburger, Franz, Die Tuberkulose des Kindesalters (F. Spieler). S. 748.
- Hanstein, R. v., Biologie der Tiere (O. Steche). S. 270.
- Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa (E. Ulbrich). S. 461.
- Heinze, B., s. Friedersdorff, M. S. 653.
- Hempel, Walter, Gasanalytische Methoden (R. J. Meyer). S. 724.
- Henneberg, W., und G. Bode, Die Gärungsgewerbe und ihre wissenschaftlichen Grundlagen (H. Pringsheim). S. 1074.
- Hennicke, Carl R., Handbuch des Vogelschutzes (Koepert). S. 194.
- Henrich, Ferdinand, Theorien der organischen Chemie (G. Just). S. 390.
- Henseler, H., Über die Bedeutung der Mendelschen Vererbungsregeln für die praktische Tierzucht und die entsprechenden Versuche im Haustiergarten zu Halle (E. Feige). S. 700.
- Herrmann, J., Elektrotechnik III. Die Wechselstromtechnik (Mk.). S. 820.

- Herzog, R. O., Chemische Technologie der organischen Verbindungen (Th. Posner). S. 698.
- Heß, V. F., Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballonfahrten (Erich Regener). S. 1016.
- Hill, G., s. Haas, P. S. 726.
- Hilzheimer, M., Handbuch der Biologie der Wirbeltiere (O. Steche). S. 172.
- Hindhede, M., Studien über Eiweißminimum (A. Pütter). S. 1277.
- Hinneberg, Paul (Hrsg.), Die Kultur der Gegenwart (Werner Mecklenburg). S. 773.
- Hoff, J. H. van't, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen des Staßfurter Salzlagens (H. v. Halban). S. 77.
- Hoffmann, s. Gildemeister. S. 1226.
- Holdefleiß, P., s. Friedersdorff, M. S. 653.
- Hoppe, Johannes, Analytische Chemie I. Qualitative Analyse. (J. Koppel.) S. 1158.
- Hübl, Arthur von, Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendrucks und ähnlicher Verfahren (Th. Posner). S. 124.
- Die Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochromplatten (Th. Posner). S. 582.
- Hugershoff, R., Kartographische Aufnahmen und geographische Ortsbestimmung auf Reisen (Mk.). S. 821.
- Hupka, E., s. Faßbender, H. S. 217.
- Jesenko, Ein neues Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen (E. W. Schmidt). S. 291.
- Jordan, H., Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere (O. Steche). S. 340.
- Jores, Leonhard, Anatomische Grundlagen wichtiger Krankheiten (v. Hansemann). S. 557.
- Kähler, Karl, Luftelektrizität (A. Schmauß). S. 534.
- Kayser, Emanuel, Lehrbuch der Geologie (Ernst Fischer). S. 1212.
- Kleinschmidt, O., Die Singvögel der Heimat (H. Schalow). S. 745.
- Klotz, Max, Die Bedeutung des Getreidemehles für die Ernährung (Eduard Müller). S. 1103.
- Koenigsberger, Leo, Die Mathematik eine Geistes- oder Naturwissenschaft? (W. Ahrens.) S. 1070.
- Koestler, W., und M. Tramer, Differential- und Integralrechnung für Ingenieure (R. Courant). S. 677.
- Kohlbrugge, J. H. F., Historisch-kritische Studien über Goethe als Naturforscher (Walther May). S. 412.
- Krebs, N., Länderkunde der österreichischen Alpen (Gustav Braun). S. 1185.
- Kronacher, C., Grundzüge der Züchtungsbiologie (H. Dexler). S. 458.
- Krusch, P., Die Versorgung Deutschlands mit metallischen Rohstoffen (R. Lachmann). S. 989.
- s. Beyschlag, F. S. 1213.
- Kuckuck, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen (N. Wille). S. 842.
- Kühner, F., Lamarck, die Lehre vom Leben, seine Persönlichkeit und das Wesentliche aus seinen Schriften, kritisch dargestellt (Walther May). S. 1239.
- Küster, Ernst, Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen für den Gebrauch in zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorien (Carl Bruck). S. 703.
- Lakon, Georg, Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze. Ein neues Frühlreibeverfahren (E. W. Schmidt). S. 291.
- Lang, R., Experimentalphysik I. Mechanik der festen, flüssigen und gasigen Körper (Mk.). S. 820.
- Langevin, P., et M. de Broglie, La théorie du rayonnement et les quanta (Fritz Reiche). S. 549.
- Lassar-Cohn, Einführung in die Chemie in leichtfaßlicher Form (J. Koppel). S. 581.
- Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner und Biologen (L. Michaelis). S. 292.
- Leimbach, G., Das Licht im Dienste der Menschheit (Mk.) S. 820.
- Lenz, F., Über die krankhaften Erbanlagen des Mannes und die Bestimmung des Geschlechts beim Menschen (Poll). S. 554.
- Levenstein, Adolf, Die Arbeiterfrage (A. Wallichs). S. 582.
- Liebmann, L., und G. Wahl, Katalog der historischen Abteilung der ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung (IIa) zu Frankfurt a. M. 1909 (P. Ludewig). S. 173.
- Liesegang, F. Paul, Handbuch der praktischen Kinematographie (v. Schrott). S. 77.
- Raph. Ed., Geologische Diffusionen (M. Naumann). S. 1046.
- Lindau, G., Die Flechten (F. Tobler). S. 702.
- Linden, M. v., Die Assimilationstätigkeit der Schmetterlingspuppen (R. v. Hanstein). S. 221.
- Link, A., Physikalische Tabellen (Mk.). S. 821.
- Linke, F., Aeronautische Meteorologie (P. Ludewig). S. 292.
- Lloyd, R. E., The Growth of Groups in the animal kingdom (Steche). S. 219.
- Loeb, J., und H. Wasteneys, Die Oxydationsvorgänge im befruchteten und unbefruchteten Seesternei (J. M.). S. 438.
- L., The Comparative Efficiency Weak and Strong Bases in Artificial Parthenogenesis (J. M.). S. 438.
- Loewy, A., s. Zuntz, N. S. 894.
- Lohmann, H., Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der „Deutschland“ während ihrer Fahrt nach Buenos Ayres durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans (V. Brehm). S. 315.
- Lucanus, F. von, Über die Höhe des Vogelfluges auf Grund aeronautischer Experimente (Koepert). S. 148.
- Lundborg, H., Medizinisch-biologische Familienforschungen innerhalb eines 2232 köpfigen Bauerngeschlechtes in Schweden (Provinz Blekinge) (Rudolf Allers). S. 1240.

- Maas, O., und O. Renner, Einführung in die Biologie (O. Steche). S. 271.
- McAtee, W. L., Bird enemies of the codling moth (Hempelmann). S. 798.
- and F. E. L. Beal, Some common game, aquatic, and rapacious birds in relation to man (Hempelmann). S. 798.
- Mahler, G., Physikalische Formelsammlung (Mk.). S. 821.
- Markau, K., Die Telephonie ohne Draht (H. Barkhausen). S. 359.
- Martienssen, O., Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik (Erich Regener). S. 1016.
- Marzell, H., Die Tiere in deutschen Pflanzennamen (L. Lewin). S. 534.
- Matenaers, F. F., Der Luzernebau (Heinze). S. 245.
- Matschoß, Conrad, Preußens Bergwirtschaft unter Friedrich dem Großen (R. Lachmann). S. 339.
- Michaelis, Leonor, Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker (Koppel). S. 125.
- Miethe, A. (Hrsg.), Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert (J. Koppel, 1. u. 2. Band, F. Lubberger, 3. u. 4. Band). S. 507, 508.
- Minot, Charles Sedwick, Die Methode der Wissenschaft und andere Reden (J. Schaxel). S. 363.
- Moderne Probleme der Biologie (J. Schaxel). S. 557.
- Molisch, H., Leuchtende Pflanzen (A. Nestler). S. 126.
- Mikrochemie der Pflanze (A. Nestler). S. 1277.
- Müller, Aloys, Das Problem des absoluten Raumes und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem (Felix Auerbach). S. 839.
- Müller, Arno, Über Wassersterilisation mittels ultravioletten Strahlen (Tillmans). S. 313.
- Erich, Elektrochemisches Praktikum (Koppel). S. 867.
- Müller-Thurgau, H., und A. Osterwalder, Die Bakterien im Wein und Obstwein und die dadurch verursachten Veränderungen (B. Heinze). S. 702.
- Münsterberg, Psychologie und Wirtschaftslehre (M. Brahn). S. 66.
- Muschler, Reno, A Manual Flora of Egypt (P. Magnus). S. 195.
- Musehold, Albert, Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans (Felix Auerbach). S. 241.
- Naegeli, Über den Einfluß von Rechtsansprüchen bei Neurosen (Finkelnburg). S. 893.
- Neger, Fr. W., Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie) (Fr. Tobler). S. 1246.
- Neuberg, Carl, Beziehungen des Lebens zum Licht (A. Pütter). S. 894.
- Chemische sowie physikalisch-chemische Wirkungen radioaktiver Substanzen und deren Beziehungen zu biologischen Vorgängen (J. Parnas). S. 941.
- Niklas, Hans, Chemische Verwitterung der Silikate und der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Humusstoffe (R. Lachmann). S. 244.
- Nußbaum, J., Die entwicklungsmechanisch-metaplastischen Potenzen der tierischen Gewebe (J. Schaxel). S. 1246.
- Oebbecke, K., und E. Weinschenk, Kobells Lehrbuch der Mineralogie (H. E. Boeke). S. 581.
- Oppenheimer, Carl, Die Fermente und ihre Wirkungen (P. Rona). S. 726.
- Osterwalder, A., s. Müller-Thurgau, H. S. 702.
- Ostwald, Wolfgang, Die neuere Entwicklung der Kolloidchemie (Werner Mecklenburg). S. 314.
- Pahl, Franz, Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts (W. Ahrens). S. 962.
- Perry, John, Drehkreisel (O. Martienssen). S. 1130.
- Peter, J., und L. Vanino, Die Luminographie (W. Scheffer). S. 699.
- Peters, W., Die Beziehungen der Psychologie zur Medizin und die Vorbildung des Mediziners (Finkelnburg). S. 893.
- Pflugk, A. v., Die Nürnberger Brillenmacher am Ausgang des 18. Jahrhunderts (Moritz v. Rohr). S. 676.
- Philippot, H., und E. Delporte, Description des installations du service de l'heure (B. Wanach). S. 1130.
- Picard, Emile, Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und Naturwissenschaft (Felix Auerbach). S. 1019.
- Pieron, Henri, Le problème physiologique du sommeil (Leon Asher). S. 940.
- Pincussohn, L., Medizinisch-chemisches Laboratoriums-Hilfsbuch (Parnas). S. 222.
- Planck, M., Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung (Max Born). S. 499.
- Platzmann, Joseph, Himmelskunde (A. Marcuse). S. 1130.
- Plate, L., Vererbungslehre (Poll). S. 553.
- Leitfaden der Deszendenztheorie (Hempelmann). S. 798.
- Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung (J. Schaxel). S. 1244.
- Pohl, R., Die Physik der Röntgenstrahlen (H. Sieveking). S. 393.
- Prasil, Frz., Technische Hydrodynamik (Th. v. Kármán). S. 605.
- Preuß, Alfred, Die magnetischen Eigenschaften der Eisen-Kobalt-Legierungen bei verschiedenen Temperaturen (E. Gumlich). S. 215.
- Pringsheim, Ernst G., Die Reizbewegungen der Pflanzen (H. v. Guttenberg). S. 461.
- Przibram, H., Vitalität (J. Schaxel). S. 1185.
- Rádl, Em., Paracelsus (J. Schaxel). S. 798.
- M., Neue Lehre vom zentralen Nervensystem (J. Schaxel). S. 220.
- Reichenbach, Georg v., Von Walther v. Dyck (F. Göpel). S. 125.
- Rein, H., Radiotelegraphisches Praktikum (Ludewig). S. 26.

- Renner, O., s. Maas, O. S. 271.
- Richthofen, F. von, China (E. Tiessen). S. 100.
- Rickmer Rickmers, W., The Duab of Turkestan (Max Friederichsen). S. 699.
- Ries, Chr., Die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung des Selens für die Elektrotechnik (Br. Glatzel). S. 939.
- Rikli, M., und C. Schröter, Vom Mittelmeer zum Nordrand der Sahara (E. W. Schmidt). S. 702.
- Röhm, Otto, Maßanalyse (J. Koppel). S. 1074.
- Rogowski, W., und W. Steinhaus, Die Messung der magnetischen Spannung (E. Gumlich). S. 216.
- Roozeboom, H. W. Bakhuis, Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenregel (Koppel). S. 362.
- Rosenthal, Josef, Praktische Röntgenphysik (R. Pohl). S. 746.
- Roth, Walter A., s. Börnstein, Richard. S. 218.
- Rothe, R., s. Auerbach, F. S. 821.
- Roux, Wilhelm (Hrsg.), Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen (Emil Godlewski). S. 365.
- Rubens, Heinr., Die Entwicklung der Atomistik (A. B.). S. 50.
- Ruggli, Paul, Die Valenzhypothese von J. Stark vom chemischen Standpunkt (H. Kauffmann). S. 102.
- Ruhland, W., Über die Aufnahme von Kolloiden durch die pflanzliche Plasmahaut (E. W. Schmidt). S. 173.
- Rutherford, E., Radioactive Substances and their Radiations (K. Fajans). S. 532.
- Sackur, Otto, Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik (A. Coehn). S. 1017.
- Samter, M., Statistik der märkischen stehenden Gewässer (E. Geinitz). S. 533.
- Schäfer, G. A., Das Leben. Sein Wesen, sein Ursprung und seine Erhaltung (A. Pütter). S. 747.
- Schaeffer, C., Biologisches Experimentierbuch zum selbständigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde (R. von Hanstein). S. 458.
- Schall, Hermann, Der menschliche Körper und seine Krankheiten (G. Katsch). S. 534.
- Schittenhelm, A., und W. Weichardt, Der endemische Kropf mit besonderer Berücksichtigung im Königreich Bayern (Erich Ebstein). S. 373.
- Schlee, P., Zur Morphologie des Berner Jura (Ernst Fischer). S. 1215.
- Schleip, W., Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreich (Lehnhofer). S. 146.
- Schmeil, O., und J. Fitschen, Pflanzen der Heimat (F. Tobler). S. 701.
- Schmidt, P., Katalepsie der Prasmiden (Hempelmann). S. 1308.
- R. R., die diluviale Vorzeit Europas (M. Hilzheimer). S. 965.
- Schneider, Joh., Zur postembryonalen Entwicklung der nereidogenen Form von Nereis Dumerilii unter besonderer Berücksichtigung des Darmtrakts (Hempelmann). S. 796.
- Karl Camillo, Tierpsychologisches Praktikum in Dialogform (J. v. Uexküll). S. 25.
- Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie (Arnold Japha). S. 1307.
- Schröter, C., s. Rikli, M. S. 702.
- Schwenter, J., Leitfaden der Momentaufnahmen im Röntgenverfahren (P. Ludewig). S. 528.
- Sedgwick, W. T., und E. B. Wilson, Einführung in die allgemeine Biologie (J. Schaxel). S. 1246.
- Sieben, Hubert, Einführung in die botanische Mikrotechnik (E. W. Schmidt). S. 702.
- Simonson, Emil, Der Organismus als kalorische Maschine und der zweite Hauptsatz (Felix Auerbach). S. 217.
- Simroth, Heinrich, Abriß der Biologie der Tiere (Hempelmann.) S. 797.
- Speemann, H., Über die Entwicklung umgedrehter Hirnteile bei Amphibienembryonen (Reinhold Demoll). S. 78.
- Zur Entwicklung des Wirbeltierauges (Reinhard Demoll). S. 197.
- Stark, J., Die Atomionen chemischer Elemente und ihre Kanalstrahlenspektren (H. v. Dechend). S. 1156.
- Staudenmaier, Ludwig, Die Magie als experimentelle Naturwissenschaft (Werner Mecklenburg). S. 150.
- Steier, August, Aristoteles und Plinius, Studien zur Geschichte der Zoologie (A. Pütter). S. 894.
- Steinhaus, W., s. Rogowski, W. S. 216.
- Stiasny, G., Das Plankton des Meeres (Ad. Steuer). S. 1073.
- Stoll, Arthur, s. Willstätter, Richard. S. 1015.
- Strasburger, E., Das botanische Praktikum (E. W. Schmidt). S. 701.
- Strunz, Franz, Die Vergangenheit der Naturforschung (Werner Mecklenburg). S. 1184.
- Svedberg, The, Die Existenz der Moleküle (Werner Mecklenburg). S. 242.
- Swale, Vincent, Internal Secretion and the ductless glands (Leon Asher). S. 33.
- Terroine, Emil F., La sécrétion pancréatique (Leon Asher). S. 941.
- Thiele, R., Originalkopien von Pflanzenteilen (B. Heinze). S. 725.
- Tiessen, E. (Hrsg.), China (Frech). S. 76, 101.
- Tietze, O., s. Dammer, B. S. 1213.
- Tigerstedt, Robert, Lehrbuch der Physiologie des Menschen (A. Pütter). S. 894.
- Tillmans, J., Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung (Hartwig Klut). S. 453.
- Tornquist, Grundzüge der geologischen Formations- und Gebirgskunde (R. Lachmann). S. 700.
- Tramer, M., s. Koestler, W. S. 677.

- Treibich, Welches Material kann die Meteorologie der Phytopathologie liefern? (B. Heinze). S. 1275.
- Trendelenburg, W., Die vergleichende Methode in der Experimentalphysiologie (J. Schaxel). S. 1103.
- Trinkwalter, L., Ausländische Kultur- und Nutzpflanzen (F. Tobler). S. 702.
- Tschulok, S., Entwicklungstheorie, Darwins Lehre, gemeinverständlich dargestellt (O. Steche). S. 458.
- Tschusi, Viktor Ritter von (Hrsg.), Ornithologisches Jahrbuch (Hempelmann). S. 798.
- Unna, P. G., Biochemie der Haut (H. Friedenthal). S. 625.
- Urbain, G., Einführung in die Spektrochemie (R. Ladenburg). S. 724.
- Valenta, Eduard, Die Photographie in natürlichen Farben mit besonderer Berücksichtigung des Lippmannschen Verfahrens sowie jener Methoden, welche bei einmaliger Belichtung ein Bild in Farben liefern (Th. Posner). S. 124.
- Valentiner, Siegfried, Vektoranalysis (Mk.). S. 821.
- Vanino, L., s. Peter, J. S. 698.
- Verworn, Max, Kausale und konditionelle Weltanschauung (J. Schaxel). S. 51.
- Vincent, Stella Burnham, The Function of the Vibrissae in the Behavior of the White Rat (Hempelmann). S. 797.
- Vogt, J. H. L., s. Beyschlag, F. S. 1213.
- Voigt, Alwin, Exkursionsbuch zum Studium der Vogelstimmen (H. Schalow). S. 580.
- Vos, Moritz, Über eine neue Methode der Stoßerregung elektrischer Schwingungen (F. Richarz). S. 627.
- de Vries, Hugo, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung *Oenothera* (E. Lehmann). S. 1243.
- Waetzmann, Erich, Die Resonanztheorie des Hörens (F. Lindig). S. 107.
- Wahl, G., s. Liebmann, L. S. 173.
- Walter, Emil, Unsere Süßwasserfische (Emil Seydel). S. 1308.
- Einführung in die Fischkunde unserer Binnengewässer (Emil Seydel). S. 1308.
- Walter, M., Inhalt und Herstellung der Topographischen Karte 1:25 000 (Max Friederichsen). S. 699.
- Walther, Johannes, Das Gesetz der Wüstenbildung (A. Rühl). S. 149.
- Lehrbuch der Geologie Deutschlands (R. Lachmann). S. 390.
- Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt (L. Diels). S. 534.
- Wasteneys, H., s. Loeb, J. S. 438.
- Weber, Heinrich, Lehrbuch der Algebra (R. Courant). S. 1072.
- Wehmer, C., Hausschwamm-Gutachten (B. Heinze). S. 1274.
- Weichardt, W., s. Schittenhelm, A. S. 373.
- Weinschenk, E., s. Oebbeke, K. S. 581.
- Weismann, August, Vorträge über Deszendenztheorie (Hempelmann). S. 555.
- Wiesner, Jul. v., Biologie der Pflanzen (E. W. Schmidt). S. 702.
- Willstätter, Richard, und Arthur Stoll, Untersuchungen über Chlorophyll (Willstätter). S. 1015.
- Wilson, E. B., s. Sedgwick, W. T. S. 1246.
- Wohlgemut, Julius, Grundriß der Fermentmethoden (H. Pringsheim). S. 1073.
- Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel (M. v. Rohr). S. 407.
- Wolff, F. v., Der Vulkanismus (K. Sapper). S. 986.
- Wood, T. B., The Story of a Loaf of Bread (O. Sackur). S. 410.
- Zander, Enoch, Das Leben der Biene (Hempelmann). S. 774.
- Zeuthen, H. G., Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter (W. Ahrens). S. 604.
- Ziegler, H. E., Zoologisches Wörterbuch (R. v. Hanstein). S. 315.
- Zuntz, N., und A. Loewy, Lehrbuch der Physiologie des Menschen (A. Pütter). S. 894.

Verzeichnis der Referenten.

- Adloff: Bolk, L., Odontologische Studien I. S. 869.
- Ahrens, W.: Königsberger, Leo, Die Mathematik eine Geistes- oder Naturwissenschaft? S. 1070.
- Pahl, Franz, Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts. S. 964.
- Zeuthen, H. G., Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter. S. 604.
- Allers, Rudolf: Goldstein, R., Über Rassenhygiene. S. 942.
- Lundborg, H., Medizinisch-biologische Familienforschungen innerhalb eines 2232 köpfigen Bauerngeschlechtes in Schweden (Provinz Blekinge). S. 1240.
- Asher, Leon: Biedl, Artur, Innere Sekretion (Originalartikel). S. 33.
- Piéron, Henri, Le problème physiologique du sommeil. S. 940.
- Terroine, Emil F., La sécrétion pancréatique. S. 941.
- Auerbach, Felix: Müller, Aloys, Das Problem des absoluten Raumes und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem. S. 839.
- Musehold, Albert, Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans. S. 241.
- Picard, Emile, Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und Naturwissenschaft. S. 1018.

- Auerbach, Felix: Simonson, Emil, Der Organismus als kalorische Maschine. S. 217.
- Barkhausen, H.: Markau, K., Telephonie ohne Draht (Originalartikel). S. 359.
- Berliner, Arnold: Rubens, Heinr., Die Entwicklung der Atomistik. S. 50.
- Der Jahresbericht der Smithsonian Institution in Washington für das Jahr 1911. S. 914.
- Die Wunder der Natur. I. Band. S. 50. — II. Band. S. 774.
- Berndt, G.: Graetz, L., Die Elektrizität und ihre Anwendungen. S. 410.
- Graetz, L., Kurzer Abriß der Elektrizität. S. 411.
- Boeke, H. E.: Beckenkamp, J., Statische und kinetische Kristalltheorien. S. 243.
- Beyschlag, F., P. Krusch und J. H. L. Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. S. 1213.
- Dammer, B. und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums. S. 1213.
- Obbeke, K., und E. Weinschenk, Kobells Lehrbuch der Mineralogie. S. 581.
- Born, Max: Planck, Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung (Originalartikel). S. 499.
- Braun, F.: Eichhorn, G., Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und Telephonie. S. 530.
- Gustav: Krebs, N., Länderkunde der österreichischen Alpen. S. 1185.
- Bruck, Carl: Küster, Ernst, Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen für den Gebrauch in zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorien. S. 703.
- Coehn, Alfred: Börnstein, Richard, und Walther A. Roth, Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen. S. 218.
- Sackur, Otto, Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik. S. 1017.
- Courant, R.: Egerer, Heinz, Ingenieur-Mathematik. S. 679.
- Koestler, W., und M. Tramer, Differential- und Integralrechnung für Ingenieure. S. 677.
- Weber, Heinrich, Lehrbuch der Algebra. S. 1072.
- Czapek, Friedrich: Willstätter, Richard, und Arthur Stoll, Untersuchungen über Chlorophyll (Originalartikel). S. 1105.
- Dechend, H. v.: Stark, J., Die Atomionen chemischer Elemente und ihre Kanalstrahlenspektren. S. 1156.
- Dexler H.: Edinger, L., Bau und Verrichtungen des Nervensystems. S. 462.
- Kronacher, C., Grundzüge der Züchtungsbiologie. S. 458.
- Diels, L.: Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt. S. 534.
- Ebstein, Erich: Schittenhelm und Weichardt, Der endemische Kropf (Originalartikel). S. 373.
- Ewald, P. P.: Auerbach, F., und R. Rothe, Taschenbuch für Mathematiker und Physiker. S. 821.
- Ewald, P. P.: Goldhammer, D. A., Dispersion und Absorption des Lichtes in ruhenden isotropen Körpern. S. 408.
- Fajans, K.: Bragg, W. H., Studies in Radioactivity. S. 198.
- Centnerszwer, M., Das Radium und die Radioaktivität. S. 939.
- Geitel, H., Die Bestätigung der Atomlehre durch die Radioaktivität. S. 941.
- Rutherford, E., Radioactive Substances and their Radiations. S. 531.
- Feige, E.: Henseler, H., Über die Bedeutung der Mendelschen Vererbungsregeln für die praktische Tierzucht und die entsprechenden Versuche im Haustiergarten zu Halle. S. 700.
- Finkelnburg: Naegeli, Über den Einfluß von Rechtsansprüchen bei Neurosen. S. 893.
- Peters, W., Die Beziehungen der Psychologie zur Medizin und die Vorbildung des Mediziners. S. 893.
- Fischer, Ernst: Kayser, Emanuel, Lehrbuch der Geologie. S. 1212.
- Schlee, P., Zur Morphologie des Berner Jura. S. 1214.
- Frech, F., China, Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien. S. 76.
- Friedenthal, H.: Correns, C., Die neuen Vererbungsgesetze. S. 918.
- Unna, P. G., Biochemie der Haut. S. 625.
- Friederichsen, Max: Amundsen, Roald, Die Eroberung des Südpols. S. 192.
- Adolf Friedrich Herzog zu Mecklenburg, Vom Kongo zum Niger und Nil. S. 101.
- Frobenius, Leo, Und Afrika sprach (Originalartikel). S. 401.
- Rickmer Rickmers, W., The Duab of Turkestan. S. 699.
- Walter, M., Inhalt und Herstellung der Topographischen Karte 1:25 000. S. 699.
- Geinitz, E.: Samter, M., Statistick der märkischen stehenden Gewässer. S. 533.
- Glatzel, Br.: Ries, Chr., Die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung des Selens für die Elektrotechnik. S. 939.
- Godlewski, Emil: Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen, hrsg. von Wilhelm Roux. S. 365.
- Göpel, F.: Huygens, Die Pendeluhr (Originalartikel). S. 1133.
- Reichenbach, Georg v., Von Walther v. Dyck. S. 124.
- Goldberg, E.: Gleichen, A., Grundriß der photographischen Optik. S. 1048.
- Grafe, Viktor: Benecke, Wilhelm, Bau und Leben der Bakterien. S. 147.
- Grafe, V., Einführung in die Biochemie (Autoreferat). S. 196.
- Guttenberg, H. v.: Pringsheim, Ernst G., Die Reizbewegungen der Pflanzen. S. 461.
- Halban, H. von: van't Hoff, J. H., Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen des Staßfurter Salzlagerns. S. 77.

- Hansemann, v.: Jores, Leonhard, Anatomische Grundlagen wichtiger Krankheiten. S. 557.
- Hanstein, R. v.: Bohn, G., Die neue Tierpsychologie. S. 459.
- Brehms Tierleben. Allgemeine Kunde des Tierreichs. S. 267.
- Linden, M. v., Die Assimilationstätigkeit der Schmetterlingspuppen. S. 221.
- Schaeffer, C., Biologisches Experimentierbuch zum selbständigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde. S. 458.
- Ziegler, H. E., Zoologisches Wörterbuch. S. 315.
- Heinze, B.: Matenaers, F. F., Der Luzernebau. S. 245.
- Müller-Thurgau, H., und A. Osterwalder, Die Bakterien im Wein und Obstwein und die dadurch verursachten Veränderungen. S. 702.
- Hempelmann, F.: Franz, V., Sehorgan. S. 797.
- Giuffrida-Ruggeri, V., Homo sapiens. S. 746.
- Ornithologisches Jahrbuch. S. 798.
- Plate, L., Leitfaden der Deszendenztheorie. S. 798.
- Simroth, Heinrich, Abriß der Biologie der Tiere. S. 797.
- Weismann, August, Vorträge über Deszendenztheorie. S. 555.
- Zander, Enoch, Das Leben der Biene. S. 774.
- Henning, F.: Burgeß, G. K., und H. le Chatelier, Die Messung hoher Temperaturen. S. 1183.
- Hilzheimer, M.: Schmidt, R. R., Die diluviale Vorzeit Europas. S. 965.
- Jabs, Asmus: Bartel, F., Torfkraft. S. 340.
- Jacobi, A.: Mimikry und verwandte Erscheinungen (Originalartikel). S. 681.
- Japha, Arnold: Groß, J., Insekten. S. 797.
- Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie. S. 1307.
- Just, G.: Henrich, Ferdinand, Theorien der organischen Chemie. S. 390.
- Kammerer, Paul: Kammerer, Paul, Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes bei Pflanze, Tier und Mensch (Originalartikel). S. 1025.
- Kármán, Th. v.: Pražil, Frz., Technische Hydrodynamik. S. 605.
- Katsch, G.: Schall, Hermann, Der menschliche Körper und seine Krankheiten. S. 534.
- Kauffmann, H.: Ruggli, Paul, Die Valenzhypothese von J. Stark vom chemischen Standpunkt. S. 102.
- Klut, Hartwig: Tillmans, J., Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung (Originalartikel). S. 453.
- Koepert, Otto: Hennicke, Carl R., Handbuch des Vogelschutzes. S. 194.
- Koetschau, Rudolf: Ditmar, R., Der Kautschuk (Originalartikel). S. 203.
- Koppel, J.: Böttger, Wilhelm, Qualitative Analyse vom Standpunkt der Ionenlehre. S. 1157.
- Gmelin-Krauts Handbuch der anorganischen Chemie. S. 125.
- Hoppe, Johannes, Analytische Chemie I. Qualitative Analyse. S. 1158.
- Koppel, J.: Lassar-Cohn, Einführung in die Chemie in leichtfaßlicher Form. S. 581.
- Michaelis, Leonor, Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker. S. 125.
- Miethe, A., Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert. I. u. II. Bd. S. 507.
- Müller, Erich, Elektrotechnisches Praktikum. S. 867.
- Röhm, Otto, Maßanalyse. S. 1074.
- Bakhius Roozeboom, H. W., Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenregel. S. 362.
- Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie. S. 1128.
- Kronenberg, M.: Roux, Wilhelm, Über kausale und konditionale Weltanschauung (Originalartikel). S. 1143.
- Lachmann, R.: Haase, E., Die Erdrinde. S. 700.
- Krusch, P., Die Versorgung Deutschlands mit metallischen Rohstoffen. S. 989.
- Niklas, Hans, Chemische Verwitterung der Silikate und der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Humusstoffe. S. 244.
- Tornquist, Grundzüge der geologischen Formations- und Gebirgskunde. S. 700.
- Walther, Johannes, Lehrbuch der Geologie Deutschlands. S. 390.
- Ladenburg, R.: Urbain, G., Einführung in die Spektrochemie. S. 724.
- Lehmann, E.: de Vries, Hugo, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung Oenothera. S. 1243.
- Lehnhofer, Carl: Bütschli, O., Vorlesungen über vergleichende Anatomie. S. 172.
- Driesch, H., Ordnungslehre. S. 461.
- Schleip, W., Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreich. S. 146.
- Lewin, Carl: Czerny, Vincenz, Über die neuen Bestrebungen, das Los der Krebskranken zu verbessern. S. 894.
- L.: Marzell, H., Die Tiere in deutschen Pflanzennamen. S. 534.
- Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Öle (Originalartikel). S. 1226.
- Haas, P., und G. Hill, An introduction to the chemistry of plant products. S. 726.
- Lindig, F.: Waetzmann, Erich, Die Resonanztheorie des Hörens (Originalartikel). S. 107.
- Lubberger, F.: Miethe, A., Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert. III. u. IV. Bd. S. 509.
- Ludewig, P.: Dessauer, F., Die neuesten Fortschritte in der Röntgenphotographie. S. 528.
- Katalog der historischen Abteilung der ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung (IIa) zu Frankfurt a. Main 1909. S. 173.
- Linke, F., Aeronautische Meteorologie. S. 292.
- Rein, H., Radiotelegraphisches Praktikum. S. 26.
- Schwenter, I., Leitfaden der Momentaufnahmen im Röntgenverfahren. S. 528.
- Neue deutsche Literatur aus dem Gebiete der Luftschiffahrt (Sammelreferat). S. 1234.

- Magnus, P.: Muschler, Reno, A Manual Flora of Egypt. S. 195.
- Mahlke, A.: Eckardt, W. R., Klima und Leben (Bioklimatologie). S. 315.
- Groll, M., Kartenkunde I. S. 821.
- Hugershoff, R., Kartographische Aufnahmen und geographische Ortsbestimmung auf Reisen. S. 821.
- Valentiner, Siegfried, Vektoranalysis. S. 821.
- Populäre physikalische Literatur. S. 820.
- Marcuse, A.: Pläßmann, Joseph, Himmelskunde. S. 1130.
- Martienssen, O.: Perry, John, Drehkreisel. S. 1130.
- Matula, J.: Fischer, Emil, Organische Synthese und Biologie. S. 437.
- May, Walther: Chamberlain, Houston Stewart, Goethe, Kap. 4. Der Naturforscher. S. 412.
- Kühner, F., Lamarck, die Lehrer vom Leben, seine Persönlichkeit und das Wesentliche aus seinen Schriften, kritisch dargestellt. S. 1239.
- Mecklenburg, Werner: Bergius, Friedrich, Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. S. 410.
- Cassuto, Leonardo, Der kolloide Zustand der Materie. S. 532.
- Ekecrantz, Thor, Geschichte der Chemie. S. 1018.
- Hinneberg, Die Kultur der Gegenwart. S. 773.
- Ostwald, Wolfgang, Die neuere Entwicklung der Kolloidchemie. S. 314.
- Staudenmaier, Ludwig, Die Magie als experimentelle Naturwissenschaft. S. 150.
- Strunz, Franz, Die Vergangenheit der Naturforschung. S. 1184.
- The Svedberg, Die Existenz der Moleküle. S. 242.
- Meyer, R. J.: Cohen, Ernst, Jacobus Henricus van't Hoff. Sein Leben und Wirken. S. 627.
- Hempel, Walter, Gasanalytische Methoden. S. 724.
- Michaelis, L.: Bernstein, Julius, Elektrobiologie. S. 437.
- Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner und Biologen. S. 292.
- Moewes, F.: Engler, A., Das Pflanzenreich. S. 194, 1273.
- Naturschutz. S. 484.
- Müller, Eduard: Klotz, Max, Die Bedeutung des Getreidemehles für die Ernährung. S. 1103.
- Naumann, M.: Liesegang, Raph. Ed., Geologische Diffusionen. S. 1046.
- Nestler, A.: Molisch, H., Leuchtende Pflanzen. S. 126.
- Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. S. 1277.
- Parnas: Armstrong, E. Frankland, Die einfachen Zuckerarten und die Glukoside. S. 1276.
- Analyse des Harns. S. 1276.
- Dakin, H. D., Oxydations and reductions in the animal body. S. 389.
- Pincussohn, L., Medizinisch-chemisches Laboratoriums-Hilfsbuch. S. 222.
- Pohl, R.: Campbell, Norman R., Moderne Elektrizitätslehre. S. 918.
- Gerland, E., Geschichte der Physik von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des 18. Jahrhunderts. S. 436.
- Guericke, Otto v., Über die Luftpumpe und den Luftdruck. S. 1131.
- Les idées modernes sur la constitution de la matière. S. 1047.
- Rosenthal, Josef, Praktische Röntgenphysik. S. 746.
- Poll, Heinrich: Bateson, W., Mendel's Principles of Heredity. S. 553.
- Lenz, F., Über die krankhaften Erbanlagen des Mannes und die Bestimmung des Geschlechts beim Menschen. S. 554.
- Plate, L., Vererbungslehre. S. 553.
- Posner, Th.: Eder, Joseph Maria, Ausführliches Handbuch der Photographie. S. 122.
- Eder, Joseph Maria, Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik. S. 774.
- Herzog, R. O., Chemische Technologie der organischen Verbindungen. S. 698.
- Hübl, Arthur Freiherr von, Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und ähnlicher Verfahren. S. 124.
- Hübl, Arthur Freiherr von, Die Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochromplatten. S. 582.
- Valenta, Eduard, Die Photographie in natürlichen Farben. S. 124.
- Pringsheim, H.: Henneberg, W., und G. Bode, Die Gärungsgewerbe und ihre wissenschaftlichen Grundlagen. S. 1074.
- Wohlgemuth, Julius, Grundriß der Fermentmethoden. S. 1073.
- Pütter, A.: Neuberg, Carl, Beziehungen des Lebens zum Licht. S. 894.
- Schäfer, G. A., Das Leben. S. 747.
- Steier, August, Aristoteles und Plinius. S. 894.
- Tigerstedt, Robert, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. S. 894.
- Zuntz, N., und A. Loewy, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. S. 894.
- Regener, Erich: Chwolson, O. D., Lehrbuch der Physik. S. 917.
- Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. I. Bd., 1. Lief., u. II. Bd. 2. Lief. S. 436.
- Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Bd. IV., Lief. 1. S. 918.
- Martiensen, O., Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik. S. 1016.
- Reiche, Fritz: Langevin, P., et M. de Broglie, La théorie du rayonnement et les quanta (Originalartikel). S. 549.
- Rohr, M. v.: Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel. S. 407.
- Rona, P.: Fürth, Otto v., Probleme der physiologischen und pathologischen Chemie. S. 1276.
- Oppenheimer, Carl, Die Fermente und ihre Wirkungen. S. 726.

- Rühl, A.: Walther, Johannes, Das Gesetz der Wüstenbildung. S. 148.
- Sackur, O.: Ahrens, Felix B., Einführung in die praktische Chemie. S. 171.
- Amagat, E. H., Notes sur la Physique et la Thermodynamique, extraites du Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. S. 697.
- Arrhenius, Svante, Conférences sur quelques Thèmes choisis de la Chimie Physique pure et appliquée. S. 171.
- Wood, T. B., The Story of a Loaf of Bread. S. 410.
- Sapper, K.: Wolff, F. v., Der Vulkanismus. S. 986.
- Schalow, H.: Brehms Tierbilder. Die Vögel. S. 1309.
- Kleinschmidt, O., Die Singvögel der Heimat. S. 745.
- Voigt, Alwin, Exkursionsbuch zum Studium der Vogelstimmen. S. 580.
- Schaxel, J.: Angersbach, A. L., Zum Begriff der Entwicklung. S. 557.
- Benedikt, Moriz, Biomechanik und Biogenesis. S. 126.
- Bergson, Schöpferische Entwicklung (Originalartikel). S. 795.
- Francé, R. H., Wert und Unwert der Naturwissenschaften. S. 798.
- Gurwitsch, Alexander, Vorlesungen über allgemeine Histologie. S. 1102.
- Minot, Charles S., Die Methode der Wissenschaft und andere Reden. S. 363.
- Minot, Charles Sedwick, Moderne Probleme der Biologie. S. 557.
- Nussbaum, J., Die entwicklungsmechanisch-metaplastischen Potenzen der tierischen Gewebe. S. 1246.
- Plate, L., Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. S. 1244.
- Przibram, H., Vitalität. S. 1185.
- Rádl, Em., Neue Lehre vom zentralen Nervensystem. S. 220.
- Sedgwick, W. T., und E. B. Wilson, Einführung in die allgemeine Biologie. S. 1246.
- Trendelenburg, W., Die vergleichende Methode in der Experimentalphysiologie. S. 1103.
- Verworn, Max, Kausale und konditionelle Weltanschauung. S. 51.
- Scheffer, W.: Peter, J., und L. Vanino, Die Luminographie. S. 698.
- Schmauss, A.: Kähler, Karl, Luftelektrizität. S. 533.
- Schmidt, E. W.: Correns, C., Die neuen Vererbungsgesetze. S. 198.
- Rikli, M., und C. Schröter, Vom Mittelmeer zum Nordrand der Sahara. S. 702.
- Sieben, Hubert, Einführung in die botanische Mikrotechnik. S. 702.
- Strasburger, E., Das botanische Praktikum. S. 701.
- Wiesner, Jul. v., Biologie der Pflanzen. S. 702.
- Schott, G.: Groll, Max, Tiefenkarten der Ozeane. S. 174.
- Monatskarten für den nordatlantischen Ozean (Originalartikel). S. 623.
- Schrott, Paul Ritter von: Goldberg, E., Die Grundlagen der Reproduktionstechnik. S. 315.
- Handbuch der praktischen Kinematographie. S. 77.
- Seydel, Emil: Walter, Emil, Unsere Süßwasserfische. S. 1308.
- Walter, Emil, Einführung in die Fischkunde unserer Binnengewässer. S. 1308.
- Sieveking, H.: Pohl, R., Die Physik der Röntgenstrahlen (Originalartikel). S. 393.
- Spieler, F.: Hamburger, Franz, Die Tuberkulose des Kindesalters. S. 748.
- Steche, O.: Hanstein, R. von, Biologie der Tiere. S. 270.
- Hilzheimer, M., Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. S. 171.
- Jordan, H., Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere. S. 340.
- Lloyd, R. E., The Growth of Groups in the animal kingdom. S. 219.
- Maas, O., und O. Renner, Einführung in die Biologie. S. 271.
- Tschulok, S., Entwicklungstheorie, Darwins Lehre, gemeinverständlich dargestellt. S. 458.
- Steuer, Ad.: Stiasny, G., Das Plankton des Meeres. S. 1073.
- Süring, R.: Arrhenius, Svante, Das Werden der Welten. S. 916.
- Arrhenius, Svante, Die Vorstellung vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten. S. 917.
- Bjerknes, V., Dynamische Meteorologie und Hydrographie. I. Teil. S. 266. — II. Teil. S. 748.
- Börnstein, R., Leitfaden der Wetterkunde. S. 1018.
- Tiessen, E.: Ferdinand Freiherr von Richtenhofen, China, Band V. S. 100.
- Tillmans, J.: Dunbar, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. S. 582.
- Tobler, F.: Gramberg, E., Pilze der Heimat. S. 701.
- Lindau, G., Die Flechten. S. 702.
- Neger, Fr. W., Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie). S. 1246.
- Schmeil, O., und J. Fitschen, Pflanzen der Heimat. S. 701.
- Trinkwalter, L., Ausländische Kultur- und Nutzpflanzen. S. 702.
- Uexküll, J. von: Schneider, Karl Camillo, Tierpsychologisches Praktikum in Dialogform. S. 25.
- Uhlig, J.: Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. II, Lief. 1. S. 388. — Bd. II, Lief. 2. S. 940. — Bd. III, Lief. 1. S. 581.
- Ulbrich, E.: Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. S. 461.
- Voit, M.: Fischer, Eugen, Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen. S. 1241.

- Wallich, A.: Levenstein, Adolf, Die Arbeiterfrage. S. 582.
 Wanach, B.: Philippot, H., und E. Delporte, Description des installations du service de l'heure. S. 1180.
 Weigelt, J.: Research in China. S. 1213.

- Weigold, Hugo: Floericke, Kurt, Jahrbuch der Vogelkunde. S. 822.
 Willstätter, R.: Willstätter, Richard, und Arthur Stoll, Untersuchungen über Chlorophyll (Selbstanzeige). S. 1015.

Zuschriften an die Herausgeber.

- Bemerkung zur Entgegnung des Herrn Prof. Dr. Joseph (Paul Kammerer). S. 1210.
 Biologie, Zur Radium- (Alfred Greil). S. 1069.
 Chemie, Die Entwicklung der modernen — in Deutschland (R. J. Meyer). S. 937.
 — Die Geschichte der — von Ekecrantz (R. Winderlich). S. 1182.
 Drudes Optik und Relativitätstheorie (E. Gehrcke). S. 338.
 Elektrisches Feld, Beobachtung der Zerlegung von Spektrallinien durch ein — (J. Stark). S. 1182.
 Elektrische Wellen, Die Erforschung des Erdinnern mit — (H. Löwy). S. 745.
 Elemente, Neue — (H. v. Dechend). S. 985.
 — (Hans v. Liebig.) S. 1015. — (R. J. Meyer.) S. 1015. — (Herausgeber.) S. 1015.
 Entgegnung an Herrn Privatdozenten Dr. Paul Kammerer (H. Joseph). S. 1208.
 Eötvössches Gesetz, Zur Theorie des — (M. Born und R. Courant). S. 674.
 Epigenese und Präformation (H. Hauri). S. 1238.
 Erdinnern, Die Erforschung des — mit elektrischen Wellen (H. Löwy). S. 745.
 Genesis, Über die — der Kohlehydrate (Lenk.) S. 580. — (Parnas.) S. 819. — (Baur.) S. 820.
 Goethe, Der Sinn der Pflanzenmetamorphose bei — (Karl Camillo Schneider). S. 1101.
 Kohlenhydrate, Über die Genesis der — (Lenk.) S. 580. — (Parnas.) S. 819. — (Baur.) S. 820.
 Kolloidchemie der Muskelkontraktion. Bemerkungen zu J. Matulas Artikel Heft 5, S. 109 (S. Guthertz). S. 388.
 Kopien, Original-, von Pflanzenteilen (J. Moeller). S. 1238.
 Landwirtschaftlicher Hochschulunterricht, Die gegenwärtige Gestaltung des — in Deutschland (W. Edler). S. 1127.
 Mendelsches Gesetz, Die Geltung des — beim Menschen (Th. Mollison). S. 1070.

- Metamorphose, Pflanzen-, Der Sinn der — bei Goethe (Karl Camillo Schneider). S. 1101.
 Mimikry und verwandte Erscheinungen (A. Jacobi). S. 938.
 Muskelkontraktion, Zur Kolloidchemie der —. Bemerkung zu J. Matulas Artikel Heft 5, S. 109 (S. Guthertz). S. 388.
 Natrium-Flammen, Über die Absorption in — (R. Ladenburg und H. Senftleben). S. 914.
 Pflanzenmetamorphose, Der Sinn der — bei Goethe (Karl Camillo Schneider). S. 1101.
 Physiologische Funktion der Pigmentzellen (H. Pütter). S. 961, 1127. — (E. G. Pringsheim.) S. 1046.
 Pigmentzellen, Physiologische Funktion der — (A. Pütter). S. 961, 1127. — (E. G. Pringsheim.) S. 1046.
 Präformation und Epigenese (H. Hauri). S. 1238.
 Radioelemente, Über die chemische Natur einiger kurzlebiger — (K. Fajans und P. Beer). S. 338.
 Radium-Biologie, Zur — (Alfred Greil). S. 1069.
 Relativitätstheorie, Einwände gegen die — (E. Gehrcke). S. 170, 338. — (M. Born). S. 191.
 Schwerkraft, Über die Absorption der — (C. Isenkrahe). S. 1237.
 Spektrallinien, Beobachtung der Zerlegung von — durch ein elektrisches Feld (I. Stark). S. 1182.
 Unterricht, Hochschul-, Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen — in Deutschland (W. Edler). S. 1127.
 Ursache und Bedingungen (A. Finkelstein). S. 360. — (M. Kronenberg.) S. 361, 506. — (N. Ph. Tendeloo.) S. 504. — (Eman. Seyler.) S. 505.
 Ur X, Über die komplexe Natur des — (K. Fajans und O. Göhring). S. 339.

Kleine Mitteilungen.

- Abhitze, Die Ausnutzung der — von Gaserzeugungsöfen. S. 1020.
 Ablauge der Sulfitzelluloseindustrie. S. 367.
 Acetylen- und Calciumkarbidindustrie. S. 992.

- Akkumulatoren, Neuartige Blei-. S. 272.
 Aleuronkörner, Künstliche Darstellung von —. S. 78.
 Algenmembranen, Kallose in —. S. 343.

- Aluminium, Legierungen von — und Vanadium. S. 512.
 — Weltproduktion des —. S. 992.
 Aluminiumlegierungen, Änderung des elektrischen Widerstandes von —. S. 176.
 Aluminiumsorten, Die Angreifbarkeit der — durch Wasser und Kochsalzlösungen. S. 751.
 Aminosäuren, die bei der Darmverdauung entstehen. S. 847.
 Ammoniak, flüssiges, Über die Einwirkung von Ozon auf —. S. 1312.
 Anstriche, Herstellung von — durch Eintauchen und Anspritzen. S. 103.
 Anziehung, wechselseitige, zwischen Schiffen beim Vorbeifahren. S. 152.
 Asphaltsee auf der Insel Trinidad und die Verwertung des Trinidadasphaltes. S. 726.
 Assimilation, natürliche Stickstoff-, Ein wichtiger Beitrag zur Frage der —. S. 1188.
 Assimilierung, Die Fähigkeit zur — elementaren Stickstoffs. S. 367.
 Atemreize. S. 920.
 Atmosphäre, Merkwürdige Trübung der — S. 224.
 — Ungewöhnliche Trübung der —. S. 1160.
 Atmosphärische Störung. S. 656.
 Atolle. S. 680.
 Atomgewicht 3, Bisher unbekanntes Gas von dem —. S. 344.
 Atomgewichte, Aus dem Jahresbericht des Internationalen Komitees der — für 1913. S. 319.
 Atomgewichtstabelle. S. 392.
 Ausdehnung, Sprungweise Änderung der — durch die Wärme. S. 127.
 Bäckereien, Elektrische Ausrüstung von —. S. 368.
 Bakterienkeime, abgetötet durch ultraviolette Bestrahlung. S. 294.
 Bananen, Jungfernfürchtigkeit bei —. S. 296.
 Baumwollstatistik, Zur —. S. 1247.
 Bezoarziegen. S. 728.
 Bleiakkumulatoren, neuartige. S. 272.
 Blindheit der Schnecken. S. 295.
 Blumenkrone, Ein bisher unbekannter Fall einer Reizbewegung einer — nach Berührung. S. 608.
 Böhmerwald, Fürstlich Hohenzollernsches Naturschutzgebiet im —. S. 631.
 Brechungszahl im kritischen Zustande. S. 28.
 Briefmarken - Aufklebemaschine. S. 272.
 Calciumkarbid. S. 536.
 — und Acetylenindustrie. S. 992.
 Celluloid, Ersatzstoff für das —. S. 536.
 Cellulose, kann durch Einwirkung von Säuren in Glukose übergeführt werden. S. 968.
 — aus Spargelkraut. S. 247.
 Chemische Analysen von Gasen mittels der Kanalstrahlen. S. 416.
 — Industrie, Fortschritte und Probleme der —. S. 630.
 — Zerlegungen, Keine — im magnetischen Kraftfelde. S. 944.
 Chitin in Bakterien. S. 128.
 Chromosphäre, Radium in der — der Sonne. S. 78.
 Chroococceen-Art, Eine Wasserblüte bildende —. S. 896.
 Corti, Beiträge zu einer Biographie des Marchese Alfonso —. S. 846.
 Darmkanal, Pflanzensamen im — von Säugtieren. S. 80.
 Darmverdauung, Bei der — entstehende Aminosäuren. S. 847.
 Descartes, Der Schädel des —. S. 80, 512.
 Desinfektion von Büchern und Papiergeld. S. 223.
 Desinfektionsanlage für Eisenbahnwagons. S. 319.
 Diamanten, künstliche. S. 319.
 Diastase, Reindarstellung von —. S. 751.
 Dichtung gegen Wasser durch Fett oder Öle. S. 248.
 Diesel-Lokomotive, Die erste —. S. 944, 1048.
 Doppelbrechung, Die Änderungen der — gehen nicht momentan mit den Änderungen der Feldstärke vor sich. S. 1311.
 Drahtlos, Wie telegraphiere ich — ? S. 439.
 Drahtlose Telegraphie auf Rettungsboten. S. 966.
 — Telephonie. S. 632.
 Drehspulinstrumente. S. 968.
 Edelmarder, Staatlicher Schutz des —. S. 631.
 Edelstahl. S. 510.
 Eier mittels Röntgenstrahlen untersuchen. S. 416.
 Einsiedlerkrabben. S. 295.
 Eisberg. S. 271.
 Eisen, Eine neue chemische Ursache für das Rosten des —. S. 1280.
 Eissorten, Bezeichnung der —. S. 560.
 Eiweißkörper, Zum Nachweis von —. S. 1160.
 Elektrische Methoden, Bestimmung der Spannungszustände nach optischen und —. S. 103.
 — Wellen, Die Erforschung des Erdinnern mit —. S. 680.
 Elektrischer Widerstand, Änderung des — von Aluminiumlegierungen. S. 176.
 Elektrisches Leistungsvermögen, Verringerung des — von Kupfer durch Zusatz von Arsen. S. 463.
 Elektrisierung des Benzols durch Reibung. S. 488.
 Elektrizität, Anwendung der — bei Erdarbeiten und bei Ausführung von Hochbauten. S. 318.
 Energieumsatz bzw. Arbeit einzelner Organe. S. 872.
 Erdbeben, Der Mond könnte die Entstehung von — beeinflussen. S. 560.
 Erde, Seltene Gase und ihre Bedeutung für die Physik der —. S. 632.
 Erdgas, Die Funde von — in Ungarn. S. 488.
 Erdinnere, Die Erforschung des — mit elektrischen Wellen. S. 680.
 Erdmagnetismus. S. 728.
 — Einfluß der Weltmeere auf den — und die Gestalt der Erdschale. S. 151.

- Erdströme, Beschädigung von Rohrleitungen durch —. S. 846.
- Erfrieren und Gefrieren von organischen Substanzen. S. 558.
- Erzvorrat und Roheisenerzeugung. S. 775.
- Fachausdrücke**, einheitliche, im Flugwesen. S. 272.
- Färbung, Holz-, an lebenden Bäumen. S. 656.
- Faradaysches Gesetz, Einfluß hohen Druckes auf die Gültigkeit des ersten —. S. 416.
- Farbe des Wassers und seine Zusammensetzung. S. 272.
- Fauna der salzigen Binnengewässer. S. 967.
- Feldstärke, Die Änderungen der Doppelbrechung gehen nicht momentan mit den Änderungen der — vor sich. S. 1311.
- Feuerbeständige Kleiderstoffe. S. 463.
- Fischefressende Spinne. S. 440.
- Flagellaten, Die Umwandlung grüner — in farblose. S. 176.
- Flammen, Eigenschaften der —. S. 28.
- Flammenerscheinung, Eine sehr bemerkenswerte —. S. 223.
- Flüssige Luft, Sprengversuche mit —. S. 991.
- Flüssigkeit durch Auflösung eines schwereren Körpers leichter. S. 152.
- zähe, Bewegungen einer — unter einer rotierenden Platte. S. 175.
- Flugtechnik, Ausschuß für drahtlose Telegraphie der Wissenschaftlichen Gesellschaft für —. S. 1248.
- Flugwesen, Einheitliche Fachausdrücke im —. S. 272.
- Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. S. 896.
- Fossile Reste, Die ersten — von Schildkröten. S. 200.
- Frosch, Temperatursinn des —. S. 751.
- Funkentelegraphie, Bei der — tönt das Empfangstelephon in der Nacht viel lauter als am Tage. S. 1248.
- Funkentelegraphischer Erfolg, Der erste — zwischen Deutschland und Amerika. S. 536.
- Galvanometer** zur Messung schwächster Gleich- und Wechselströme. S. 296.
- Gas, Verwendung des — zu Heizzwecken. S. 584.
- Gasanalyse, mikroskopische, Die Methode der —. S. 800.
- Gase, seltene, und ihre Bedeutung für die Physik der Erde. S. 632.
- Gaserzeugungsöfen, Die Ausnutzung der Abhitze von —. S. 1020.
- Gefäßweiterung und Sekretion. S. 1132.
- Gefäßmuskulatur, Aktionsströme der —. S. 847.
- Gefrieren und Erfrieren von organischen Substanzen. S. 558.
- Geruch und Gesicht. S. 750.
- Geschwülste, bösartige, Wachstumsbeschleunigung der — durch Röntgenstrahlen. S. 1279.
- Gewitter-Fernanzeiger. S. 151.
- Giftfestigkeit des Igels. S. 776.
- Glukose, Cellulose kann durch Einwirkung von Säuren in — übergeführt werden. S. 968.
- Großhirn, Ein Mensch ohne —. S. 871.
- Härtebestimmung**, absolute. S. 248.
- Hallsches Phänomen. S. 52.
- Harnstoff im Pflanzenkörper. S. 320.
- Hauskatze. S. 920.
- Hausmüll und seine Verwertung in den Großstädten. S. 629.
- Haustiere, altkretische. S. 823.
- Heberschreibvorrichtung zum Telegraphieren durch Unterseekabel. S. 392.
- Heizzwicke, Verwendung des Gases zu —. S. 584.
- Heliumproben, Durch Untersuchung von — ein bisher unbekanntes Spektrum entdeckt. S. 848.
- Helligkeit, Über wirkliche und scheinbare — und Farbe der Wolken. S. 294.
- Himmelslicht, Polarisation des zerstreuten — und Absorption durch die Atmosphäre. S. 752.
- Hinrichtungen durch Elektrizität. S. 752.
- Hochofenwind, Anreicherung des — mit Sauerstoff. S. 1312.
- Hochzeitskleid, Das sogenannte — bei Süßwasserfischen. S. 776.
- Hoher Druck, Einfluß — auf die Gültigkeit des ersten Faradayschen Gesetzes. S. 416.
- Holzfärbung an lebenden Bäumen. S. 656.
- Hysteresis, elastische, im Stahl. S. 464.
- Japanknollen**, Der Zucker der —. S. 151.
- Igel, Giftfestigkeit des —. S. 776.
- Imprägnierung des Holzes. S. 488.
- Industrie, Von den Fortschritten der Technik und — in den Vereinigten Staaten. S. 318.
- Ionisierungsspannung in verschiedenen Gasen. S. 368.
- Jungfernerfruchtbarkeit der Bananen. S. 296.
- Jupitermond. S. 52.
- Kältetechnik** und Lebensmittelversorgung. S. 1280.
- Kälteverein, Aus der Hauptversammlung des Deutschen —. S. 558.
- Kagus. S. 368.
- Kalkflechten. S. 343.
- Kallose in Algenmembranen. S. 343.
- Kanalgase, Zerstörende Einwirkung von — auf Zementkonstruktionen. S. 344.
- Kanalstrahlen, Chemische Analysen von Gasen mittels der —. S. 416.
- Kathodenstrahlen erzeugen bei verschiedener Geschwindigkeit verschiedenfarbiges Licht. S. 416.
- Kohlenförderung durch Saugluft. S. 632.
- Kohlensäure-Kristalle. S. 464.
- Kohlensäureschnee, Verwendung von — in der Heilkunde. S. 750.
- Kohlenstoffoxyd, neues. S. 1310.
- Konservierung, Lachs- in Nordamerika. S. 343.
- Kraftstation, besondere. S. 1312.
- Kreuzung von Pflanzen die Ausbildung der Frucht. S. 79.

- Kristallformen von Gasen und Flüssigkeiten. S. 872.
- Kristallisation beim Anlassen von harten Metallen. S. 200.
- Kritischer Zustand, Brechungszahl im —. S. 28.
- Lachskonservierung** in Nordamerika. S. 343.
- Lampe von niedriger Spannung. S. 752.
- Landschnabeltiere, langschnäblige. S. 295.
- Lebensmittelversorgung und Kältetechnik. S. 1280.
- Leitungsvermögen, elektrisches, Verringerung des — von Kupfer durch Zusatz von Arsen. S. 463.
- Leitungswiderstand, Wie verändert sich der — eines Drahtes beim Ziehen und Tordieren, sowie Erwärmen nach dem Ziehen und Tordieren. S. 536.
- Leuchtballonen, Messung der Luftströmungen bei Nacht mit —. S. 535.
- Leuchtboje. S. 28.
- Leuchtende Punkte, Geschwindigkeit der — in Wasserstoffröhren. S. 848.
- Leuchtgas, ein neues versandfähiges. S. 1312.
- Lokomotive, Diesel, Die erste —. S. 944, 1048.
- Luftdruckänderungen, Einfluß der täglichen —. S. 584.
- Luftpumpe, Entwicklung der —. S. 152.
- Luftresonatoren, Die Anwendung von — bei Telephontönen. S. 175.
- Luftschiff L 2, Marine-, Über die Vernichtung des neuesten —. S. 1104.
- Luftströmungen in einer Höhe von 50 (engl.) Meilen. S. 368.
- Messung der — bei Nacht mit Leuchtballonen. S. 535.
- Macrozamia Moorei**, eine untergehende Pflanzenart. S. 414.
- Madeira, Alter der Insel —. S. 560.
- Magnesiummetall. S. 728.
- Magnetisches Feld der Sonnenoberfläche. S. 368.
- Kraftfeld, Keine chemischen Zerlegungen im —. S. 944.
- Maybach-Motor. S. 823.
- Metallbearbeitung. S. 51.
- Metallfadenlampen, Lichtschwankung bei Wechselstrom. S. 368.
- Metallisches Barium mittels Silicium hergestellt. S. 992.
- Meteoreisenfall, Ein neuer — in Japan. S. 174.
- Methan, Für — den dreifachen Punkt bestimmt. S. 992.
- Mikroben, Ist ein Leben ohne — möglich? S. 295.
- Mikroorganismen im Salzbergwerk. S. 727.
- Mikroskopische Gasanalyse, Die Methode der —. S. 800.
- Mistelfrucht. S. 104.
- Misteln. S. 104.
- Molkereiindustrie, Verwendung der Kälte in der —. S. 560.
- Mond, Der — könnte die Entstehung von Erdbeben beeinflussen. S. 560.
- Rundtäler auf dem —. S. 415.
- Die Gestalt von Sonne und —. S. 78.
- Montblancgletscher, Temperatur des —. S. 1311.
- Morphologische Veränderungen des gereizten Nerven. S. 1132.
- Moschusochse, S. 200.
- Muschelschalen, Hügel aus — mit Humusschicht. S. 296.
- Muskulatur, quergestreifte, besitzt eine doppelte Innervation. S. 872.
- Myriawatt, Maßeinheit für die Arbeit das — vorgeschlagen. S. 368.
- National Telephone Company**, Verkauf der — in England an den Staat. S. 318.
- Natürlicher Tod, Über den — der Tiere. S. 968.
- Natureisgewinnung; Herausnehmen von Eiern u. dergl. aus Kühlhäusern in warmer Jahreszeit. S. 560.
- Naturgeschichte, Amerikanisches Museum für —. S. 607.
- Naturkonstante, universelle. S. 199.
- Naturschutz in England. S. 704.
- Naturschutzgebiet, Fürstlich Hohenzollernsches — im Böhmerwald. S. 631.
- Nebelparder. S. 368.
- Nerven, Morphologische Veränderungen des gereizten —. S. 1132.
- Leitung von subnormalen Erregungen im normalen —. S. 342.
- Nervensystem, Zentral-, Die kombinierte Lokal- und Allgemeinbehandlung der Syphilis des —. S. 1279.
- Nickelröhren, Herstellung von —. S. 752.
- Nobelpreis. S. 28.
- Nova Geminorum 2. S. 248.
- Objektträger**, Elektrisch heizbare — für Mikroskope. S. 680.
- Ökologie. S. 800.
- Olympic, Umbau der —. S. 368.
- Optische Methoden, Bestimmung der Spannungszustände nach — und elektrischen Methoden. S. 103.
- Optisches Verfahren zur Bestimmung der inneren Spannungen. S. 344.
- Osmium. S. 27.
- Oxydationsvorgänge beschleunigen. S. 27.
- Ozean, der Stille — gesenkt. S. 752.
- Ozon, Über die Einwirkung von — auf flüssiges Ammoniak. S. 1312.
- Ozonhaltiges Quellwasser. S. 848.
- Palladiumschwamm**, Absorptionsfähigkeit des — für Wasserstoff. S. 872.
- Pepsine, verschiedene. S. 776.
- Perpetuum mobile zweiter Art. S. 536.
- Pfeilgifte der Buschmänner. S. 247.
- Pferdekraft. S. 247.
- Pflanzengallen, Entstehung der —. S. 128.
- Pflanzensamen im Darmkanal von Säugtieren. S. 80.

- Physik der Erde, Seltene Gase und ihre Bedeutung für die —. S. 632.
- Planeten, Ursprung der — und ihrer Monde. S. 271.
- Präzision, große. S. 247.
- Protozoen, Die Bewegung der —. S. 1216.
- des süßen Wassers. S. 367.
- Punkte, leuchtende, Geschwindigkeit der — in Wasserstoffröhren. S. 848.
- Pupinspulen, Telephonleitungen mit — ausgerüstet. S. 488.
- Quecksilber**, Kritische Temperatur des —. S. 392.
- Quellwasser, ozonhaltiges. S. 848.
- Quergestreifte Muskulatur besitzt eine doppelte Innervation. S. 872.
- Radioaktive** Abbauprodukte des Thoriums. S. 680.
- Radioelemente, Valenz der —. S. 847.
- Radium in der Chromosphäre der Sonne. S. 78.
- der Sonne. S. 248.
- Okklusion der Zersetzungsprodukte des —. S. 847.
- Reduzierventile, Selbstentzündung der — für verdichteten Sauerstoff. S. 920.
- Regenbogenschale. S. 392.
- Regenfall, jährlicher. S. 584.
- Die Ergebnisse zehnjähriger Registrierungen des — in Norddeutschland. S. 127.
- Reizbewegung, Ein bisher unbekannter Fall einer — einer Blumenkrone nach Berührung. S. 608.
- Relais, elektrische. S. 920.
- Respirationskalorimeter. S. 872.
- Rettungsboote, Drahtlose Telegraphie auf —. S. 966.
- Robben- und Walfischschutz, Eintreten der Pariser Kommission für den —. S. 1048.
- Röntgenröhre. S. 28.
- Röntgenstrahlen, Eier mittels — untersuchen. S. 416.
- Für — undurchlässiges Gewebe. S. 80.
- Wachstumsbeschleunigung bösartiger Geschwülste durch —. S. 1279.
- Erzeugung harter —. S. 631.
- Mehrfache Reflexion von — an Kristallen. S. 848.
- Wellenlänge der —. S. 848.
- Roheisenerzeugung und Erzvorrat. S. 775.
- Rohrleitungen, Beschädigung von — durch Erdströme. S. 846.
- Kennzeichnung von —. S. 608.
- Rohrwand, Risse in der —. S. 752.
- Rosten, Eine neue chemische Ursache für das — des Eisens. S. 1280.
- Rückenmarkreflexe, Wiederbelebung der —. S. 608.
- Rückstände, Die Verwertung der — von Feuerungsanlagen. S. 487.
- Rügen, oberirdisch abflußlose Gebiete. S. 680.
- Rundtäler auf dem Monde. S. 415.
- Säbelantilopen**. S. 104.
- Salpetrige Säure beim Erhitzen von Braunstein gebildet. S. 464.
- Salzlösungen, physiologisch - äquilibrirte. S. 847.
- wässrige. S. 127.
- Sauerstoffverbrauch, Die zeitlichen Beziehungen zwischen Speichelabsonderung und — in der Speicheldrüse. S. 1216.
- Saugluft, Kohlenförderung durch —. S. 632.
- Schädel des Descartes. S. 80, 512.
- Schatten; Sichel-. S. 728.
- Scheinfrüchte. S. 104.
- Schiffe mit zwei Längsrippen am Rumpfe. S. 80.
- Schildkröten, Die ersten fossilen Reste von —. S. 200.
- Schnecken, Die Blindheit der —. S. 295.
- Schutzzelte, transportable, für Luftschiffe. S. 416.
- Schwämme, künstliche, aus Papiermasse. S. 511.
- Schwalbennester, eßbare indische. S. 1216.
- Schwedens Wälder. S. 319.
- Seen, Die Erforschung der —. S. 128.
- Seesterne, Die Bewegungsrichtung der —. S. 414.
- Sekretion, Gefäßerweiterung und —. S. 1132.
- Selbstentzündung der Reduzierventile für verdichteten Sauerstoff. S. 920.
- Sichelschatten. S. 728.
- Silber, Wie — in Thüringer Glas einwandert. S. 944.
- Silicium, Metallisches Barium mittels — hergestellt. S. 992.
- Thermokraft des — gegen Kupfer. S. 920.
- Sonne, Radium in der Chromosphäre der —. S. 78.
- Die Gestalt von — und Mond. S. 78.
- Spannungszustände, Bestimmug der — nach optischen und elektrischen Methoden. S. 103.
- Speichelabsonderung. Die zeitlichen Beziehungen zwischen — und Sauerstoffverbrauch in der Speicheldrüse. S. 1216.
- Speicheldrüse, Die zeitlichen Beziehungen zwischen Speichelabsonderung und Sauerstoffverbrauch in der —. S. 1216.
- Spinne, fischefressende. S. 440.
- Spirillen. S. 103.
- Sprengversuche mit flüssiger Luft. S. 991.
- Stäbchensehen. S. 512.
- Stahl, Edel-. S. 510.
- Statocysten, Die Funktion der —. S. 919.
- Staubsorten, kohlenstoffhaltige, Die Entflammbarkeit der —. S. 751.
- Steckmücke, Doppelreaktion auf Licht, beobachtet an den Larven der —. S. 847.
- Stereophagus. S. 511.
- Sterne, Neue Schätzung der Zahl der —. S. 78.
- Sternentemperatur. S. 896.
- Stickstoff, Die Fähigkeit zur Assimilierung elementaren —. S. 367.
- Stickstoffassimilation, natürliche, Ein wichtiger Beitrag zur Frage der —. S. 1188.
- Strahlung, durchdringende. S. 848.
- Substanz, lebende, Über den Zustand der —. S. 1280.
- Süßwasserfische (Hochzeitskleid). S. 776.

- Sulfitzelluloseindustrie, Ablauge der —. S. 367.
- Syphilis, Die kombinierte Lokal- und Allgemeinbehandlung der — des Zentralnervensystems. S. 1279.
- Technik**, Von den Fortschritten der — und Industrie in den Vereinigten Staaten. S. 318.
- α -Teilchen, Zählung von — und β -Teilchen. S. 1104.
- β -Teilchen, Zählung von α -Teilchen und —. S. 1104.
- Telegraphie, drahtlose, Auschuß für — der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik. S. 1248.
- — Gefahren der —. S. 344.
- — auf Rettungsbooten. S. 966.
- Telegraphieren, Heberschreibvorrichtung zum — durch Unterseekabel. S. 392.
- Telephon, Empfangs-, Bei der Funkentelegraphie tönt das — in der Nacht viel lauter als am Tage. S. 1248.
- Telephonie, drahtlose. S. 632.
- Telephonleitungen mit Pupinspulen ausgerüstet. S. 488.
- Temperatursinn des Frosches. S. 751.
- Thermokraft des Siliciums gegen Kupfer. S. 920.
- Thorium, Radioaktive Abbauprodukte des —. S. 680.
- Tod, natürlicher, Über den — der Tiere. S. 968.
- Totalreflexion, Einschließung der Strahlung vermöge —. Seite 632.
- Transfusion des Blutes. S. 342.
- Trauerenten. S. 392.
- Trinidad, Der Asphaltsee auf der Insel — und die Verwertung des Trinidadasphaltes. S. 726.
- Trockenhefe, Ersatzmittel für Fleisch. S. 79.
- Trübung, merkwürdige, der Atmosphäre. S. 224.
- ungewöhnliche, der Atmosphäre. S. 1160.
- Trüffel, Über die Entstehung und Gewinnung der —. S. 776.
- Uhu**. S. 512.
- Ultraviolett im Laboratorium und in der Natur. S. 415.
- Ultraviolette Bestrahlung, Bakterienkeime abgetötet durch —. S. 294.
- Unbekanntes Gas von dem Atomgewicht 3. S. 344.
- Unfälle, Statistik über — durch Petroleum, Leuchtgas und Elektrizität im Jahre 1912. S. 511.
- Vanadium**, Legierungen von Aluminium und —. S. 512.
- Vorträge, populäre wissenschaftliche. S. 464.
- Wärme, Sprungweise Änderungen der Ausdehnung durch die —. S. 127.
- Wahlbergzebra. S. 415.
- Wal Fisch- und Robbenschutz, Eintreten der Pariser Akademie für den —. S. 1048.
- Wasser, Farbe des — und seine Zusammensetzung. S. 272.
- Wasserstoff in der Luftschiffahrt und in der Industrie. S. 607.
- Wasserstofffernleitung. S. 343.
- Wasserstoffperoxyd, Bildung von — durch kathodische Reduktion gelösten Sauerstoffs. S. 824.
- Wasserstoff-Sauerstoffflamme, Arbeiten mit der — unter Wasser. S. 511.
- Wasserstoffsperoxyd, Über die Reduktion unter Druck gelösten Sauerstoffes zu —. S. 1312.
- Wasserversorgung von Marseille. S. 293.
- Wildgänse. S. 512.
- Windgeschwindigkeiten, Messung von —. S. 79.
- Wolfram. S. 511.
- Wolframdrähte, Zerreißfestigkeit. S. 752.
- Wolken, Wirkliche und scheinbare Helligkeit und Farbe der —. S. 294.
- Wurmfortsatz, Röntgenuntersuchung des —. S. 512.
- Zeeman-Effekt**. S. 368.
- Zeichenübermittlung, drahtlose, Die Schnelligkeit —. S. 1020.
- Zeitrelationen in der Geologie. S. 320.
- Zement, Über die Einwirkung von Meerwasser auf —. S. 848.
- Zucker der Japanknollen. S. 151.
- Züchtungskunde, Die Deutsche Gesellschaft für —. S. 607.
- Zündholzindustrie, Über die Entwicklungsgeschichte der —. S. 392.



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 1.

3. Januar 1913.

Erster Jahrgang.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

INHALT:

Zur Einführung. S. 1.
Naturwissenschaften und Biologie. Von *Prof. Dr. Oskar Hertwig, Berlin.* S. 2.
Arzt und Naturwissenschaften. Von *Prof. Dr. W. His, Berlin.* S. 3.
Maxwells Prinzip der Einheit aller elektrischen Erscheinungen und damit zusammenhängende von mir veranlaßte neuere Versuche. Von *Prof. Dr. Franz Richarz, Marburg.* S. 4.
Die Beziehungen der Mikroorganismen zur Verdauung. Von *Prof. Dr. N. Zuntz, Berlin.* S. 7.
Die Molekularpumpe. Von *Privatdozent Dr. W. Gaede, Freiburg i. B.* S. 11.

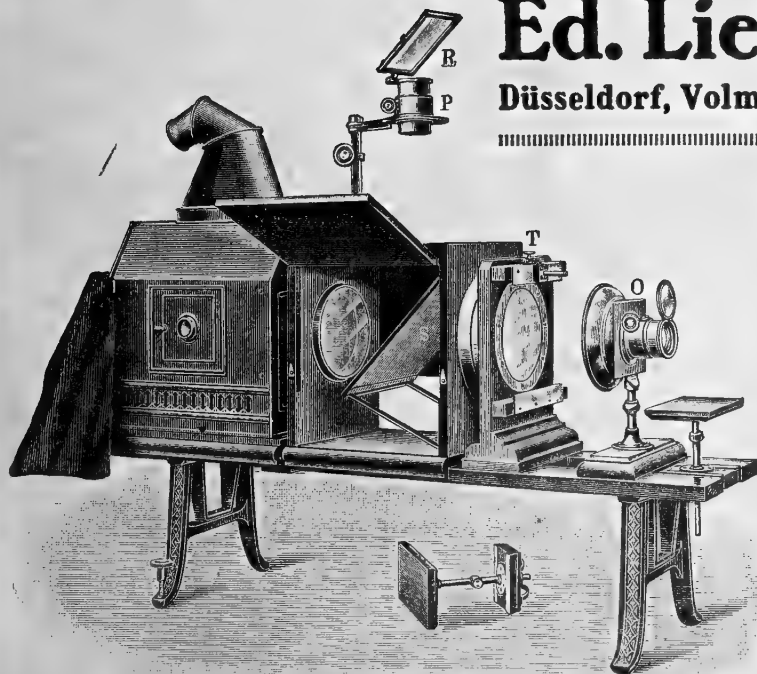
Flammenlose Gasfeuerung, ein neues Heizverfahren. Von *Prof. H. v. Jüptner, Wien.* S. 14.

Biologische Probleme. Von *Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien.* S. 18.

Die Wege zum künstlichen Kautschuk. Von *Dr. Rudolf Dittmar, Graz.* S. 20.

Die Internationale Mathematische Unterrichtskommission und die Berichte über den mathematischen Unterricht in Deutschland. Von *Prof. Dr. A. Gutzmer, Halle a. S.* S. 23.

Besprechungen S. 25. — Kleine Mitteilungen S. 27.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Bei der Redaktion liegen u. a. nachstehende Originalarbeiten zur Veröffentlichung vor:

Asher, Prof. Dr. L.: Innere Sekretion.

Auerbach, Prof. F.: Die graphische Darstellung.

du Bois-Reymond: Kalischers Dressurmethode zur physiologischen Erforschung der Sinnesempfindungen.

Brahn, Privatdozent Dr. M.: Das Eindringen der Naturwissenschaftlichen Methoden in die Geisteswissenschaften.

Eichhorn, Dr. G.: Über Stoßerregung elektrischer Schwingungen in der Radiotelegraphie und ihre Vorzüge.

Frech, Prof. Dr. F.: Die Bagdadbahn und ihre Kulturbedeutung.

Frech, Prof. Dr. F.: Die Täler des Taurus und die Bagdadbahn.

Gehrcke, Dr. E.: Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände.

Gorges, Dr. H.: Chemie und Technik extrem hoher Temperaturen.

Grafe, Privatdozent Dr. V.: Die Gewinnung und Entfernung von Naturstoffen durch Aufschließen.

Hering, Prof. Dr. H. E.: Die Koeffizientenlehre.

Koppel, Prof. Dr. J.: Bildungsverhältnisse polymorpher Mineralmodifikationen.

Löwy, Dr. H.: Die Interferenz der Röntgenstrahlen (Laue-Effekt) und ihre Bedeutung für die Kristallographie.

Marcuse, Prof. Dr. A.: Wesen und Bedeutung der Ortsbestimmung im Luftfahrzeuge.

Müller, Prof. Dr. Otfried: Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst.

Poske, Prof. Dr. F.: Die Naturwissenschaft an den Lehrerbildungsanstalten.

Reis, Dr. A.: Über neue Versuche betr. das Wesen chemischer Lichtwirkung.

Reuter, Dipl. Chem. Dr. C.: Chemie der Pilze.

Sachs, Dr. C.: Zur Wiedereinführung des Klavizimbels.

Scheid, Prof. Dr. K.: Die Arbeitsschule.

Steche, Privatdozent Dr. O.: Über die Beziehung der Keimdrüsen zu den körperlichen Geschlechtsmerkmalen im Tierreich.

Steuer, Prof. Dr. A.: Veränderungen der Küstenfauna und -flora bei Wasserverschmutzung der Seehäfen.

Tendeloo, Prof. Dr. N. Ph.: Ursache, Wirkung und Bedingungen.

Vóuk, Dr. V.: Lebensgemeinschaft der Bakterien.

Wanach, Prof. Dr. B.: Bericht über eine internationale Zeitkonferenz in Paris im Oktober 1912.

Zangger, Prof. Dr. H.: Über die wichtigsten Ursachen von elektrischen Unfällen.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Physikalisch-chemische Tabellen von Landolt-Börnstein. Vierte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Herausgegeben von Professor Dr. Richard Börnstein, Berlin und Professor Dr. Walther A. Roth, Greifswald. 1912. In Moleskin geb. Preis M. 56.—.

Der Kautschuk. Eine kolloidchemische Monographie. Von Dr. Rudolf Ditmar in Graz. Mit 21 Figuren im Text und auf einer Tafel. 1912. Preis M. 6.—; in Leinwand geb. M. 6.80.

Umwelt und Innenwelt der Tiere. Von J. von Uexküll, Dr. med. h. c. 1909. Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—.

Über das Wesen der formativen Reizung. Von Jacques Loeb, Prof. der Physiologie an der University of California in Berkeley. 1909. Preis M. 1.—.

Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies (Künstliche Parthenogenese). Von Jacques Loeb, Professor der Physiologie an der University of California in Berkeley. Mit 56 Textfiguren. 1909. Preis M. 9.—; in Leinwand gebunden M. 10.—.

Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker. Von Prof. Dr. Leonor Michaelis, Privatdozent an der Universität Berlin. Mit 96 Textfiguren. 1912. Preis M. 7.—; in Leinwand geb. M. 7.80.

Torfkraft. Untersuchungen über den Wert des Torfes als Energiequelle und Vorschläge für seine Nutzung für Großkraftwerke. Von F. Bartel, Regierungsbaumeister a. D. Mit 109 Textabbildungen. 1912. Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Fr. Deuticke, Wien: Seite VII — R. Friedländer & Sohn, Berlin: Seite VI — Aug. Hirschwald, Berlin: Seite VI — C. Kabitzsch, Würzburg: Seite VII — Longmans, Green & Co., London: Seite VII — Herm. Meußner, Berlin: Seite VI — Otto Spamer, Leipzig: Seite VIII — Julius Springer, Berlin: Seite II — Theod. Steinkopf, Dresden: Seite III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite V — Veit & Co., Leipzig: Seite VIII — Gg. Westermann, Braunschweig: Seite III.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue i. Erzgeb.: Seite VII — E. Rupp, Frankfurt a. M.: Seite VII — Wilh. Schlüter, Halle a. S.: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite V — Berliner Elektros-Ges. m. b. H. Schöneberg: Seite VII — Gebr. Birschhausen, Bern: Seite VII — Fr. Klingelfuß & Co., Basel: Seite III — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — C. Schriewindt, Neuenrade i. W.: Seite VI — Siemens & Halske, A.-G., Berlin: Seite IV — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite VI — Carl Zeiß, Jena: Seite IV.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang.

3. Januar 1913.

Heft 1.

Zur Einführung.

Die rasch fortschreitende Spezialisierung auf allen Gebieten der Naturforschung erschwert es dem Einzelnen, sich auch nur auf seinen Nachbargebieten zu orientieren. Geradezu unmöglich wird ihm die Orientierung aber auf den ferner liegenden Gebieten. Andererseits muß sich jedem das geistige Bedürfnis um so fühlbarer machen, den Zusammenhang mit dem Ganzen nicht zu verlieren, je mehr er gezwungen ist, das Feld der eigenen Arbeit einzuengen — ist er doch meistens auf Hilfe von anderen Zweigen der Naturwissenschaft angewiesen. Die Zusammengehörigkeit der gesamten Naturwissenschaften offenbart sich zwar jedes Jahr aufs neue durch Versammlungen wie die Naturforscherversammlung und die British Association, bei denen der Physiker und der Chemiker, der Zoologe und der Botaniker; der Geologe und der Mediziner zusammentreffen, und der Lehrer der Wissenschaft dem Arzte und dem Techniker begegnet. Aber ganz abgesehen davon, daß nur ein kleiner Teil der Gesamtheit der Naturforscher an solchen Veranstaltungen teilnehmen kann und daß ein volles Jahr von der einen zur anderen verfließt, benutzt jeder sie auch dazu, im Gespräche mit näher und ferner stehenden Fachgenossen in Gedankenaustausch zu treten und die Ziele neuer Untersuchung auf dem eigenen Gebiete festzustellen, es bleibt ihm daher nur eine beschränkte Zeit übrig, um sich über die Fortschritte auf den anderen Gebieten zu unterrichten — also auch die allgemeinen Versammlungen lassen hier eine fühlbare Lücke.

Diese Lücke auszufüllen, sind „Die Naturwissenschaften“ bestimmt. Sie wollen jeden auf dem Gebiete der Naturforschung Tätigen über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften unterrichten. Erreicht wird diese Aufgabe durch *Originalbeiträge* und *Sammelreferate*, durch *Besprechung von Büchern und Zeitschriftenartikeln*, die ein weiter reichendes als nur ein fachspezialistisches Interesse bieten, durch *Berichte über wissenschaftliche Veranstaltungen* (Kongresse, Vorträge, Ausstellungen), durch *Berichte über den Betrieb* an allen Stätten, die der *Lehre und der Forschung* dienen, durch *Berichte über Fragen der Methodik und des Unterrichts* und durch *eine wissenschaftliche Korrespondenz*, die den Meinungs-austausch über schwebende Fragen allgemein naturwissenschaftlichen Interesses anregen soll und die auch die Erlangung einer Auskunft bezweckt, die auf anderen Wegen nur schwer oder gar nicht zu erhalten ist.

Ein solches Programm ist nur dann durchführbar, wenn seine Verwirklichung von allen Naturforschern als ein Bedürfnis empfunden wird. Daran kann aber nach der Zustimmung, die es allenthalben gefunden hat, kein Zweifel bestehen: die Zuschriften auf die Einladung zur Mitarbeit beweisen es, noch mehr aber die tatkräftige Unterstützung, die wir schon jetzt gefunden haben. Wir richten an alle auf naturwissenschaftlichem Gebiete Tätigen die Bitte, an der Durchführung des Programms mitzuwirken, sowohl durch selbständige geeignete Beiträge, durch kurze Mitteilungen aus dem Wissenschaftsbetriebe der Institute, wie durch Zusendung von Separatabzügen solcher Arbeiten, deren Referat auch außerhalb des Kreises der nächsten Fachgenossen auf Interesse rechnen kann. Ganz besonders richten wir die Bitte zur Mitwirkung auch an die auf irgendeinem Gebiete der physikalischen oder der chemischen *Technik* Tätigen, da kaum ein Berufs- und kaum ein Wissenszweig existiert, in dem die angewandten Naturwissenschaften heute nicht eine maßgebende Rolle spielten.

Wir richten unsere Bitte an die Naturforscher aller Länder, unbekümmert um politische Grenzen und hoffen auf die Mitwirkung, *Aller* im Interesse einer Aufgabe, die die *Gesamtheit* der Naturforscher gleichmäßig angeht.

Die Herausgeber.

Naturwissenschaften und Biologie.

Ein Wort zur Einführung.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. O. Hertwig, Berlin,

Direktor des anat.-biolog. Instituts der Universität.

Veranlaßt durch einen mir geäußerten Wunsch der Redaktion gebe ich gern der jetzt neu erscheinenden Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaften einige einführende Worte mit auf ihren Weg.

Der Erfolg eines neuen großen Unternehmens wird wesentlich mit davon bestimmt, daß in ihm eine zeitgemäße, notwendige Aufgabe in zweckentsprechender und zielbewußter Weise zur Durchführung gebracht wird. Eine solche aber scheint mir in dem von beiden Herausgebern aufgestellten Programm vorzuliegen, wie uns eine Betrachtung des Entwicklungsganges und des gegenwärtigen Zustandes der Biologie am besten lehren wird.

Beim Vergleich von früher und jetzt eröffnet sich uns ein Bild eines wunderbar raschen Fortschritts der biologischen Forschung. Wie gering war vor 50 oder gar vor 80 Jahren die Zahl der mit ihr beschäftigten Gelehrten, wie klein infolgedessen auch ihre literarische Produktion! Jetzt dagegen sind Gebiete, die früher noch von einem Geiste umfaßt und beherrscht werden konnten, in viele selbständige, von Jahrzehnt zu Jahrzehnt an Zahl noch zunehmende kleinere Felder getrennt worden; noch viel mehr aber hat die Zahl der Forscher im Vergleich zu früher eine ganz außerordentliche Vermehrung erfahren. Kein Wunder daher, daß in Deutschland, wo früher nur *ein* Archiv für menschliche Anatomie und Physiologie zur Veröffentlichung der im Jahre ausgeführten Untersuchungen genügte, jetzt zwanzig und mehr Zeitschriften erforderlich geworden sind und daß von ihnen einige sogar in 2 bis 3 Bänden jährlich erscheinen.

Wie das „Zeitalter der Naturwissenschaften“ durch die fortschreitende Ausbildung der Technik zu einer von niemand vorausgeahnten Massenproduktion der verschiedenartigsten Gebrauchsgüter, so hat es auch in dem weiten Bereich der Biologie zu einer wahren Hochflut literarischer Veröffentlichungen geführt. Trotzdem sind wir allem Ermessen nach gegenwärtig noch weit davon entfernt, den Gipfelpunkt dieser Entwicklung erreicht zu haben. Noch ist in Deutschland die Zahl der Universitäten und anderer Hochschulen und an ihnen wieder die Zahl der Institute für neu sich angliedernde Zweige biologischer Forschung im Wachsen begriffen. Hierzu gesellen sich Schöpfungen der jüngsten Zeit, an deren Möglichkeit vor wenigen Jahrzehnten niemand gedacht haben würde: reich dotierte Anstalten, die nur zur Förderung bestimmter Forschungszwecke errichtet sind, Anstalten für Infektionskrankheiten, für Tropenhygiene, für Krebsforschung usw., und die noch im Entstehen begriffenen Kaiser-Wilhelm-Forschungsinstitute. Wie hierdurch das im Dienst der Biologie und der ihr zugehörigen wissenschaftlichen

Medizin tätige Personal erheblich anwächst, muß auch der Strom der literarischen Massenproduktion durch alle diese neuen Zuflüsse zu weiterem Steigen gebracht werden. Noch mehr aber muß er infolge des internationalen Charakters der Wissenschaften anschwellen, je mehr auch andere Länder in entsprechender Weise wie Deutschland sich an dem Fortschritt der biologischen Wissenschaft beteiligen. Was ist in dieser Beziehung allein schon von den Vereinigten Staaten Amerikas zu erwarten, nachdem von dort aus die Biologie eine so kräftige Förderung in den letzten 20 Jahren erfahren hat?

Infolge der hier kurz skizzierten Entwicklung der Biologie ist es jetzt dem einzelnen Forscher schon auf seinem eigenen, engeren Spezialgebiet kaum noch möglich, sich mit der jährlich erscheinenden Fachliteratur bekannt zu machen. Trotzdem muß er — und hiermit kommen wir zu einem zweiten Punkt, der sich aus der Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes unserer Wissenschaft ergibt — in Fühlung mit anderen Zweigen der Naturwissenschaften bleiben und sich wenigstens eine ungefähre Kenntnis ihrer wichtigsten Fortschritte verschaffen. Denn wie von berufener Seite schon oft hervorgehoben worden ist, liegen gar häufig interessante, der Untersuchung wertige Probleme auf den Grenzgebieten. Ferner befruchtet eine neue wichtige Entdeckung nicht selten eine Reihe oft ganz entfernter Gebiete der Naturwissenschaft; es sei nur an die Verwertung der Röntgenstrahlen in der Medizin oder an die Fortschritte erinnert, welche die Entdeckung der radioaktiven Substanzen und der ihnen eigenen physikalischen Kräfte in der Biologie hervorgerufen hat, oder an die Verwertung der Photographie im Dienste mikroskopischer Untersuchungen. Denn wenn sich auch die Naturwissenschaft in ihrer Entwicklung auf der einen Seite in immer zahlreichere Fächer und Unterfächer differenziert, so verbindet sie doch auch auf der anderen Seite ihre spezialisierten Glieder durch zahlreiche Fäden, die sie von einem zum anderen schlägt, stets wieder zu einer unteilbaren, lebendigen Einheit.

Aus den Strömungen der Zeit wird endlich der aufmerksame Beobachter noch die dritte Lehre ziehen, daß in weiten Kreisen des Volkes ein lebhaftes Interesse wie nie zuvor für viele biologische Fragen erwacht ist. Mit welcher regen Teilnahme ist der Streit über die großen Probleme der Entwicklungslehre, über die Darwinsche Theorie, über die Fragen der Vererbungswissenschaft und über Aufgaben der experimentellen Biologie auch außerhalb der zuständigen Fachwissenschaft verfolgt worden. Bis zur Stunde können daher gemeinverständlich geschriebene Schriften auf ein dankbares Leserpublikum aus den verschiedenartigsten Berufen rechnen. Die Naturwissenschaft führt nicht mehr ein Leben für sich, wie zur Zeit, als das Latein noch ihre Sprache war, sondern sie entwickelt sich unter der regen Teilnahme der Gebildeten aller Stände und übt, unterstützt durch Journalistik und Presse, kulturelle Wirkungen weit über ihren engeren Kreis aus wie in keiner der vorausgegangenen Zeiten.

Aus den drei Lehren, die sich aus unserer Betrachtung bis jetzt ergeben haben, erwachsen einer Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaften, der Medizin und der Technik auch drei Aufgaben, welchen sie gerecht werden muß. — Die erste Aufgabe ist die wichtigste und zugleich schwierigste. Angesichts der literarischen Massenproduktion muß das Augenmerk der Redaktion mit fester Konsequenz darauf gerichtet sein, nur die wirklich bedeutsamen Fortschritte in den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften in aller Kürze zur Darstellung zu bringen, mag dies durch Originalbeiträge und Sammelreferate, oder durch Besprechung von Büchern und Zeitschriftenartikeln oder in anderer Weise geschehen. Je mehr es der Redaktion und ihren Mitarbeitern gelingt, die Spreu vom Weizen zu sondern, um so mehr wird die neue Wochenschrift auch auf eine größere Wirksamkeit und eine weitere Verbreitung rechnen können.

Die beiden anderen Aufgaben ergeben sich aus der Natur von zwei verschiedenen Leserkreisen, welche die Wochenschrift für sich zu gewinnen versuchen muß. Auf der einen Seite handelt es sich um den Kreis der Naturforscher, die auf einem beschränkten Feld tätig doch auch mit den Fortschritten der gesamten Naturwissenschaften in Fühlung bleiben wollen, um daraus Anregung und Förderung auch für ihr eigenes Studium zu schöpfen. Auf der anderen Seite muß aber auch auf die Teilnahme gebildeter Leser aus anderen Berufsständen gerechnet und versucht werden, die hier ohne Zweifel vorhandenen, oft lebhaften Bildungsbestrebungen erfolgreich zu unterstützen. Daher müssen die Originalbeiträge, Berichte und kritischen Besprechungen der neuen Wochenschrift zwar einen streng wissenschaftlichen Charakter tragen, zugleich aber auch in einer gemeinverständlichen und für einen weiteren Leserkreis berechneten Form dargestellt sein; sie müssen mit einem Wort gemeinverständliche Wissenschaft darbieten nach dem Beispiel, wie es *Schleiden*, *Tyndall*, *Helmholtz*, *Haeckel*, *Huxley* und so manche andere gegeben haben.

In der Erwartung, daß die jetzt mit ihrem ersten Heft an die Öffentlichkeit tretende Wochenschrift ihren umfassenden Aufgaben und Zielen gerecht werden und dadurch zum Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung und Bildung beitragen wird, wünschen wir ihr Erfolg auf ihrem Wege und eine ähnliche Verbreitung, wie sie die *Nature* in England und die *Science* in Amerika gefunden haben.

Arzt und Naturwissenschaften.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. W. His, Berlin,
Direktor der I. Medizin. Klinik der Universität.

Wir haben gewiß schon viele, allzu viele Zeitschriften. Jede Spezialität, mag sie noch so eng sein, glaubt ihrer Würde ein eigenes Organ oder deren mehrere zu schulden. Der Herr Redakteur geht eifrig bei seinen Freunden herum, bittet um

Referate, Vorträge, Diskussionsbemerkungen, nur um die Spalten zu füllen; der Herr Verleger pflegt auf die Frage nach der Abonnentenzahl zu schweigen. Kein Privater, dessen Interessenskreis über eine kleine Spezialität hinausreicht, vermag die Menge der Periodika zu halten, und selbst unsere größten Bibliotheken müssen auf Vollständigkeit verzichten. Wird nun unter solchen Umständen ein neues Organ gegründet, so verlangen wir von ihm mit Recht den Nachweis der Daseinsberechtigung. Als Gegengewicht gegen die spezialistische Zersplitterung bedürfen wir sammelnder Tendenzen. In der Medizin machen sich solche mehr und mehr geltend: das zeigen die Erfolge der „Ergebnisse“ und „Zentralblätter“. Aber schon in den sonst so ausgezeichneten Wochenschriften, die das gesamte Gebiet umfassen, überwiegen die Einzelmittelungen mit ihrem oft aktuellen Interesse bei weitem die Arbeiten allgemeinen Inhalts, und es ist zuweilen schwer, aus ihnen einen Überblick über breitere Strömungen zu erhalten. Für uns kann ein neues Organ von großem Wert sein, das gleichsam aus der Vogelschau darstellt, was in der Medizin vor sich geht.

Gegen Naturwissenschaft und Technik ist die Medizin so wenig scharf abgegrenzt, daß jedes ihrer Teilgebiete mehr oder weniger breite Berührungsfächen darbietet. Das Interesse der Medizin reicht aber weit über diese Berührungstellen hinaus. Seitdem sie, nach *Thierschs* Ausspruch, aus einer Tochter der Philologie zur Schwester der Naturwissenschaft geworden ist, sind Anregungen aller Art hin und her gegangen; unser ganzes Denken, unsere Methodik, ist naturwissenschaftlich geworden, und es gibt keine noch so abstrakte Forschung der Chemie, Physik und Biologie, die nicht eines Tages unser Wissen und Können umwälzend bereichern könnte. Die Beispiele liegen auf der Hand, von *Lavoisiers* Zeiten über *Liebig*, *Pasteur*, *Helmholtz*, *Metschnikoff*, *Röntgen* bis zum heutigen Tage. Je kräftiger die Strömung der Naturwissenschaften der Medizin geboten wird, um so größer die Wahrscheinlichkeit, daß dieser lebensfähige Keime zugetragen werden, und ein Fleckchen finden, auf dem sie Wurzel treiben können.

Nicht minder eng sind unsere Beziehungen zur Technik. Abgesehen von direkten praktischen Vorteilen ist eine soziale Medizin, Rassenhygiene und Eugenik ohne Kenntnis der Technik und der besonderen Bedingungen, unter denen sie die Menschen versetzt, gar nicht mehr denkbar.

Aber unser Interesse geht noch weiter. Nicht nur das Fach, sondern die Persönlichkeit des Arztes verlangt ihr Recht. Wollen wir den Stand auf der Höhe erhalten, die er von jeher eingenommen hat, dann genügt nicht die Bemühung um eine materielle Unabhängigkeit und Sicherstellung, so unentbehrlich diese auch für den Mann der freien Kunst sein muß. Wir müssen auch verlangen, daß jedes Glied dieses Standes auf der Höhe der Bildung steht, die unsere besten Anstalten ihm gewähren können, und daß er Zeit seines Lebens sich bemüht, nach Kräften auf der Höhe zu bleiben. Enge des Gesichtskreises schließt wahre Bildung aus. Sowie noch kein Vernünftiger für völligen Ausschluß der huma-

nistischen Bildung für Mediziner eingetreten ist, und der Kampf sich nur darum dreht, welches Maß von Sprachunterricht als Minimum anzusehen sei, so wenig kann als harmonisch ausgebildet gelten, wer das Maß seiner naturwissenschaftlichen Kenntnisse auf die von der Schul- und Studienzeit gebliebenen Reste beschränkt. In kleinen Städten, auf dem Dorfe ist der Arzt, neben dem Pastor, dem Richter und dem Lehrer der Vertreter der Bildung; ihm liegt die Aufgabe ob, das stetig zunehmende Naturwissen dem Volke zu vermitteln; oft im Kampfe gegen Halbbelehrsamkeit und Laienweisheit löst er eine wesentliche Kulturaufgabe. Sein vollbesetzter Tag läßt ihm wenig Zeit; faßlich und bequem muß ihm das neue Wissen dargeboten werden; aber auch kritisch gesichert, ebenso fern von unfruchtbarer Überkritik, als von leichtgläubigem Enthusiasmus. Ein Organ, das ihm, wie jedem Gebildeten, eine Übersicht über wissenschaftliches und technisches Geschehen in tadelloser Form bringt, die aus dem Vielen das Wichtige und das Gute zu sondern weiß, hat auch heute trotz und neben anderen Organen ähnlicher Tendenz nicht nur ein Existenzrecht, sondern erfüllt eine unentbehrliche und wichtige Kulturpflicht. Möge das neue Unternehmen all' unsere Wünsche erfüllen!

Maxwells Prinzip der Einheit aller elektrischen Erscheinungen und damit zusammenhängende von mir veranlasste neuere Versuche.

Von Prof. Dr. Franz Richarz, Marburg,

Direktor des Physikalischen Instituts der Universität.

Die alten Theorien der Elektrizität, die im wesentlichen Fernwirkungstheorien waren, mußten für jede Art der elektrischen Erscheinungen eine besondere Kraft als Ursache annehmen. So wurden für die Anziehung bzw. Abstoßung von elektrischen Ladungen die nach dem Coulombschen Gesetz wirkenden *elektrostatischen* Kräfte angenommen, welche Kräfte mit den elektrischen Ladungen zusammen auch deren ponderable Träger, die geladenen Körper, in Bewegung setzten und deswegen ponderomotorische Kräfte genannt wurden. Wenn die Elektrizitäten strömten, so traten zwischen ihnen die ganz anders gearteten, speziell *elektrodynamisch* genannten Kräfte auf, deren Gesetze Ampère ermittelt hatte. Ähnlich waren beim Magnetismus die Kräfte zwischen Magnetpolen die *magnetostatischen* Kräfte, wesensverschieden in ihrem Ursprunge von den magnetischen Kräften der elektrischen Ströme, den *elektromagnetischen* Kräften, deren Grundgesetz die Ampèresche Schwimmregel, z. B. bei der Ablenkung einer Galvanometernadel, und das Biot-Savartsche Gesetz bildet. Eine ganz besondere Art von stromerzeugenden *elektromotorischen* Kräften waren endlich noch diejenigen, welche bei den *Induktionsströmen* in die Erscheinung treten, und welche durch bewegten oder sich verändernden Magnetismus hervorgerufen wurden; so bei den Dynamomaschinen. Als sogenannte „Voltainduk-

tion“ wurden elektromotorische Kräfte erzeugt durch bewegte oder sich verändernde primäre elektrische Ströme, wie beim Induktionsapparat.

Jedesmal, wenn in diesen verschiedenen Fällen eine andere Art elektrischer Kraft in die Erscheinung trat, mußten die alten Theorien auch eine besondere Wesensverschiedenheit ihres Zustandekommens annehmen; sie mußten dementsprechend für jeden Kreis der elektrischen und magnetischen Spezialphänomene ein besonderes Elementargesetz zugrunde legen.

Eine solche Unterscheidung ist den Vorstellungen Faradays über das Wesen der elektrischen Kräfte sowie der Präzisierung und Ausbildung dieser Vorstellungen in der Maxwellschen Theorie völlig fremd. In dieser sind *alle* elektrischen und ebenso *alle* magnetischen Erscheinungen an einer Stelle des Raumes gegeben durch den *an ihr* herrschenden Zustand des Äthers: Nahewirkung, nicht Fernwirkung! Dieser Zustand des Äthers wiederum ist charakterisiert durch die elektrische und durch die magnetische Feldstärke. Sind diese beiden gegeben, so sind damit *alle* Äußerungen der elektrischen und alle der magnetischen Kraft einheitlich festgelegt und können aus der Maxwellschen Theorie quantitativ abgeleitet werden. Speziell für die elektrischen Erscheinungen ist mit dem Werte der elektrischen Feldstärke zugleich gegeben die elektrostatische Kraft auf eine an die betreffende Stelle des Äthers gebrachte elektrische Ladung, und damit auch die ponderomotorische Kraft auf den geladenen Körper als solchen. Zugleich aber ist auch gegeben die elektromotorische, stromerzeugende Wirkung auf einen an diese Stelle gebrachten elektrischen Leiter. Und endlich ist auch damit gegeben die dielektrische Polarisierung, die in einem dorthin gebrachten Nichtleiter, einem Dielektrikum erzeugt wird. Das ist das Maxwellsche Prinzip der Einheit aller elektrischen Kraftäußerungen, und ihm analog ist das Prinzip der Einheit der magnetischen Kraftwirkungen.

Zunächst ist nun der große Erfolg der Maxwellschen Theorie in ihrer Einzelausführung, daß sie im Sinne der Einheit der elektrischen bzw. magnetischen Kräfte alle deren spezielle Äußerungen, wie sie bereits bekannt waren, aus denselben Grundhypothesen ableitet und in kausalen Zusammenhang bringt. Auf diese Weise brachte sie z. B. die Aufklärung für das zuerst so rätselhafte Resultat der Messungen von *Rudolf Kohlrausch* und *Wilhelm Weber*, daß das Verhältnis der elektromagnetischen und elektrostatischen Einheit der Elektrizitätsmenge gleich sei der Lichtgeschwindigkeit. Weiterhin aber gab es Fälle, in denen von den verschiedenen Äußerungen der elektrischen oder magnetischen Kraft die *eine* zwar bereits bekannt war, die anderen Äußerungsformen aber noch nicht. Daß in solchen Fällen auch die noch nicht bekannten Erscheinungen existieren mußten, war ein notwendiges Postulat des Maxwellschen Prinzips der Einheit der elektrischen Kräfte; aber jede solche experimentell noch nicht nachgewiesene Erscheinung war eine empfindliche Lücke in der Erkenntnis. Denn keine theoretisch anscheinend noch so sichere Schlußfolge-

rung kann als Abschluß einer Frage angesehen werden; niemand kann voraussehen, ob die experimentelle Kontrolle nicht zu wichtigen Modifikationen der Theorie Anlaß geben wird, wie dies z. B. das berühmte negative Ergebnis des Michelsonschen optischen Interferenzversuches über die Mitbewegung des Äthers mit der Erdrotation beweist. Über derartige von Maxwells Prinzip der Einheit aller elektrischen bzw. magnetischen Kraftäußerungen vorausgesagte neue Erscheinungsformen derselben handeln die im folgenden besprochenen von mir angeregten neuen Versuche.

Nachweis der elektrostatisch-ponderomotorischen Wirkung der Induktion durch Karl Henrich.

Entstehenden oder verschwindenden Magnetismus in einem Eisenstücke wollen wir einen magnetischen Strom nennen. In der Tat kann man sich ja z. B. entstehenden Magnetismus so denken, daß in jedem Eisenmolekül die ursprünglich als zusammenfallend anzunehmenden elementaren Nord- und Südpole (magnetisches Moment Null) sich in entgegengesetzten Richtungen voneinander entfernen, parallel der Achse des resultierenden Gesamtmagnetismus. Diese Bewegung ist dann ja ganz analog derjenigen der positiven bzw. negativen Elektrizitäten im galvanischen Strom. Verschwindender Magnetismus in einem Eisenstück repräsentiert einen zu jenem entgegengesetzt gerichteten magnetischen Strom. Dann erregt jeder magnetische Strom um sich als Achse herum elektromotorische Kräfte der Induktion; also in Leitungen, die ihn umschlingen, einen Induktionsstrom. Diese elektromotorisch sich äußernden bekannten elektrischen Kräfte beweisen, daß um den magnetischen Strom herum ein elektrisches Feld auftritt, dargestellt durch kreisförmige Kraftlinien, deren Mittelpunkte in der Achse des magnetischen Stromes liegen. Nach Maxwells Einheitsprinzip muß sich dieses Feld auch in elektrostatisch-ponderomotorischer Kraft auf elektrisch geladene Körper äußern; für diese Wirkung fehlte bisher der experimentelle Nachweis. Vergeblich versucht haben ihn *O. Lodge, Crémieu und Righi*.

Auch ich selbst hatte bereits früher einen älteren erfolglosen Versuch des Nachweises angeregt. Das Physikalische Institut der Universität Greifswald besitzt nämlich einen ungewöhnlich großen Elektromagneten, hergestellt von *Wilh. Holtz* und *v. Feilitzsch*. Wenn er erregt wird, so stellt dieser Vorgang einen gewaltigen magnetischen Strom dar, der zweifellos ein starkes elektrisches Feld rings um sich herum erzeugt. Nun ist aber dieses Feld stark nur in bezug auf die elektromotorischen Wirkungen bei den erzeugten Induktionsströmen zu nennen. Es würde aber nicht stark zu nennen sein in bezug auf die elektrostatischen Wirkungen, da, wenn man diese berechnet, eine Division der Größen durch die Lichtgeschwindigkeit auftritt. Immerhin wäre bei der großen Stärke des Greifswalder Elektromagneten auch für die elektrostatischen Wirkungen der Induktion noch eine gut nachweisbare Größe zu erwarten. Ich veranlaßte daher Herrn *F. E. Wolf* (*Berechnung und Versuch zum Nachweis der ponderomotorischen Wirkung von veränderlichen magne-*

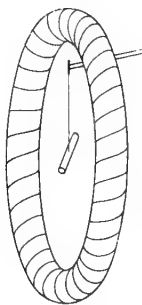
tischen Feldern auf elektrostatisch geladene Körper. Inaugural-Dissertation, Greifswald, 1899 bei Kunicke) zu dem Versuch, jene nachzuweisen, und zwar durch das Drehungsmoment, welches auf einen geeignet aufgehängten leicht beweglichen geladenen Kondensator von dem magnetischen Strome ausgeübt wurde. Dieser Versuch von *F. E. Wolf* mißlang und mußte mißlingen, wie nachträglich erkannt wurde. Es wird nämlich das Hineinbringen des Kondensators in das elektrische Feld den Verlauf der elektrischen Kraftlinien vollkommen verändern, so daß diese alle senkrecht auf den Metalloberflächen stehen und kein Drehungsmoment auf den Kondensator ausüben können. Dieselbe Ursache hatte auch Versuche der anderen Physiker, welche sich mit diesem Problem abgaben, zum Scheitern gebracht. Dazu kam noch folgende Fehlerquelle. Der geladene Kondensator wirkt influenzierend auf alle in seiner Nähe befindlichen Leiter. Die elektrostatischen Wirkungen zwischen seinen eigenen und den in der Nähe influenzierten Ladungen bringen starke Störungen hervor, die eine ruhige Einstellung des Kondensators fast vollständig ausschließen.

Die vorstehenden Fehlerquellen konnte man auf folgende Weise vermeiden, die ich damals in Greifswald sogleich nach der Erfolglosigkeit der Versuche von *F. E. Wolf* ins Auge faßte. Wenn man ein ungeladenes metallisches Stäbchen in ein elektrisches Feld hinein bringt unter 45° gegen die Richtung der Kraftlinien geneigt, dann werden durch Influenz an seinen Enden Ladungen entstehen, auf die das Feld so wirkt, daß das Stäbchen in die Richtung der Kraftlinien herein gedreht wird. Bei einer einmaligen Erregung eines magnetischen Stromes wird, wie man berechnen kann, diese Wirkung seines elektrischen Kraftfeldes auch im besten Falle unmeßbar klein sein. Nun kann man aber den magnetischen Strom, nachdem er gleich Null geworden ist, nämlich bei erreichter maximaler Magnetisierung des Eisenkernes in dem einen Sinne, durch Kommutieren des magnetisierenden elektrischen Stromes von neuem in entgegengesetzter Richtung einsetzen lassen, wobei der magnetische Strom dann so lange andauert, bis er die maximale Magnetisierung im entgegengesetzten Sinne erreicht hat. Wenn man dieses Kommutieren fortgesetzt wiederholt, so wollen wir das einen magnetischen Wechselstrom nennen. Bei einem magnetischen Wechselstrom wird die oben beschriebene Wirkung auf ein unter 45° zu den Kraftlinien geneigtes Metallstäbchen, unbeeinflusst von der Kommutation des Stromes, immer diejenige sein, daß das Stäbchen in die Richtung der elektrischen Kraftlinien hinein gedreht wird; denn es kehrt sich zwar die Richtung der elektrischen Kraftlinien gleichzeitig mit der Kommutation des magnetischen Stromes um, zugleich aber kehrt sich auch das Vorzeichen der durch Influenz an den Enden des Stäbchens erregten Ladungen um, so daß also auch nach der Kommutation des magnetischen Stromes das Stäbchen fortgesetzt in derselben Weise in die Richtung der elektrischen Kraftlinien hineingezogen wird. Indem man nun einen andauernden magnetischen Wechselstrom wirken läßt, wird die für einen

einzelnen magnetischen Stromstoß unmeßbar kleine Wirkung bis zu einer meßbaren Größe multipliziert. Eine ähnliche starke Störung, wie durch die Influenz der starken Kondensatorladungen bei *F. E. Wolf*, war hier nicht zu erwarten. Die Ausführung dieser Methode hatte ich, wie gesagt, schon lange ins Auge gefaßt.

Als nun Herr *Karl Henrich* im Marburger Physikalischen Colloquium über die vortreffliche Rektorsrede von *F. Himstedt* berichtet hatte (Programm der Universität Freiburg i. B. zur Feier des 80. Geburtstages des Großherzogs Friedrich; Freiburg, 1906, Druckerei Poppen u. Sohn), in welcher Rede u. a. die fehlgeschlagenen bisherigen Versuche besprochen werden, teilte ich ihm nach seinem Referate meinen Plan mit, und er bat mich, ihm denselben zur Ausführung zu übertragen, die ihm alsdann auch mit einer von ihm selbst vorgeschlagenen sogleich zu besprechenden Änderung gelungen ist. (*Karl Henrich*; *Inaugural-Dissertation, Marburg 1910. Bei Elwert.*)

Die Anordnung, deren sich Herr *Henrich* bediente, war folgende: Um einen aus feinstem Transformatorblech zusammengesetzten Eisenring von 120 mm äußerem und 80 mm innerem Durchmesser,



also von 40 mm Dicke, wurden die Drahtwickelungen, welche den magnetisierenden Strom um den Eisenkern herum leiteten, so angebracht, daß die elektrostatische Störung von dem Potential der strömenden Elektrizität her durch die Anordnung der Wickelung von vornherein vermieden war. Der elektrische Wechselstrom, der seinerseits den magnetischen Wechselstrom erzeugte, wurde durch einen rotierenden Umformer der Siemens-Schuckertwerke erzeugt. Um die Induktionswirkung dieser Anordnung zu verstehen, kann man sich der vollkommenen Analogie bedienen, die zwischen den elektromagnetischen Wirkungen eines elektrischen Stromes einerseits und den elektrischen Wirkungen eines magnetischen Stromes andererseits besteht. Die beschriebene Anordnung ist nämlich ganz analog einer Tangentenbussole; in der Mitte von deren in vertikaler Ebene verlaufendem, kreisförmigem elektrischem Strom schwebt die Magnetnadel, auf welche die elektromagnetische Wirkung ausgeübt wird. Die magnetischen Kraftlinien bei der Tangentenbussole verlaufen in dieser Mitte horizontal, und zwar senkrecht zur Ebene des Stromkreises. Bei dem beschriebenen Henrichschen magnetischen Strom (siehe die schematische Figur) ist dieser zu denken an der Stelle des elektrischen Stromkreises bei der Tangentenbussole. Die Bewick-

lung des Ringes ist in der Figur nur angedeutet. Geradeso wie bei der Tangentenbussole die magnetischen Kraftlinien verlaufen, geradeso verlaufen die elektrischen Kraftlinien des beschriebenen magnetischen Stromes in der Mitte der Ringöffnung senkrecht zu der Ebene der kreisförmigen magnetischen Achse des Ringes. In diese Mitte muß das unter 45° zu der Richtung der elektrischen Kraftlinien einzustellende Stäbchen gebracht werden. Es hing, drehbar in einer horizontalen Ebene, an einem vertikalen sehr feinen Quarzfaden. Eine außerordentlich starke Störung bilden Luftströme, die um so weniger zu vermeiden sind, als der elektrische Strom des Magneten beständig eine gewisse Wärme erzeugt. Um diese Störung auf ein Minimum zu reduzieren, brachte Herr *Karl Henrich* die ganze Anordnung unter eine Glasglocke, die evakuiert wurde. Dies erwies sich als eine außerordentlich erfolgreiche Maßregel.

In Anknüpfung an die vergeblichen Versuche von *F. E. Wolf* zu Greifswald war bereits oben erwähnt worden, daß die elektrostatischen Ladungen des damals angewandten Kondensators durch ihre Influenzwirkung auf die zunächst benachbarten Leiter, und die elektrostatischen Rückwirkungen dieser influenzierten Ladungen eine ruhige Einstellung des Kondensators unmöglich machten. Es war nicht erwartet worden, daß sich diese Fehlerquelle bei den ersten Versuchen von Herrn *Henrich* in solcher Weise geltend machte, daß sogar auch die bei seiner Versuchsanordnung durch Influenz in einer kleinen Metallnadel influenzierten und schnell wechselnden Ladungen zu störenden Ablenkungen der Nadel Anlaß gaben. Aber dies erwies sich in der Tat ebenfalls als eine die Messung vermittelnde Fehlerquelle. Herr *Henrich* schlug deshalb vor, die Metallnadel zu ersetzen durch ein kleines Stäbchen, das aus einem Dielektrikum bestand. Dann waren die durch Influenz an den Enden eines solchen Stäbchens erzeugten freien Elektrizitäten nur sehr klein an Quantität, und der Erfolg zeigte, daß in der Tat alsdann die erwähnten Störungen wegfielen. Die ablenkende Wirkung trat auch hier auf; denn das elektrische Feld wirkte auf die in der dielektrischen Nadel entstehende dielektrische Polarisation. Die Wirkung auf sie ist zwar schwächer, als sie auf eine gleich große Metallnadel sein würde, aber noch genügend stark. Wichtiger jedoch als die Stärke der Kräfte war der Wegfall der eben erwähnten Fehlerquelle. Herr *Henrich* wandte daher bei seinen von Erfolg gekrönten Versuchen kleine Nadeln aus Glas an, die 6 mm lang und 3 mm dick waren.

Mit dieser Anordnung konnte nun Herr *Henrich* in der Tat zeigen, daß bei Erregung eines hinreichend kräftigen magnetischen Wechselstromes die ursprünglich unter 45° gestellte Nadel sich vollständig in die Richtung der elektrischen Kraftlinien, nämlich in die Richtung der Ringachse einstellte. Durch sorgfältige und nach verschiedenen Richtungen hin angestellte Kontrollversuche war nachweisbar, daß keine der etwa von vornherein denkbaren anderen Einflüsse die Ursache dieser Einstellung sein konnte. Hierdurch war zunächst

qualitativ der Nachweis der gesuchten elektrostatisch-ponderomotorischen Wirkung der Induktion erbracht.

Weiterhin hat aber Herr *Henrich* auch noch quantitative Versuche gemacht. Da bei den soeben beschriebenen Versuchen die Quarzfäden, an denen die Nadel hing, so fein waren, daß die beobachtete Kraftwirkung die kleinen Glasnadeln ganz in die Richtung der elektrischen Kraftlinien hineindrehte, so verwandte Herr *Henrich* zu den quantitativen Versuchen etwas stärkere Quarzfäden. Bei diesen trat dann ein Ausschlag ein, dessen Größe gemessen werden konnte. Andererseits konnte aus der Maxwellschen Theorie die Größe des zu erwartenden Ausschlages berechnet werden. Hierbei sind indessen unvermeidliche Unsicherheiten zu bedenken. Es besteht nämlich für die schließliche Berechnung hauptsächlich die Schwierigkeit, die Torsionskraft der Quarzfäden hinreichend sicher zu bestimmen; und andererseits stört der Ein- sonst bei Quarzfäden der Fall zu sein pflegt. Bei Berücksichtigung dessen kann aber durchaus die wirklich gefundene Übereinstimmung mit der Beobachtung als genügend betrachtet werden.

Hiermit hat also Herr *Henrich* den lange gesuchten experimentellen Nachweis erbracht für die elektrostatisch-ponderomotorische Wirkung der Induktion, deren Existenz aus Maxwells Prinzip der Einheit der elektrischen Kräfte vorausgesagt worden ist.

Die Beziehungen der Mikroorganismen zur Verdauung.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. N. Zuntz, Berlin,

Direktor des Tierphysiologischen Instituts der Landwirtschaftlichen Hochschule.

Der Speisebrei im Verdauungskanal der Tiere stellt einen so guten Nährboden für Mikroorganismen dar, daß eine reiche Ansiedelung derselben darin selbstverständlich ist. Bekanntlich sondern die verschiedenen Kleinlebewesen Fermente ab, welche auf die mit ihnen in Berührung kommenden Stoffe in ähnlicher Weise spaltend wirken wie die vom Tierkörper gelieferten Verdauungsfermente. So addiert sich vielfach die Bakterienwirkung auf den Darminhalt zu derjenigen der vom Tierorganismus produzierten Fermente, und man kann sagen, daß der Spaltpilz dafür, daß er ein bescheidenes Quantum des im Darm vorhandenen Nährmaterials für seine Zwecke verbraucht, andererseits seinem Gast Verdauungsarbeit erspart. Dies gilt aber nur in beschränktem Umfange. Vielfach ist die spaltende Wirkung der Pilze auf den Darminhalt von anderer Art als die, welche der Wirtsorganismus durch seine eigenen Enzyme besorgt, so daß Stoffe entstehen, welche dem Wirtstier nicht dienlich sind, eventuell sogar Gifte für dasselbe bedeuten. Das in Dünn- und Dickdarm des Menschen und der ihm nahestehenden Omnivoren nie fehlende *bacterium coli* spaltet die Disaccharide und Polysaccharide genau

so, wie dies die vom Dünndarm abgesonderte Maltase und Saccharase tut. Vielfach aber wird es aus dem Darm in die Harnwege und andere Organe überwandernd zum Krankheitserreger.

Zur Bestreitung ihrer Lebensenergie sind alle Darmbakterien auf anaerobiotische Lebensprozesse angewiesen, da es an Sauerstoff im Darminhalt fehlt. In dieser Weise zerlegen einige die Zucker der Hexosenreihe in zwei Moleküle Milchsäure, wobei etwa 3 % der totalen Brennwärme des Zuckers frei werden als Energie zur Bestreitung der Lebensprozesse der Mikroben. In ähnlicher Weise zerlegen die Buttersäurebazillen den Zucker im wesentlichen in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff. Hierbei geht von der Gesamtenergie der zersetzten Kohlehydrate außer der Wärmemenge, die den Mikroben zugute kommt, noch die Verbrennungswärme des Wasserstoffs für den Wirt verloren, denn dieser Wasserstoff entweicht, wie besonders Versuche von *Oppenheimer* in meinem Laboratorium gezeigt haben, unter allen Umständen unverbrannt aus dem Körper. Andere Mikroorganismen, welche nicht nur Zucker, sondern auch Polysaccharide, wie Stärke und Zellulose angreifen, erzeugen durch ihre Lebensprozesse flüchtige Fettsäuren, von der Essigsäure bis zur Kapronsäure und vielleicht noch höhere Glieder der Reihe, daneben wieder Kohlensäure und entweder Wasserstoff oder Methan (CH₄). Da letzteres ebenso unangreifbar für den Organismus ist wie Wasserstoff, haben wir auch hier neben der bei der Spaltung frei werdenden Wärme, die den Bakterien zugute kommt, bei Wärmebedarf aber auch dem Wirt, noch einen Verlust von Energie in Form des entweichenden brennbaren Gases.

Eine andere Reihe von Mikroorganismen deckt ihren Energiebedarf durch Zersetzung von Eiweiß und dessen Abbauprodukten. Auch diese Organismen wirken zunächst in demselben Sinne wie die normalen vom Körper gelieferten Enzyme, d. h. sie spalten das Eiweiß unter Hydrolyse in kleinere Moleküle, Albumosen und Peptone und schließlich in die letzten stickstoffhaltigen Bausteine des Eiweißes, die Aminosäuren und Aminobasen. Da auch der normale Verdauungsvorgang einen Abbau des Eiweißes bis auf die Stufe der Aminosäuren usw. erstrebt, kommt insoweit die Tätigkeit der Mikroorganismen den Aufgaben des Verdauungsapparates zu Hilfe. Der weitere Lebensprozeß aber der meisten Spaltpilze bewirkt eine Zerlegung der Amide und Aminosäuren in Ammoniak und die stickstofffreien Komponenten, Fettsäuren, Alkohole und Kohlenwasserstoff. Diese letzteren Produkte sind nun ähnlich wie die aus den Kohlehydraten gebildeten brennbaren Gase für den Wirtsorganismus entweder ganz wertlos oder doch minderwertig. Das abgespaltene Ammoniak kann zwar von den Bakterien zum Aufbau ihrer spezifischen Eiweißkörper verwendet werden. Wie weit aber die Gewebe der höheren Tiere zu einer so weit gehenden Synthese befähigt sind, ist zum wenigsten noch strittig. Bis vor kurzem war man sogar allgemein der Anschauung, daß der Tierkörper das Ammoniak

zur Synthese seiner stickstoffhaltigen Stoffe nicht verwerten könne. Erst in neuester Zeit sind einige Beobachtungen gemacht worden, welche wenigstens an eine solche Möglichkeit zu denken gestatten. Der Hauptsache nach wird das aus dem Darmkanal aufgenommene Ammoniak entweder als solches oder mit Kohlensäure zu Harnstoff synthetisiert, durch die Niere ausgeschieden. Auch der schwefelhaltige Atomkomplex des Eiweißes, das Cystin, wird durch gewisse Spaltpilze bis zum Freiwerden von Schwefelwasserstoff abgebaut und dadurch der Verwertung durch den Wirt entzogen.

Im allgemeinen kann man die bisher betrachteten darmbewohnenden Spaltpilze als indifferent oder doch nahezu gleichgültig für ihren Wirt ansehen. Wenn jedoch eine der entweder mit Bildung von Ammoniak oder Schwefelwasserstoff oder mit starker Entwicklung von Gasen verknüpften Gärungen wesentlich stärker als normal wird, kommt es zu Reizungen der Darmschleimhaut durch die gebildeten Produkte, besonders die niederen flüchtigen Fettsäuren und zu mechanischer Schädigung durch Aufblähung des Darmes seitens der in allzu großen Mengen in ihm entwickelten Gase.

Metschnikoff hat in jüngster Zeit gezeigt, daß man solche störenden Gärungen bekämpfen kann, indem man ein an Eiweiß und Kohlehydrat reiches Nahrungsmittel, die Milch, in einem durch Impfung mit bestimmten Bakterien erzeugten Gärungszustande, als „Yoghurt“, genießt. Die in lebhafter Wucherung begriffenen „Yoghurt“-Bazillen beeinträchtigen die Entwicklung der schädlichen Fäulniserreger. Ähnlich wirkt der Genuß von saurer Milch, Kefyr und Käse in geeignetem Reifestadium. Auch bei den großen Pflanzenfressern kann man Modifikationen der für ihre Verdauung besonders bedeutungsvollen Gärungen durch das in manchen Gegenden regelmäßig bereitete „Sauerfutter“ beobachten.

Bei vielen Tieren entwickelt sich durch eine Anpassung an die ständige Gegenwart der geschilderten Mikroorganismen im Darne eine Verwertung derselben im Interesse der Verdauung des Wirtes derart, daß dieser mechanische und chemische Kräfte spart, indem er sich die Lebenstätigkeit der Parasiten zunutze macht. Einen einfachen, hierher gehörigen Fall hatte ich vor kurzem Gelegenheit, mit *Dr. Cronheim* zu studieren. Es handelt sich um die Ernährungsweise der von tierischen Kleinorganismen lebenden Fische, wie Karpfen, Schleie und dergl. Diese Fische sind ebensowohl imstande, pflanzliche wie tierische Nährstoffe zu verdauen. Sie haben alle hierzu nötigen Fermente in den Sekreten des Darmes und seiner Drüsen. Aber die Menge dieser Fermente reicht in den Perioden schnellsten Wachstums im Sommer nicht aus, um den gesamten Nahrungsbedarf zu decken. Hier helfen die Verdauungsenzyme der erbeuteten Tiere (Krustaceen, Insektenlarven usw.). Nachdem die Beutetiere im Darmkanal des Fisches abgestorben sind, beginnt eine Verdauung ihrer Leibessubstanz durch die eigenen Enzyme, ein Vorgang, wie er übrigens analog am mit Speisebrei gefüllten Magen des Menschen und jeden Säugetieres nach dem Tode

beobachtet werden kann. Diese „Selbstverdauung“ bereitet die Substanz für die Resorption durch den Fischdarm vor. Die im Verdauungskanal der Beute vorrätigen Enzyme sind aber so reichlich, daß sie auch noch andere gleichzeitig aufgenommene Nahrung verdauen helfen und so den Drüsen des Fischdarmes ein erhebliches Maß von Arbeit abnehmen. Es hat sich herausgestellt, daß ein ausreichendes Wachstum der Fische bei ausschließlicher Verabreichung von fermentfreier Nahrung nicht möglich ist.

Bei den meisten Wirbeltieren tritt eine Anpassung ähnlicher Art, aber speziell unter Benutzung der Verdauungskräfte der Spaltpilze vielfach zutage. An verschiedenen Stellen des Darmkanals bilden sich Ausbuchtungen, in welchen große Mengen der Nahrung längere Zeit stagnieren, ohne mit Sekreten des Tierkörpers, welche von den betreffenden Abschnitten entweder gar nicht oder in geringer Menge geliefert werden, in Berührung zu kommen. Diese Stagnation begünstigt aber die Entwicklung bestimmter, der Beschaffenheit des Speisebreies angepaßter Spaltpilze, die durch ihre Gärung in dem oben angedeuteten Sinne Nahrungsstoffe spalten und dadurch der Resorption entweder in demselben oder einem anderen Abschnitt des Verdauungskanals zugänglich machen.

Die verbreitetste Einrichtung der Art ist der nahe dem Ende des Verdauungsschlauches als eine Ausbuchtung desselben sich entwickelnde Blinddarm, der bei manchen Tieren, z. B. den Einhufern und Nagern, eine solche Größe annimmt, daß er allein mehr als die Hälfte der ganzen Füllung des Darmkanals beherbergen kann. Die Bedeutung des Blinddarms für die Verdauung der Nahrung ergibt sich aus Versuchen, die ich vor 8 Jahren mit *Dr. Ustjanzew* an Kaninchen ausführte. Der Riesenblinddarm dieser Tiere wurde operativ vom übrigen Darmkanal getrennt und mit seiner Mündung nach außen geleitet. Nach vollständiger Verheilung zeigte sich, daß die Tiere die Eiweißkörper, die Fette und die Stärke der Nahrung genau so gut wie vorher, vielleicht sogar etwas besser ausnutzten, daß aber die Zellulose der Pflanzenkost, von der normal ein großer Teil verdaut wird, jetzt in viel größerer Menge durch den Kot ausgeschieden wurde. Mit Sicherheit ließ sich nachweisen, daß der Blinddarm keine Sekrete liefert, welche Zellulose in Lösung überführen und dadurch verdaulich machen; es handelt sich also ausschließlich um Bakterienwerbung. Diese Unfähigkeit, Zellulose zu lösen, ist, wie es scheint, bei allen Wirbeltieren vorhanden. Vor einigen Jahren fand *Knauth* in meinem Laboratorium, daß ein Extrakt aus der Darmschleimhaut von Karpfen Pflanzenfaser löst, aber dieser Befund konnte später in zahlreichen Kontrollversuchen nicht bestätigt werden. Vielleicht wurde er dadurch getäuscht, daß in dem Pflanzenmaterial selbst Zellulose lösende Enzyme wirksam waren, denn so selten im Tierreich gerade diese Enzyme sich finden, so allgemein verbreitet sind sie in den Pflanzen und speziell in allen Samen. Bei der Keimung derselben ist einer der ersten Vorgänge, daß die Zellulose in lösliche

Substanz übergeführt wird, wodurch einerseits dem Keimling der Weg nach außen eröffnet wird, anderseits der aus der Zellulose gebildeten Zucker demselben als Nahrung zur Verfügung stehen. Der einzig sichere Nachweis eines Zellulose lösenden Fermentes bei Tieren ist *Biedermann* bei der Schnecke gelungen, welche in der Tat ein Verdauungsssekret liefert, das Zellulose zu Zucker abbaut. Es liegt ja sehr nahe, daß auch die Zellulose lösenden Spaltpilze diese Lösung durch Spaltung des Polysaccharids in Di- oder Monosaccharide bewirken. Es gelang aber bis vor kurzem niemals, in Kulturen dieser Bakterien, welche man auf Zellulose wirken ließ, Zucker nachzuweisen. Erst in jüngster Zeit konnte *Pringsheim* die Existenz zuckerbildender, von den Bakterien nach außen entleerter Enzyme dadurch demonstrieren, daß er die Bakterien durch geeignete Antiseptika abtötete. Dann war in der Lösung eine langsame Zuckerbildung nachweisbar. Er erklärte selbst die Erscheinung so, daß die lebenden Bakterien den gebildeten Zucker sofort in ihre Leibessubstanz aufnehmen und für ihre spezifischen Lebensprozesse verbrauchen. Diese bei Abwesenheit von Sauerstoff verlaufenden Lebensprozesse sind schon vorher ihrem Wesen nach charakterisiert worden. Es handelt sich um Spaltung des Zuckers unter Bildung von flüchtigen Fettsäuren, Kohlendioxyd und brennbaren Gasen. Nach der durchaus wahrscheinlichen Ansicht von *Pringsheim* sind diese Lebensprozesse so intensiv, daß sie von dem gebildeten Zucker nichts übrig lassen. Diese Anschauung wird bestätigt durch einen Befund, den man in derartigen Gärgemischen jederzeit leicht erheben kann. Sowie man dem Gärgemisch Zucker zusetzt, steigt die Intensität der Gärung auf das Vielfache. Das beweist die Unmöglichkeit einer Anhäufung von Zucker in der Lösung. Die Bildung eines für den Tierkörper verwertbaren Zuckers wäre, wie *Pringsheim* ausführt, allenfalls in der Weise denkbar, daß die Bakterien abgetötet würden und die zellulosehaltigen Massen dann noch längere Zeit mit den Bakterienleibern in Berührung blieben. Ein solcher Vorgang ist im Anschluß an die Gärungen im Blind- und Dickdarm nicht möglich. Er wäre denkbar für die jetzt etwas eingehender zu besprechenden Gärungsprozesse in den Vormägen der Wiederkäuer.

Diese Vormägen können mit noch viel größerer Sicherheit als der Blinddarm und die Erweiterungen des Dickdarmes als Gärkammern angesprochen werden. Sie liefern weder irgendein Sekret, noch ist ihre Oberfläche der Resorption fähig, da sie von einem verhornten Epithel ähnlich dem der Mundhöhle der Wiederkäuer bekleidet sind. Das einzige tierische Sekret, mit welchem hier die Speise in Berührung kommt, ist der Speichel, der nicht nur beim Kauen, sondern fortwährend in geringen Mengen gebildet und in die Vormägen abgeschluckt wird. Die Vormägen beherbergen eine sehr große Menge Speisebrei, und zwar durchschnittlich, namentlich bei an Zellulose sehr reichem Futter, etwa soviel, wie in 1½ bis 2 Tagen gefressen wird. Eine genauere Untersuchung der sich hier abspielenden

Gärungsprozesse hat zuerst *Tappeiner* in der Weise vorgenommen, daß er Aufschwemmungen von Zellulose in geeigneten Nährlösungen mit Pansenbakterien impfte und die nach einigen Tagen stark einsetzende Gärung möglichst lange verfolgte. Dabei ergab sich, daß unter Lösung der Zellulose Kohlensäure und Methan gebildet wurden und außerdem die schon mehrfach genannten flüchtigen Fettsäuren. Den Nachweis, daß im Pansen der Tiere die Prozesse ebenso verlaufen, suchte er dadurch zu führen, daß er die Pansengase analysierte und weiterhin dadurch, daß er auch im Panseninhalt jene Fettsäuren nachwies. Seine Annahme, daß die in dieser Weise gelöste Zellulose für das Tier nur minimalen Nährwert habe, ist inzwischen längst widerlegt. Ich konnte im Verein mit von *Mering* und anderen zeigen, daß die flüchtigen Fettsäuren, wenn man sie in die Blutbahn bringt, vom Tier quantitativ verwertet werden, und daß die ihrer Verbrennungswärme entsprechende Energie dem Tierkörper zugute kommt. Ferner zeigten *Henneberg* und *Stohmann*, daß von den massenhaft bei der Gärung gebildeten Fettsäuren nur minimale Spuren in den Ausscheidungen des Tieres zu finden sind. Durch genaue Untersuchungen der in frischem, mit Hilfe der Schlundsonde ausgehebertem Panseninhalt sich abspielenden Vorgänge hat *Markoff* die Bedeutung der Pansengärung für den gesamten Haushalt der Wiederkäuer schärfer präzisiert. Bei normaler Fütterung der Tiere mit zellulosereichem Material, also etwa mit Heu, verläuft der Prozeß so, daß aus der Zellulose brennbare Gase in solchen Mengen gebildet werden, daß dieselben 6,9 % ihres Energievorrates ausmachen. Weitere 3,1 % gehen als Wärme verloren, welche durch den Lebensprozeß der Bakterien entsteht. Es bleiben also 90 % der Energie der Zellulose in Form der flüchtigen Fettsäuren, welche durchschnittlich das Molekulargewicht der Buttersäure haben, zurück. Diese Säuren resorbiert der Darmkanal des Tieres, so daß sie für dessen Lebensprozesse zur Verwertung kommen, und zwar, wie ich mit von *Mering* und anderen nachgewiesen habe, die höheren Säuren ihrem vollen Brennwert nach. Die Essigsäure dagegen vertritt die normalen Nährstoffe nicht isodynam, sondern bedingt eine Steigerung der totalen Wärmeproduktion des Tieres.

Wie schon erwähnt, vergären die Bakterien lösliche Kohlehydrate noch leichter als Zellulose, infolgedessen stellen erstere eine unzweckmäßige Nahrung für den Wiederkäuer dar. Die spezielle Anpassung dieser Tiergruppe an die Gärungsprozesse im Pansen äußert sich darin, daß sie die Nahrung nur sehr unvollkommen kauen und daher den Inhalt der Zelle nicht aus den Zellulosehüllen befreien, wie dies beim intensiven Kauen der Pferde und der Nager geschieht. Folge hiervon ist, daß bei dem normalen Futter dieser Tiere, den Gräsern, Laubblättern und ähnlichen Substanzen nur wenig Zucker und leicht verzuckerbare Stärke in der Pansenflüssigkeit vorhanden ist. Erst nachdem die Bakterien die Zellulose so weit gelöst haben, daß der Zellinhalt ihnen zugänglich wird, beginnen sie, auch diese Stoffe anzugreifen und in derselben

Weise wie die Zellulose zu spalten. Ehe aber dieser Prozeß einen nennenswerten Umfang erreicht hat, vollzieht sich der merkwürdige Akt des Wiederkauens, bei welchem der in den Mund hinaufgebrachte Bissen zunächst von der Hauptmenge der Pansenflüssigkeit durch eine Art Abpressen befreit wird. Dann wird er unter neuer Einspeichelung sehr sorgfältig gekaut und dadurch die Mehrzahl der Zellmembranen gesprengt. Der Futterballen, welcher nunmehr die früher in Zellmembranen eingeschlossenen Eiweißkörper, Fette und Kohlehydrate in zugänglicher Form enthält, wird nicht in den Pansen zurückgebracht, gelangt vielmehr durch die sog. Schlundrinne in den Labmagen, welcher dem Magen der einmägigen Tiere seinem Bau nach entspricht. Hier wird nun zunächst die Diastase des mitabgeschluckten Speichels verzuckernd auf die Stärke wirken. Dann aber wird die Masse allmählich von dem stark sauren Sekret des Labmagens durchdrungen, wodurch weitere Speichelwirkung aufgehoben wird und die Lösung der Eiweißkörper unter Mitwirkung des Pepsins beginnt. Zugleich tötet die stark saure Reaktion die Bakterien ab, so daß auch im nächsten Abschnitt, dem oberen Teil des Dünndarmes, trotz der wieder einsetzenden neutralen oder schwach alkalischen Reaktion keine nennenswerten Gärungsprozesse sich abspielen. Hier wirken vielmehr ausschließlich die verdauenden Sekrete des Tierkörpers, der Bauchspeichel, der Darmsaft und die Galle. Da hier zugleich der Ort der lebhaftesten Resorption ist, werden die gebildeten löslichen Stoffe in die Blutbahn und Lymphbahn übergeführt. Was dann aus dem untersten Teil des Dünndarmes in den Blinddarm und den daran sich anschließenden Dickdarm gelangt, ist fast frei von verdaulichen Eiweißkörpern, Fetten und Kohlehydraten. Es besteht aus Zellulose und anderen noch schwerer spaltbaren Hüllsubstanzen der Pflanzenzellen und daneben noch aus jenen geringen Mengen an sich verdaulichen Stoffe, welche in uneröffnet gebliebenen Zellmembranen enthalten sind. Aus diesem Material nimmt nun die im Blinddarm wieder einsetzende Gärung gewissermaßen eine Nachlese vor und verwertet noch einen Teil für die Bedürfnisse des Organismus.

Das bisher Gesagte läßt zwei prinzipiell verschiedene Anpassungen des Tierkörpers an die Verwertung der zellulosereichen Nahrung erkennen. In der einen Form, wie sie beim Pferde repräsentiert ist, liegt der Schwerpunkt der Leistung in sehr intensivem Zerkauen der Nahrung. Der Arbeitsaufwand hierfür läßt sich auf Grund unserer Respirationsversuche zahlenmäßig feststellen. Der Kauprozeß verbraucht ungefähr 10 % der Energie und damit der Nährstoffe, welche ein mittelmäßiges Heu dem Tier überhaupt zur Verfügung stellt. Dieser Stoffaufwand lohnt sich aber dadurch, daß nunmehr der Inhalt der Zellmembran unverkürzt dem Tiere zugute kommt. Erst nachdem alles durch das Zerkauen aus den Zellen frei gemachte verdauliche Material im Magen und Dünndarm resorbiert ist, wird der Rest der bakteriellen Auflösung im Blinddarm und Dickdarm überlassen. Die natürliche Folge dieser Einrichtung ist, daß das

Pferd auch alle Nahrungsmittel, welche die Nährstoffe und speziell die Kohlehydrate nicht in Zellulosehüllen eingeschlossen enthalten, vorzüglich verwertet, während der Wiederkäuer vom Brennwert dieser Stoffe, wie oben ausgeführt, etwa 10 % durch die Gärungsprozesse im Pansen verliert. Ein weiterer Nachteil ist, daß die Pansenbakterien, solange ihnen lösliche Kohlehydrate zur Verfügung stehen, die Zellulose weniger energisch angreifen. Das hat zur Folge, daß viel mehr Nährstoffe in den Zellulosehüllen eingeschlossen bleiben und der Aufsaugung im Dünndarm entgehen, eine Erscheinung, die man lange schon unter dem Namen „Verdauungsdepression“ kennt. Man kann die Verdauungsdepression durch reichlichere Zugabe von Eiweiß oder dessen Spaltungsprodukten beseitigen. Dies geschieht aber, wie die Versuche von *Markoff* deutlich zeigen, unter wesentlicher Steigerung des gesamten Gärungsprozesses, wodurch zwar mehr Zellulose gelöst, zugleich aber eine noch größere Menge der löslichen Kohlehydrate abgebaut wird. Trotzdem die Eiweißkörper an sich, wie *Kellner* nachgewiesen hat, an der Bildung brennbarer Gase keinen Anteil haben, erhöhen sie doch bei Gegenwart eines Überschusses löslicher Kohlehydrate die Bildung derselben erheblich. In einigen von *Markoff* ausgeführten Versuchen, in welchen dem gärenden Panseninhalt das eine Mal nur lösliche Kohlehydrate, das andere Mal neben diesen auch Asparagin zugefügt wurde, war im letzteren Fall die Bildung der Gärungsgase verdoppelt. Ähnliche, wenn auch nicht so starke Wirkungen fanden wir bei Untersuchungen des gesamten Respirationsprozesses von Rindern. Von großer ökonomischer Bedeutung ist die im letzten Jahre von uns gemachte Beobachtung, daß man durch rationelle Verteilung des Futters in der Nahrung die Gärungsverluste wesentlich beschränken und die der Ausnutzung der Nahrung förderlichen Seiten des Gärprozesses unterstützen kann. Wenn man die Tagesration so verteilt, daß die eiweißreichen, den Gärungsprozeß fördernden Kraftfutterstoffe mit dem Raufutter, die löslichen Kohlehydrate dagegen für sich und zeitlich möglichst weit davon getrennt verabreicht werden, kann man mit derselben Nahrung einen wesentlich höheren Nähreffekt erzielen, weil einerseits die Verdauung des Raufutters eine vollkommene, andererseits die Vergärung der löslichen Kohlenhydrate eine geringere wird.

Interessant ist es, zu verfolgen, in welcher Weise beim Wiederkäuer sich die mechanischen und chemischen Vorgänge im Verdauungskanal der Ausnutzung der Gärungsprozesse angepaßt haben. Es wurde schon erwähnt, daß ein sehr erhebliches Maß von Kauarbeit durch die vor dem Wiederkauen erfolgende partielle Lösung der Rohfaser im Pansen gespart wird. Nach Versuchen von *Pächner*, *Dahm* und *Klein* erfordert das Kauen von 1 kg Heu beim Rinde 59 Kal., das Wiederkauen 44 Kal., die gesamte Kauarbeit also 103 Kal. gegen 167 Kal. beim Pferde.

Für den regulären Ablauf der Gärung im Pansen ist die alkalische Reaktion des Inhalts von wesentlicher Bedeutung. Sie wird gewährleistet dadurch,

daß der Speichel der Wiederkäuer einen sehr hohen Gehalt an kohlensauren Alkalien besitzt. Derselbe entspricht durchschnittlich etwa 0,7 % Soda, während im Speichel des Menschen nur etwa $\frac{1}{7}$ dieser Menge vorhanden ist. Entsprechend der ständigen Entwicklung flüchtiger Fettsäuren bei der Gärung findet auch, im Gegensatz zu anderen Tieren, eine ständige Absonderung von Speichel und Zufluß desselben in den Pansen statt, wodurch die alkalische Reaktion seines Inhaltes dauernd gewahrt bleibt. Beim Wiederkauen mischt sich abermals ein gewisses Quantum Speichel dem Bissen zu, und derselbe wird durch die „Schlundrinne“ in den dritten, den Blättermagen befördert. Zwischen dessen muskulösen hornige Zähne tragenden Lamellen wird der Futterbrei scharf abgepreßt. Die alkalische Flüssigkeit läuft in den Pansen zurück, während der feste annähernd neutral reagierende Anteil in den Labmagen geschoben wird, wo die Zumischung der Salzsäure und damit die Verdauung des Eiweißes beginnt. Die Menge Alkali, welche mit dem Speichel in den Pansen gelangt, ist sehr groß. Nach den Untersuchungen von *Colin*, *Ellenberger* und anderen kann man annehmen, daß ein erwachsenes Rind bei Heufütterung über 50 kg Speichel in 24 Stunden liefert und damit etwa 350 g Alkalikarbonat. Die in 24 Stunden abgesonderte Speichelmenge ist größer als die gesamte Menge des Blutes und übertrifft dessen Alkaligehalt wenigstens um das sechsfache. Das ist natürlich nur möglich, wenn das Alkali relativ schnell in die Blutbahn zurückkehrt. Das geschieht in der Weise, daß in den Vormägen aus den kohlensauren Alkalien neutrale Salze der Fettsäuren werden und daß diese nach Überführung in den Labmagen und von hier in den Dünndarm resorbiert werden, um durch das Blut den Geweben des Körpers zugeführt zu werden, wo sie eine Oxydation zu kohlensauren Alkalien erfahren. Dabei kommt die erhebliche, in ihnen noch aufgespeicherte chemische Energie den Leistungen des Körpers zugute. Durch Studium der Gärungsvorgänge, welche sich in frisch ausgehebertem Panseninhalt entwickeln, konnte *Markoff* nachweisen, daß auf 1 Volumen Methan etwa 4 Volumina Gärungskohlensäure und 2 Volumina aus Karbonat durch neu entstandene Fettsäuren ausgetriebene Kohlensäure entstehen. Hieraus läßt sich der ganze Gärungsprozeß in bezug auf die gebildeten Produkte charakterisieren. Auf 1 Molekül gebildeten Methans, neben dem zuweilen noch etwas Wasserstoff entsteht, werden etwa 4 Moleküle Kohlensäure und 2 Moleküle flüchtige Fettsäure, annähernd vom Molekulargewicht der Buttersäure, gebildet. Aus der im Respirationsversuch leicht zu ermittelnden Ausscheidung von Methan kann man auf Grund dieser Daten die in den Gärräumen des Tieres in 24 Stunden gebildete Kohlensäure, so wie die abgespaltenen Fettsäuren ermitteln. Ferner läßt sich durch Vergleich der Verbrennungswärme der Kohlehydrate mit der der Fettsäuren, welche aus ihnen entstanden sind, der Energieverbrauch bei der Gärung berechnen. Die Rechnung ergibt, daß neben dem Verlust in Form von brennbaren Gasen noch

ein solcher von Wärme entsprechend etwa 50 % des Brennwertes der ersteren stattfindet. Der totale Verlust an Energie bei der Gärung der Kohlehydrate beträgt hiernach etwa 10 bis 15 % ihres Brennwertes, ist also nur wenig größer als der Energieverlust durch die Kauarbeit beim Pferde.

Durch zahlenmäßige Auswertung der hier kurz angedeuteten Verhältnisse kommt man zu der Erkenntnis, daß die leicht löslichen Kohlehydrate der Nahrung unter allen Umständen von den einmägigen Tieren wesentlich besser ausgenutzt werden als vom Wiederkäuer, während für die zellulosereichen Futterstoffe das Umgekehrte gilt.

Aus dem Gesagten lassen sich noch interessante Schlußfolgerungen für die zweckmäßigste Verwertung der Naturprodukte zur Ernährung des Menschen ziehen. Selbstverständlich bedeutet die Umwandlung pflanzlicher Nahrung in tierische einen erheblichen Verlust an Nährwert. Das Tier muß eben einen großen Teil, unter Umständen die Hälfte und mehr, der gesamten Energie der Nahrung für seine Lebensprozesse verbrauchen. Nur der Rest wird als Fleisch und Fett, die uns zur Nahrung dienen können, oder als Milch gespeichert. Alle Nahrungsmittel, welche der Mensch gut verdauen kann, werden daher zweckmäßiger direkt zu unserer Ernährung benutzt, und der Wert der Tierhaltung besteht in einem dicht bevölkerten Lande nur darin, daß eine Menge Substanzen, welche der Mensch überhaupt nicht oder nur mit sehr großem Aufwand von Verdauungsarbeit verwerten kann, in tierische Produkte übergeführt werden können. Gilt es, mit den natürlichen Produkten eines Landes eine möglichst große Menschenmenge zu ernähren, so wird man die an leicht verdaulicher Nahrung reichen Samen des Getreides und der Hülsenfrüchte ebenso wie Kartoffeln und andere an leicht löslichen Kohlehydraten reiche Nährstoffe dem Menschen zuführen, während der Wiederkäuer die große Menge von Stroh, Gras, die Blätter der Rüben, Kartoffelpflanzen usw. in Fleisch und Fett für die Ernährung des Menschen umzuwandeln hätte. Von solcher Intensität der Ausnutzung unserer Bodenschätze und damit von dem möglichen Maximum der Volkszahl sind wir bei unserer heutigen Lebensweise noch weit entfernt.

Die Molekularluftpumpe.

Von Privatdozent Dr. W. Gaede, Freiburg i. B.

Das Prinzip der Molekularluftpumpe wird durch Fig. 1 erläutert. In Fig. 1 ist *A* ein um die Welle *a* drehbarer Zylinder, der von dem Gehäuse *B* umschlossen ist. In das Gehäuse *B* ist eine von *n* bis *m* reichende Nut eingefräst. Dreht sich *A* im Sinne des Uhrzeigers, so wird die Luft in der Nut infolge der Gasreibung von *n* nach *m* mitgerissen. Verbindet man die Öffnungen *n* und *m* mittels der Schlauchstücke *S* mit einem Manometer *M*, so beobachtet man zwischen *m* und *n* eine Druckdifferenz. Das Quecksilber ist in dem rechten Schenkel des Manometers bis *o* herabgedrückt und steht in dem linken Manometerschenkel bei *p*.

Diese Druckdifferenz ist um so größer, je schneller man den Zylinder *A* dreht und je größer die innere Reibung der Gase ist. Die innere Reibung der Gase ist nach der kinetischen Gastheorie erklärt durch die Zusammenstöße der Gasmoleküle untereinander. *Maxwell* hat aus den Zusammenstößen berechnet, daß die innere Reibung eines Gases unverändert bleiben muß, gleichgültig, ob sich das Gas in einem verdichteten oder verdünnten Zustand befindet. Dieses Gesetz findet man bei der Vorrichtung Fig. 1 in anschaulicher Weise bestätigt. Verbindet man das Gehäuse *B* mit einer Luftpumpe, so beobachtet man, daß trotz der Verdünnung der Luft der Quecksilberstand bei *o* und *p*, die Druckdifferenz, unverändert bleibt. Dieser Versuch hat eine praktische Bedeutung. Ist z. B. die Druckdifferenz gleich einer Quecksilbersäule *op* von 10 mm, so ist bei Atmosphärendruck der Druck bei *m* 760 mm, bei *n* 750 mm. Verdünnen wir die Luft im Gehäuse, so erhalten wir z. B. bei *m*

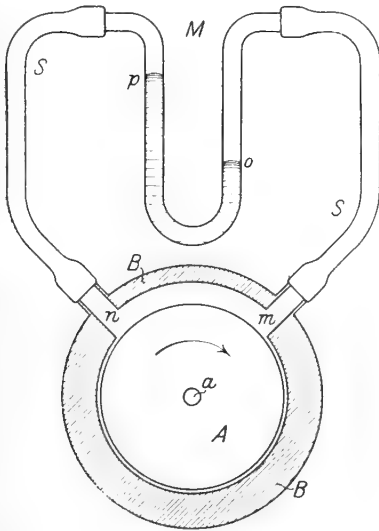


Fig. 1.

200 mm und bei *n* 190 mm, oder bei *m* 50 mm und bei *n* 40 mm. Setzen wir bei *m* den Druck auf 10 mm herab, so sollte, wenn diese Regel noch weitere Gültigkeit hat, der Druck bei *n* 0 mm sein, d. h. diese Vorrichtung sollte als ideale Luftpumpe arbeitend, ein absolutes Vakuum zu geben imstande sein. Bei den niedersten Drucken gestaltet sich die Regel tatsächlich komplizierter. Bei den allerhöchsten Verdünnungen ist nicht mehr die Druckdifferenz, sondern das Druckverhältnis unabhängig vom Verdünnungsgrad.

Die Gasmoleküle bewegen sich mit sehr großer Geschwindigkeit in absoluter Unordnung auf geraden Bahnen durcheinander, bis sie mit einem anderen Molekül zusammenstoßen, so daß unregelmäßige Zickzackbewegungen entstehen. Bei den niedersten Drucken sind die Zusammenstöße der Moleküle untereinander infolge der großen Verdünnung sehr selten, so daß die Moleküle fast ausschließlich nur mit den Wänden des evakuierten Raumes zusammenstoßen. Von den Wänden werden die Moleküle in absoluter Unordnung reflektiert, so daß

der Reflexionswinkel vom Einfallswinkel vollständig unabhängig ist. Die Reflexion der Moleküle kann man sich so vorstellen, wie wenn die Oberfläche des Zylinders mit einer großen Zahl kleiner Geschütze besät wäre, aus welchen die Moleküle nach allen möglichen Richtungen mit einer großen Geschwin-

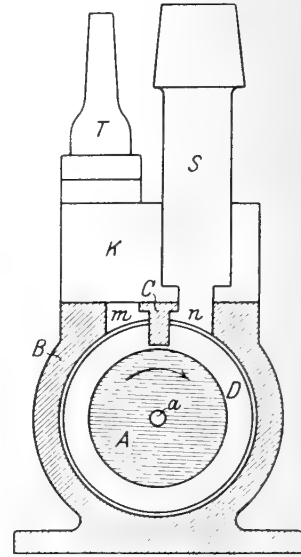


Fig. 2.

digkeit, der Molekulargeschwindigkeit, abgeschossen werden. Bewegt sich die Zylinderoberfläche mit einer Geschwindigkeit, die größer ist als die Molekulargeschwindigkeit, so bewegen sich in der Nut die Molekülgeschütze schneller nach rechts, als wie die Moleküle nachs links abgeschossen werden, so

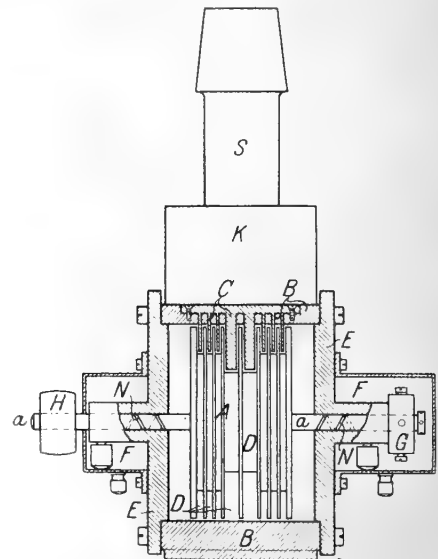


Fig. 3.

daß die in der Richtung nach *n* abgeschossenen Moleküle sich ebenfalls im Sinne des Pfeiles nach rechts mitbewegen. Von dem Zylinder werden somit keine Moleküle nach *n* reflektiert, bei *n* entsteht ein Verarmungsbereich von Molekülen, ein

Vakuum. Man erkennt hieraus, daß diese Vorrichtung, welche bei Atmosphärendruck als Luftpumpe wertlos ist, bei niederen Drucken in Verbindung mit einer Hilfspumpe sehr gute Resultate geben muß. Die neue Pumpe beruht auf einer technischen Ausnutzung des molekularen Mechanismus der Gase; die neue Pumpe ist eine „Molekularluftpumpe“. Aus verschiedenen praktischen Gründen wählt man die Umdrehungsgeschwindigkeit kleiner und gibt den Saugnuten die Form wie in Fig. 2 und 3. In dem Gehäuse *B* rotiert der Zylinder *A* um die Welle *a*, welche in den luftdicht aufgeschraubten Scheiben *E* gelagert ist. In den Zylinder sind die Nuten *D* eingeschnitten. In die Nuten ragen die am Gehäuse befestigten Lamellen *C* hinein. *F* sind die Ölbehälter und *G* ist eine Stellvorrichtung, welche verhindert, daß die Lamellen *C* an die Nutenwandungen des rotierenden Zylinders anstreifen. *H* ist die Riemenscheibe. Dreht sich *A*

gehäuse ist durch eine in die Welle eingeschnittene Spiralnute *N* verhindert, welche während der Rotation das Öl dynamisch entgegen dem äußeren atmosphärischen Überdruck zurückdrängt. Diese einfache Vorrichtung hat sich bei Dauerbetrieb ausgezeichnet bewährt. Die Spiralnute hat nur dann eine Wirkung, wenn die Welle rasch rotiert. Daraus ergibt sich als wesentlichste Vorschrift für die Bedienung der Pumpe, daß die Pumpe zuerst in Rotation versetzt und dann mit der Vorpumpe verbunden wird. Beim Abstellen muß zuerst Luft in die Pumpe eingelassen und dann der Motor, der die Pumpe antreibt, abgestellt werden.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform der Firma *Leybold's Nachfolger*, bei welcher die Pumpe mit einem $\frac{1}{2}$ PS - Elektromotor auf einem Brett montiert ist*). Durch eine besondere zwangsläufige Stellvorrichtung am Anlasser des Elektromotors ist verhindert, daß ein Irrtum in der Reihenfolge der

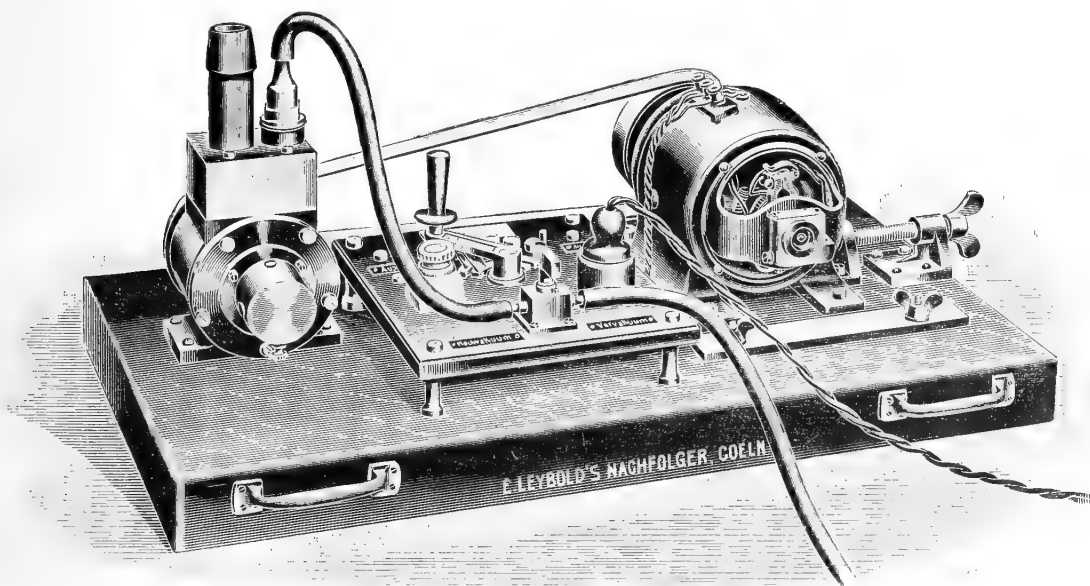


Fig. 4.

im Sinne des Uhrzeigers, so wird das Gas bei *m* verdichtet, bei *n* verdünnt. Auf dem Gehäuse *B* ist der Aufsatz *K* luftdicht aufgeschraubt. *S* ist das Saugrohr für das Hochvakuum und ist, wie Fig. 2 zeigt, mit *n* verbunden, wobei *D* eine Nut in der Mitte sein soll. Die Drucköffnung *m* ist durch Kanäle in dem Aufsatz *K* mit der Saugöffnung *n* einer benachbarten Nut verbunden, die Drucköffnung *m* dieser Nut ist dann wieder mit der Saugöffnung *n* der nächsten Nut verbunden usw., so daß die Wirkungen der einzelnen Nuten sich addieren. Der Druck in der mittleren Nut ist am kleinsten und steigt gleichmäßig nach den beiden Enden des Zylinders bis zu dem Gasdruck, den die Hilfspumpe in dem Gehäuse erzeugt. Die Hilfspumpe ist durch einen Schlauch mit der Düse *T* verbunden und steht mit dem Innern des Gehäuses *B* in Verbindung. Die Abdichtung an der Durchführungsstelle der Welle ist durch Ölabschluß erreicht. Das Eindringen des Öles in das Pumpen-

Handgriffe beim Anlassen und Abstellen vorkommen kann. Fig 5 zeigt die Ausführungsform der Pumpe allein ohne Motor.

Um die Wirksamkeit der neuen Luftpumpe zu prüfen, wurde auf den Schliff der weiten Saugdüse eine Röntgenröhre von etwa 1 Liter Inhalt aufgesetzt. In etwa 10 Sekunden war, bei einem Druck von 5 mm beginnend, die Röhre so weit evakuiert, daß an einer 15 cm weiten Funkenstrecke des Induktors Parallelfunken einsetzen. Bedenkt man, daß der gleiche Versuch mit meiner früher konstruierten Quecksilberluftpumpe, vorausgesetzt, daß die Röntgenröhre gut getrocknet ist, etwa 100 Sekunden dauert, so erkennt man die große Leistungsfähigkeit der neuen Luftpumpe. Da die Wirkung der Pumpe auf einer unmittelbaren Beeinflussung

*) Die Firma *E. Leybold's Nachf.* in Köln hat allein das Herstellungs- und Verkaufsrecht der Molekularluftpumpen, D. R.-P.

der Molekülbewegung beruht, so ist zu erwarten, daß im Gegensatz zu den bisher bekannten Luftpumpen, die Molekularluftpumpe nicht nur die Gase, sondern auch die Dämpfe absaugt. Dies bestätigt sich auch, indem bei dem genannten Versuche kein Phosphor-pentoxyd oder sonstiges Trockenmittel verwendet zu werden brauchte. Sogar wenn die Röntgenröhre vorher absichtlich mit Wasserdampf gefüllt wurde, erzeugte die Molekularluftpumpe trotzdem in den wenigen Sekunden das hohe Röntgenvakuum.

Tabelle 1 gibt den Zusammenhang zwischen der Tourenzahl n pro Minute der Molekularluftpumpe und dem an der Saugdüse gemessenen Druck p_2 und dem Druck p_1 im Gehäuse, der mit Hilfe meiner Kapselluftpumpe eingestellt wurde. Die Drucke

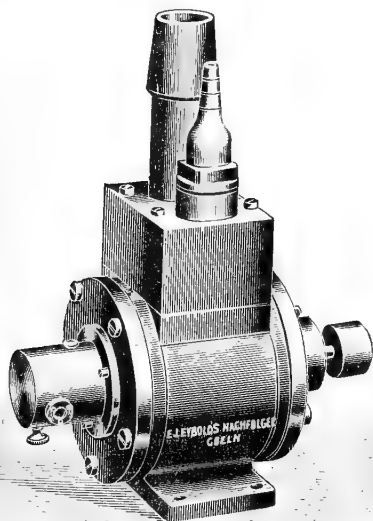


Fig. 5.

unter 1 mm wurden mit Mac Leodschen Manometern gemessen. Der Druck p_2 war nicht mehr ablesbar für $n = 12\,000$ und $p_1 = 0,05$.

Tabelle 1.

n	p_1	p_2
12 000	0,05	0,000 000 2
12 000	1	0,000 005
12 000	10	0,000 03
12 000	20	0,000 3
6 000	0,05	0,000 02
2 500	0,05	0,000 3

Der bisher noch nie erreichte Druck $p_2 = 0,000\,000\,2$ mm Quecksilbersäule wurde ermittelt, indem das Manometer mit der drittletzten Nut verbunden wurde und durch eine besondere Messung das konstante Druckverhältnis zwischen der dritten und letzten Nut bestimmt wurde. Das erreichte Vakuum ist demnach um so höher, je niedriger der Druck im Gehäuse und je größer die Tourenzahl ist. Dies stimmt mit obiger Überlegung überein, indem bei der Reflexion vom rotierenden Zylinder um so mehr Moleküle zur Saugdüse n (Fig. 1 und 2)

zurückgelangen werden, je kleiner die Umfangsgeschwindigkeit des Zylinders ist im Verhältnis zur Molekulargeschwindigkeit. Bei gleicher Tourenzahl muß somit das erreichte Vakuum um so schlechter sein, je größer die Molekulargeschwindigkeit ist. Dies läßt sich leicht zeigen, wenn man auf die Molekularluftpumpe eine elektrische Entladungsröhre aufsetzt und das Gehäuse einmal mit Luft mit der Molekulargeschwindigkeit $\frac{1}{2}$ km pro Sekunde, dann mit Wasserstoff mit der Molekulargeschwindigkeit 1,8 km pro Sekunde bei jeweils gleichen Drucken im Gehäuse durchspült. Geht im ersten Falle keine Entladung mehr durch die Röhre hindurch, so werden die verschiedenen Entladungsstadien rückwärts durchlaufen, sobald man das Vorvakuum mit Wasserstoff durchspült. Durchspült man darauf mit Luft, so stellt sich das ursprüngliche hohe Vakuum wieder ein.

Bei allen bisher bekannten Systemen von Hochvakuum-pumpen, den Kolben-, Rotations-, Öl-, Quecksilberluftpumpen wird dem Gedankengang *Otto von Guericke's* folgend, durch einen Kolben, der aus einem festen Material oder einer Flüssigkeit besteht, eine gewisse Gasmenge abgegrenzt, von dem zu evakuierenden Gefäß abgeschlossen und durch die Kolbenbewegung dem Vorvakuum oder der Atmosphäre zugeführt. Ein möglichst vollkommener Abschluß des Gefäßes ist prinzipiell notwendig, weil anderenfalls sich die Drucke nach jedem Kolbenhub wieder ausgleichen würden und ein hohes Vakuum nicht zustande kommen könnte. Im Gegensatz hierzu ist bei der Molekularluftpumpe kein Kolben vorhanden und das zu evakuierende Gefäß ist mit dem Vorvakuum durch die Nuten des Gehäuses oder Ankers dauernd verbunden und in keinem Moment auch nur teilweise abgesperrt. Durch die Rotation des Ankers wird die Geschwindigkeit der Gasmoleküle in der Nut derart beeinflußt, daß an der Saugdüse ein Verarmungsbereich an Molekülen, ein Vakuum entsteht. Dies neue Prinzip bewährt sich für Hochvakuum-pumpen in hohem Maße, indem die Molekularluftpumpe vor den bisher bekannten Luftpumpen den Vorzug hat, nicht nur viel schneller zu pumpen und höhere Luftverdünnungen zu geben, sondern vor allem ein von Dämpfen freies Vakuum herzustellen.

Flammenlose Gasfeuerung, ein neues Heizverfahren.

Von o. ö. Prof. H. v. Jüptner, Wien.

Im vorigen Jahre wurden in England und in Deutschland unabhängig voneinander Versuche über eine neue Feuerungsart veröffentlicht, die erkennen lassen, daß wir da mit einer Erfindung zu tun haben, die für unser ganzes Feuerungswesen von höchster Bedeutung sein und möglicherweise eine Umwälzung in unseren technischen Feuerungen hervorrufen kann. Zur praktischen Verwertung dieser Erfindungen wurden zwei Gesellschaften ins Leben gerufen, und zwar von Professor *William A. Bone* die *Radiant Heating Co.* in Leed, vom

Ingenieur *Rudolf Schnabel* in Berlin die Thermotechnische Gesellschaft.

Beide Erfindungen beruhen auf demselben Prinzip, nämlich auf der Einwirkung heißer Oberflächen auf die Verbrennung eines Gemisches von brennbaren Gasen und Luft. Während also bei den gewöhnlichen Gasfeuerungen die Mischung von brennbaren Gasen (Heizgas) und Verbrennungsluft erst allmählich am ganzen Flammenwege erfolgt, wird hier zuerst die Mischung beider hergestellt, und diese dann im Innern eines großen glühenden Körpers verbrannt. Diese Art der Verbrennung bietet nun eine Reihe von Vorteilen, wie das Eintreten vollständiger Verbrennung mit einem verschwindend kleinen Luftüberschuß (2 % genügen), hohe Verbrennungstemperatur, rascher Verlauf der Verbrennung, so daß dieselbe nach wenigen Zentimetern des vom Gasgemisch durchlaufenen Weges vollendet ist, minimale Strahlungsverluste und außerordentlich rasche Wärmeübertragung auf die zu erheizenden Räume und Stoffe. Damit im Zusammenhang steht eine weit bessere Ausnützung des Brennmaterials, also Brennstoffersparnis, die Möglichkeit hohe Temperaturen erreichen zu können, ohne zu Rekuperatoren oder Wärmespeichern seine Zuflucht nehmen zu müssen, sowie mancherlei konstruktive Vorteile, wie sich dieselben namentlich bei Kesselfeuerungen nach dem neuen System bemerklich machen. Einzelne dieser Vorteile, wie die Erzielung vollständiger Verbrennung mit einem so geringen Luftüberschusse, daß man praktisch vom theoretischen Luftquantum sprechen kann, und die überaus rasche Wärmeübertragung kommen ganz unerwartet und lassen sich nur durch das Auftreten von „Explosionswellen“ und durch die Tatsache erklären, daß glühende feste Körper ein ungleich größeres Wärmeausstrahlungsvermögen besitzen, wie glühende Gase und selbst hell leuchtende Flammen.

Um nun in allgemein verständlicher Weise ein Bild von dem neuen Feuerungssysteme zu geben, wollen wir die wichtigsten Arten desselben kurz besprechen, wobei wir uns hauptsächlich an die *Boneschen* Arbeiten halten, da diese die ausführlichsten Mitteilungen und auch die verschiedensten Verwendungsarten des neuen Heizsystemes bieten.

Am einfachsten und das neue Verfahren am klarsten vor Augen führend, sind die *Diaphragmenfeuerungen* (Fig. 1). Dieselben bestehen aus einem Gassammelkasten, dessen eine Wand aus porösem, feuerfestem Material (wie es auch zur Herstellung feuerfester Ziegel dient) hergestellt ist. Diese Wand muß natürlich vollkommen dicht in den Gassammelkasten eingesetzt sein, so daß das Gasgemisch durch die Poren dieser Platte passieren muß und nicht daneben herausbrennen kann.

Um den Diaphragmen-Heizkörper in Betrieb zu setzen, läßt man zunächst nur Gas (beispielsweise Leuchtgas, obwohl auch andere Heizgase Verwendung finden können) in den Gaskasten eintreten, worauf sich das durch die Poren der Heizplatte entströmende Gas entzündet, das mit langer Flamme brennt. Läßt man nun allmählich Luft Zutreten, so verkürzt sich die Flamme mit wachsender Beimengung von Verbrennungsluft immer mehr, bis

sie endlich ganz verschwindet. In diesem Augenblick hat die ganze Diaphragmenoberfläche ein bläuliches Ansehen. Bald werden jedoch einzelne Partien des Diaphragmas rotglühend, so daß die Diaphragmenoberfläche gefleckt erscheint, und schließlich kommt die ganze Fläche ins Glühen.

Jetzt findet die Verbrennung — ohne jede Flammenentwicklung — in der obersten Schicht des porösen Diaphragmas statt, was sich daraus ergibt, daß die Vorderfläche desselben hell rotglühend ist, während der Gaskasten so kalt bleibt, daß man ihn ohne jede Gefahr mit der bloßen Hand berühren kann. Die Schicht des Diaphragmas, innerhalb welcher die Verbrennung stattfindet, hat eben nur eine Stärke von etwa 3 bis 6½ mm, und dennoch wird vollkommene Verbrennung erzielt.

Ein weiterer Vorteil dieses Heizapparates ist, daß sich die Temperatur der Platte durch gemeinsame Änderung der Gas- und Luftzuströmung nach Belieben und in exakter Weise regulieren läßt und daß die Diaphragmenfläche in jeder beliebigen Stellung Verwendung finden kann. Auch kann die Heizung

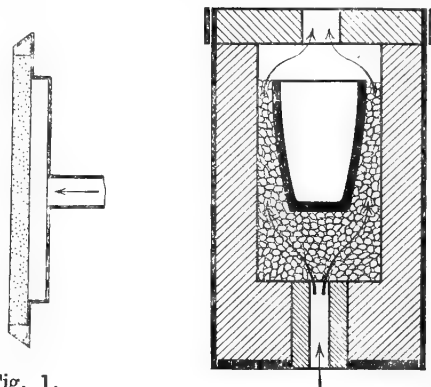


Fig. 1.

Diaphragmenfeuerung. Fig. 2. Tiegelofenfeuerung.

dieser Diaphragmen ebenso gut mit Leucht- oder Koksofengas, mit oder ohne Beimengung von Wassergas wie mit Naturgas, Petroleum-Luftgas, karburiertem Wassergas usw. erfolgen. Doch muß das Diaphragma so porös sein, daß das Gas schon bei einem Überdruck von 3 mm Wassersäule leicht durch dasselbe streichen kann.

Die Diaphragmenfeuerung gestattet die verschiedensten Verwendungsarten. Sie kann ebenso zum Backen, Braten und Rösten, wohl auch zur Zimmerheizung in Art der Gaskamine sowie zur Verdampfung von Flüssigkeiten, besonders von gesättigteren Lösungen mit Vorteil benutzt werden. In letzterem Falle wird die Heizplatte mit der glühenden Fläche nach abwärts über der zu verdampfenden Flüssigkeit angeordnet. Die Verdampfung erfolgt dann unter dem Einflusse der Wärmestrahlung von der Flüssigkeitsoberfläche aus leicht und mit besserer Wärmeausnutzung als nach dem alten Verfahren.

Das Gasgemenge kann aber auch statt im Innern einer porösen Heizplatte, wie beim *Diaphragmenverfahren* in einer körnigen Lage feuerfesten Materials zur Verbrennung gelangen, wie dies beispielsweise beim *Tiegelofen* (Fig. 2) der Fall ist. Der Boden

des Ofens ist mit einer Schicht von gekörntem, feuerfestem Material (zerkleinerte feuerfeste Ziegel, Magnesia usw.) bedeckt, auf welche der Tiegel gestellt wird. Nun füllt man den Raum zwischen Tiegel und Ofenwand mit demselben Material, deckt den Ofen mit einer durchlochten Deckplatte ab, und heizt den Ofen ebenso wie bei der Diaphragmenheizung an, indem man zunächst durch die Öffnung im Boden des Ofens Gas eintreten läßt, das bei seinem Austritte aus der Öffnung am Ofendeckel entzündet wird. Nun wird dem zuströmenden Gase Luft in wachsenden Mengen zugeführt, bis die Flamme verschwunden ist und die Verbrennung im Innern der körnigen Fütterungsmasse vor sich geht. Es gelang auf diese Weise bei Verwendung von Leuchtgas im Tiegel, Segerkegel Nr. 39 zu schmelzen, also nach Angabe der Reichsanstalt in Berlin eine Temperatur von 1880°C . zu erreichen, so daß es möglich ist, Platin (Schmelzpunkt 1775°) in derartigen Tiegelöfen zu schmelzen.

Die Hauptschwierigkeit liegt hierbei in der Wahl eines passenden feuerfesten Materials für die Füllmasse sowohl als für die Tiegel, das genügende Feuerfestigkeit besitzt, wobei natürlich darauf Rück-

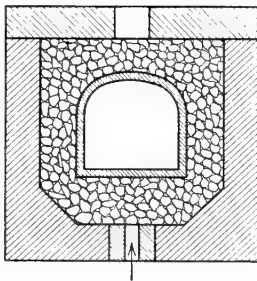


Fig. 3. Muffelofen (Querschnitt).

sicht genommen werden muß, daß die Füllmasse die Tiegel und Ofenwände nicht angreifen darf. Wenn es sich um die Erreichung sehr hoher Temperaturen handelt, empfiehlt Bone die Füllung aus Magnesia-brocken herzustellen, während für niedere Temperaturen (bis 1200°C .) zerkleinerte gewöhnliche feuerfeste Ziegel genügen.

In derselben Weise wie Tiegelöfen, können auch Muffelöfen geheizt werden (Fig. 3). Hier ist die Muffel allseits in zerkleinertes feuerfestes Material eingebettet. Bei Versuchen mit kleinen Muffel (Innen-dimensionen $24,1 \times 13,3 \times 8,2\text{ cm}$) ließen sich mit Benutzung von Leuchtgas Temperaturen bis zu 1425°C . erreichen. Die Versuche ergaben bei konstanter Temperatur in der Muffel:

Stündlicher Gasverbrauch m^3	Temperatur in $^{\circ}\text{C}$		Temperatur- Differenz
	Muffelmitte	abziehende Gase	
0,595	815 $^{\circ}$	540 $^{\circ}$	275 $^{\circ}$
1,000	1004 $^{\circ}$	645 $^{\circ}$	359 $^{\circ}$
1,218*)	1055 $^{\circ}$ *)	—	—
1,642	1205 $^{\circ}$	870 $^{\circ}$	335 $^{\circ}$
2,237	1424 $^{\circ}$	1085 $^{\circ}$	339 $^{\circ}$

*) Interpoliert.

Der Brennwert des Gases betrug 4845 Kal. pro Kubikmeter.

Zum Vergleiche wurde eine Muffel derselben Dimensionen in einen modernen Gasmuffelofen eingebaut, wobei eine Temperatur von 1055°C . bei einem stündlichen Gasverbrauch von $2,983\text{ m}^3$ erreicht wurde. Beim neuen Verfahren wird somit eine Gasersparnis von 59,2% erzielt. Man begnügte sich jedoch nicht mit diesem Versuche im kleinen Maßstabe, sondern schritt auch zur Konstruktion größerer Muffelöfen und erreichte so Muffeldimensionen von $2,44 \times 0,90 \times 0,90\text{ m}$ (innen gemessen).

Obige Zahlen ergaben, daß die Abgase den Ofen mit einer Temperatur verließen, die etwa 300° über jener des Muffelinnern liegt. Dies führte zu dem erfolgreichen Versuche, die abziehenden Gase zum Vorwärmen der Verbrennungsluft zu benutzen. Hierbei ist im rückwärtigen Teile des Ofens ein schachtelförmiger Raum ausgespart, der gleichfalls mit Stücken feuerfesten Materials ausgefüllt ist, in welchen das Zuleitungsrohr für die Verbren-

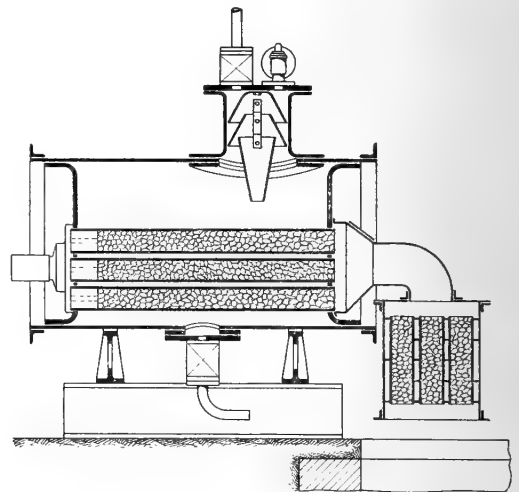


Fig. 4. Flammenlose Kesselfeuerung.

nungsluft eingebettet ist. Die Abgase strömen von unten nach oben durch diesen Raum und erwärmen so die Verbrennungsluft. Auf diese Weise lassen sich auch mit minderwertigen Heizgasen (Mondgas, usw.) höhere Muffeltemperaturen erreichen.

Bei den Tiegel- und Muffelöfen erfolgt die Erhitzung von außen. Es lag nun nahe, bei Kesselfeuerungen (Fig. 4) eine Innenheizung zu versuchen, um so Wärmeverluste durch Strahlung tunlichst zu vermeiden. Die Konstruktion ähnelt der bei Feuerrohrkesseln. Der liegende, nur etwa 1 m lange, zylindrische Kessel ist in axialer Richtung von Heizröhren durchzogen, die 76 mm lichte Weite besitzen und mit Stücken feuerfesten Materials gefüllt sind, innerhalb welchem das Gasgemenge zur Verbrennung gelangt. An jener Stelle (Vorderseite des Kessels), wo Gas und Luft eintreten, sind die Rohre mit durchlochten Tonpfropfen versehen, die eine Erwärmung der vorderen Kesselwand verhindern. Gas und Luft treten in eine vor dem Kessel angeordnete Mischkammer und entzündeten sich beim Eintritt in die im Innern glühenden Heizrohre. Die

Verbrennung ist nach Passieren der ersten 15 cm Rohrlänge schon vollständig.

Die abziehenden Gase passieren noch einen mit ganz ähnlich konstruierten Heizröhren (aber in vertikaler Stellung) ausgestatteten Speisewasservorwärmer, von wo sie in eine kurze Esse gelangen. Der in Fig. 4 dargestellte Versuchskessel enthielt zehn Heizröhren von 0,90 m Länge, während die neun Heizröhren des Vorwärmers nur 0,30 m lang waren.

Zur Heizung diente Leuchtgas von 4845 W. E. Brennwert pro Kubikmeter. Das Gasgemisch trat mit einem Drucke von 439,4 mm Wassersäule in die Verbrennungsröhren, verließ dieselben mit einem solchen von 50,8 mm. Da eine Dampfspannung von 7,56 kg pro cm^2 erreicht wurde, betrug die Temperatur des Kesselspeisewassers 168°C . Bei einem stündlichen Gasverbrauch von $28,2 \text{ m}^3$ wurden 204,43 kg Wasser verdampft (also bei Atmosphären-

einem Durchmesser von 3,05 m, ist mit 110 Heizröhren von 76 mm lichter Weite ausgestattet, und verdampft stündlich rund 2500 kg Wasser. An der Rückseite des Kessels ist gleichfalls ein Vorwärmer angeordnet, aus welchem die Abgase mit einer Temperatur von nur 78° bis 80°C . entweichen. Zur Heizung wird das von Koksöfen gelieferte Gas verwendet, und der Hauptunterschied zwischen diesem und dem früher beschriebenen Versuchskessel besteht darin, daß bei letzterem das Gasgemisch unter Überdruck durch den Kessel gepreßt wird, während es beim jetzt besprochenen Kessel mittels eines hinter dem Vorwärmer angeordneten Ventilators angesaugt wird.

Es würde uns zu weit führen, alle konstruktiven Vorteile des neuen Kesselsystems aufzuzählen, und wollen wir uns darauf beschränken, auf die durch rasche Verbrennung und Wärmeübertragung bedingten Kürze des Kessels und die Entbehrlichkeit einer Einmauerung sowohl als einer hohen Esse hinzuweisen. Dieses gestattet natür-

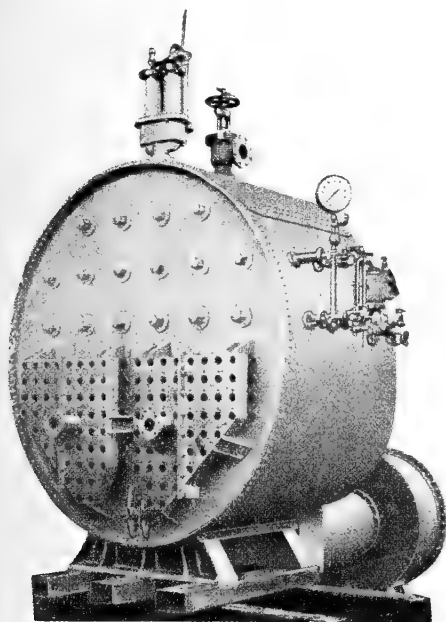


Fig. 5. Dampfessel für Koksöfengase.

druck 105 kg pro Stunde und 1 m^2 Heizfläche). Die Verbrennungsgase verließen den Kessel mit 230°C , den Vorwärmer mit 95°C ; die Temperatur des Speisewassers wurde hierbei von $5,5^\circ$ (beim Eintritt) auf 58°C . (beim Austritt aus dem Vorwärmer) erhöht. Von der durch die Verbrennung gelieferten Wärme wurden somit 95 % nutzbar gemacht (davon 87,4% im Kessel und 7,6% im Vorwärmer).

Wir haben also in unserem Versuchskessel eine nahezu doppelt so große Wärmeausnützung als in den gewöhnlichen Dampfesseln und dabei ist die Verdampfung pro 1 m^2 Heizfläche mehr als die doppelte von jener bei Lokomotivkesseln.

Aber bei den Kesselfeuerungen ist die Radiant Heating Co. über den bloßen Versuch schon hinausgekommen, indem bei den Skinningrove Iron Works in Cleveland im November 1911 ein Dampfessel des neuen Systems in Betrieb gesetzt wurde und sich in der Praxis völlig bewährte. Der Kessel (Fig. 5) hat eine Länge von nur 1,22 m bei

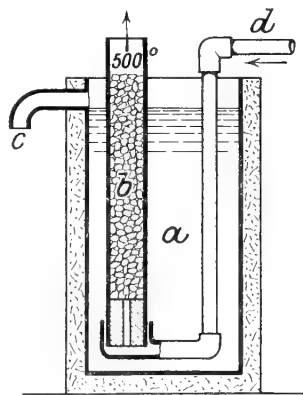


Fig. 6. Tank zum Schmelzen von Blei und anderen leichtflüssigen Metallen und Legierungen.

lich eine einfachere Konstruktion und garantiert eine größere Haltbarkeit des Kessels.

Eine weitere Anwendung des Systemes der flammenlosen Verbrennung in Heizröhren ergab sich aus dem Bedürfnis der großen Londoner Tageszeitungen, bedeutende Mengen Letternmetalles lange Zeit hindurch flüssig zu erhalten. Fig. 6 gibt eine schematische Skizze des Heizapparates. Die Schmelzung des Metalles erfolgt in eisernen Tanks (a), die durch eine Umhüllung mit Isoliermaterial möglichst gegen Wärmeverluste durch Ausstrahlung geschützt sind. Das geschmolzene Metall fließt durch ein Ablaufrohr an seiner Oberfläche ab. Die Erwärmung vermitteln eine Reihe vertikal gestellter Heizröhren (b), die ebenso dimensioniert und eingerichtet sind, wie jene der früher besprochenen Dampfessel. Das Gasgemisch wird durch ein Röhrensystem von d aus zugeführt. Bei einem Versuche mit einem solchen Tank wurden stündlich 533,4 kg Blei geschmolzen und hierbei von 15° auf 372°C . erwärmt. Der Verbrauch an Leuchtgas betrug $2,83 \text{ m}^3$, die abziehenden Verbrennungsgase hatten eine Temperatur von 500° . Der Apparat arbeitete daher mit 68,6 % Nutzeffekt. Das erklärt sich einerseits durch

die relativ große Wärmeausstrahlung seitens des Apparates, teils daraus, daß die Rauchgase den Apparat mit weit höherer Temperatur verlassen, als bei den Kesselfeuerungen.

Biologische Probleme.

Von Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien.

Die elementaren Lebenserscheinungen.

Es ist eine Wahrheit, die man sich nicht gerne eingesteht, die aber von niemandem, der mit den Verhältnissen vertraut ist, in Abrede gestellt werden kann, daß es der Wissenschaft vom Leben trotz emsigster Einzelforschung bisher nicht geglückt ist, zu einer befriedigenden und allgemein anerkannten Anschauung über den inneren Mechanismus und Chemismus auch nur eines einzigen der primitiven Lebensvorgänge zu gelangen, geschweige denn daß es gelungen wäre, eine umfassende Synthese der gesamten Erscheinungen in der Welt des Organischen zu bewerkstelligen. Die empirische Beobachtung der lebenden Organismen und ihrer vitalen Erscheinungen, die eingehende chemische Analyse ihrer Bestandteile und ihrer Ausscheidungen, namentlich aber die mit allen Feinheiten einer kunstvollen Technik vorgehende Experimentalphysiologie haben eine unermeßliche, für den Einzelnen nicht mehr zu übersehende Menge von Tatsachen ans Licht gebracht und mit wahren Ameisenfleiß wird Tag für Tag immer noch neues und mitunter überaus wertvolles und vielverheißendes Material zu einem überragenden Lehrgebäude herbeigeschafft. Aber einstweilen sucht man noch, in den umfassenden Werken sowohl als in den Einzelarbeiten der Physiologen, vergeblich nach einem leitenden Gedanken und einem einheitlichen Plane, nach dem dieses rastlos aufgehäuften Material zusammengefügt werden soll; und wenn man auch hie und da rudimentäre Ansätze zu Geschossen und Gesimsen wahrzunehmen glaubt, so fehlt doch vorläufig zwischen ihnen jeder Zusammenhang und jede Harmonie und es läßt sich für den Augenblick nicht absehen, wie diese disparaten Elemente jemals zu einem sinnvollen Bau vereinigt werden sollen.

Eine flüchtige Übersicht über die elementaren Lebenserscheinungen und über die großen Divergenzen in ihrer theoretischen Bewertung wird den Beweis erbringen, daß diese pessimistische Beurteilung in der Sachlage tatsächlich begründet ist.

Alle tierischen und pflanzlichen Organismen ohne Ausnahme unterliegen, solange sie am Leben sind, einem fortwährenden Stoffwechsel. Sie nehmen feste, flüssige und gasförmige Substanzen aus ihrer Umgebung in sich auf und geben Stoffe von anderer chemischer Zusammensetzung wieder von sich. Auch die Körperbestandteile, die der wachsende Organismus ansetzt, haben eine ganz andere chemische Beschaffenheit als die Nahrungstoffe, auf deren Kosten sie gebildet werden. Wenn man nun wissen möchte, wie diese Umwandlungen zustande kommen,

dann wird man gewöhnlich auf einen „Einfluß“ der lebenden Substanz oder des Protoplasmas verwiesen. Von diesem Einfluß hat man aber nur vage und unbestimmte Vorstellungen. Der eine denkt an Schwingungen der Protoplasmamoleküle, die auf die umgebenden Stoffe zersetzend wirken sollen; andere glauben an chemische Zersetzungen des Protoplasmas, die auf die Nahrungs- und Reservestoffe übergreifen; neuestens denken viele an katalytische Wirkungen von Fermenten, die das lebende Protoplasma produziert, und wieder andere an Zersetzungen durch elektrische Ströme, die in nicht näher bekannter Weise in der lebenden Substanz entstehen sollen. Aber keine dieser ohne ernsthafte wissenschaftliche Begründung förmlich aufs Geratewohl ausgesprochenen Vermutungen macht auch nur den Versuch zu erklären, wie jene Teile der Nahrungstoffe, die zum Wachstum oder zum Ersatz verbrauchter Körperbestandteile verwendet werden, trotz der unmittelbaren Nähe des lebenden Protoplasmas der angeblich von ihm ausgehenden Zersetzung entgehen.

Eine weitere, gleichfalls allen Organismen gemeinsame Eigenschaft ist ihre Reizbarkeit. Sie äußert sich darin, daß ihre Lebenstätigkeit und der damit untrennbar verbundene Stoffumsatz infolge von geringfügigen äußeren Einwirkungen plötzlich eine auffallende Verstärkung erfahren. Eine leise Berührung, ein schwaches Geräusch, ein Lichtstrahl oder ein für den Menschen gar nicht wahrnehmbarer Geruch kann eine ganze Kette von Muskelkontraktionen in Form von Flucht- oder Annäherungsbewegungen hervorrufen und ein ausgeschnittener Froschmuskel verkürzt sich in gleicher Weise, ob man ihn mit einer Nadel sticht oder Ammoniakdämpfen aussetzt oder von einem schwachen elektrischen Strome durchfließen läßt. Derselbe elektrische Reiz von geringer Stärke aber, der auf den Muskel selbst oder auf den sich in ihm ausbreitenden Nerven einwirkend, eine Gestaltveränderung oder eine mechanische Kraftleistung — durch Heben eines angehängten Gewichtes — herbeiführen kann, wird in der Speicheldrüse die Bildung und die Herausbeförderung eines spezifischen Sekretes, in einem Leuchtorgan die Aussendung von Lichtschwingungen und in einem elektrischen Organ die Abgabe eines elektrischen Schlages zur Folge haben; und diese verschiedenen Lebensäußerungen mitsamt der damit verbundenen Steigerung des Stoffwechsels können auch durch eine mechanische, chemische oder elektrische Reizung der zu den betreffenden Organen führenden Nerven ausgelöst werden. Wie aber diese Auslösung zustande kommt, wie so verschiedenartige Energien in demselben Organ denselben Effekt und wie auf der andern Seite die gleiche Energie in verschiedenen Organen ganz verschiedene Wirkungen herbeiführen kann, dafür erhalten wir nirgends auch nur eine halbwegs befriedigende Erklärung.

Jede Lebenstätigkeit ohne eine einzige Ausnahme ist nicht nur mit einer Ausscheidung von Kohlensäure, sondern auch mit einer Abgabe von Wärme verbunden. Da diese beiden Erscheinungen auch bei jeder Verbrennung, d. h. bei jeder Verbindung

einer brennbaren Substanz mit dem atmosphärischen Sauerstoff beobachtet werden, glaubt man ziemlich allgemein, daß auch die brennbaren Teile der Nahrung und, in Ermangelung derselben, die brennbaren Reservestoffe des Körpers sich mit dem eingeatmeten Sauerstoff in derselben Weise verbinden wie die Heizstoffe des Ofens oder der Kraftmaschinen und daß dadurch nicht nur der Körper erwärmt, sondern auch die Wärme wie in den Maschinen in mechanische Arbeit oder in Lichtschwingungen oder in elektrische Energie umgewandelt wird. Aber die Anhänger dieser scheinbar so plausiblen Auffassung vermögen uns nicht zu sagen, wie es der lebende Organismus zuwege bringt, die sonst so schwer anzündbaren Stoffe der Nahrung — Eiweiß, Leim Zucker und Fett — bei der relativ niederen Temperatur des Tier- und Pflanzenkörpers in Brand zu stecken und in Brand zu erhalten; sie können uns nicht erklären, warum eine vermehrte Zufuhr von Sauerstoff den Brand nicht gewaltsam auflodern läßt, wie durch den Blasebalg in der Esse, sondern ohne sichtbare Wirkung bleibt; warum auch die vermehrte Zufuhr der vermeintlichen Heizstoffe nicht wie das Aufschütten von Kohle im Ofen oder im Heizraum der Maschine die Lohe verstärkt, sondern nichts anderes bewirkt, als eine Ablagerung von brennbaren Reservestoffen mitten in den brennenden, d. i. Sauerstoff verbrauchenden und Kohlensäure und Wärme produzierenden Geweben; während eine jede Verstärkung der Lebensreize auch im hungernenden, also keine neuen Brennstoffe aufnehmenden Körper sofort eine vermehrte Aufnahme von Sauerstoff und eine vermehrte Ausscheidung von Kohlensäure und natürlich auch eine verstärkte Wärmebildung zur Folge hat.

Wenn man die Lebenstätigkeit des Protoplasmas verstehen will: sein Wachstum auf Kosten der Nahrung, seine Fähigkeit, Fortsätze auszustrecken und bei mechanischer, chemischer oder elektrischer Reizung wieder einzuziehen, die Abhängigkeit dieser Bewegungsfähigkeit und Reizbarkeit von der ununterbrochenen Zufuhr von Sauerstoff und endlich die Tatsache, daß es alle seine Fähigkeiten und Entwicklungsmöglichkeiten bei der Fortpflanzung auf seine Teilungsprodukte übertragen kann, dann möchten wir uns vor allem eine anschauliche Vorstellung von seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften machen können. Was uns aber nach dieser Richtung geboten wird, kann nur als im höchsten Grade unbefriedigend bezeichnet werden. Das Protoplasma wird entweder als eine Flüssigkeit angesehen oder als ein fest-weiches Gemisch von Eiweiß, Fett, Zucker und mineralischen Nahrungsstoffen, das die wunderbare Eigenschaft besitzen soll, aus einer Nährflüssigkeit nur ganz bestimmte Substanzen und diese nur in bestimmten Proportionen in sich aufzunehmen und so unter allen wechselnden Umständen seine eigenen, nicht nur für jede Spezies, sondern auch für jedes Individuum und sogar für jedes einzelne Organ spezifische Zusammensetzung zu bewahren. Andere betrachten das Protoplasma wieder als „lebendes Eiweiß“, können aber nicht sagen, warum für sein Wachstum außer dem Nahrungseiweiß auch nichteiweißartige

und selbst anorganische Stoffe notwendig sind; wie sich das tote Nahrungseiweiß in das lebende Eiweiß des assimilierenden und reizbaren Protoplasmas verwandelt und wie es durch diese Verwandlung alle jene mannigfachen Fähigkeiten erlangt, die wir an dem lebenden Protoplasma beobachten und bewundern. Ebenso unverständlich bleibt es aber auch, warum das angeblich flüssige Protoplasma nicht wie jede andere Flüssigkeit nach oben eine horizontale Begrenzung zeigt, wie es ferner imstande ist, sich entgegen der Schwerkraft aufzubauen, und wie es — nach den Versuchen von Pfeffer an Schleimpilzen — sogar eine nicht unbedeutende Tragfähigkeit entwickeln kann. Eine Flüssigkeit aber, die bei ihrem Wachstum Kohlensäure ausatmet und Wärme produziert, welche Fortsätze aussendet und auf verschiedene Reize hin wieder einzieht, die aber diese Bewegungsfähigkeit und diese Reizbarkeit in Abwesenheit von freiem Sauerstoff verliert, bleibt für unsere jetzigen Begriffe zugleich ein physikalisches und ein chemisches Wunder.

Ebenso unverständlich für diese Auffassung des Protoplasmas bleiben aber auch die Erscheinungen der Reizfortpflanzung. Wenn die Reize ihre Wirkungen nur an ihrem Angriffspunkte entfalten könnten, dann wäre das große Mißverhältnis zwischen ihrem eigenen, zumeist ganz unbedeutenden Energiegehalte und den durch sie in dem gereizten Organe selbst oder auch in ganz entlegenen Bezirken des Organismus entfesselten Energien unmöglich zu begreifen. Der Reizprozeß muß sich also in den reizbaren protoplasmatischen Anteilen des gereizten Organs fortpflanzen können und für die Fortleitung bis zu entfernten Organen müssen besondere protoplasmatische Bahnen in Anspruch genommen werden, welche, wie die Nerven des Tierkörpers, überhaupt keine andere Funktion ausüben als eben die Fortleitung des Reizprozesses von den Reizaufnahmestellen durch die nervösen Zentren hindurch zu den Muskeln und anderen arbeit leistenden Organen. Eine solche Fortleitung könnte aber in einem flüssigen Medium nur entweder durch eine wellenförmige Bewegung von Massenteilchen oder auf elektrischem Wege vor sich gehen. Diese beiden Möglichkeiten sind aber für die Nervenleitung schon von vornherein ausgeschlossen. Vor allem ist uns kein Beispiel bekannt, wo die schwingende oder wellenförmige Bewegung von Molekülen oder die Ausgleichung von elektrischen Spannungsdifferenzen in einem Leiter an die Gegenwart von freiem Sauerstoff gebunden wäre. Aber wir kennen auch keine Bewegung von Massenteilchen, die sich mit solcher Langsamkeit — 33 Sekundenmeter im Nerven der Warmblüter oder gar 2 cm pro Sekunde in dem Nerven der Teichmuschel — ausbreiten würde. Und endlich könnten wir nicht begreifen, wie die Moleküle der Nervensubstanz, denen wir wegen ihrer übergroßen Empfindlichkeit gegen stark verdünnte Giftlösungen und auch aus vielen anderen Gründen eine außerordentliche chemische Zersetzbarkeit zuschreiben müssen, dennoch ihre Bewegung wie harte elastische Bälle auf die Nachbarmoleküle übertragen sollen, ohne beim Zusammenstoß mit diesen ihren chemischen Zusammenhang

sofort einzubüßen. Gegen eine elektrische Leitung, die in einem Metalldrahte mehrere Hundert Millionen Meter in der Sekunde zurücklegt, spräche aber nicht nur die im Vergleiche damit beschämend langsame Fortpflanzung des Nervenprozesses, sondern auch der Mangel eines geschlossenen Stromkreises und das Fehlen einer wirksamen Isolierung, da viele Nerven und alle zentralen Bahnen hüllenlos sind und weil das einen Teil der Nerven umhüllende Nervenmark, dem man eine isolierende Funktion zusprechen wollte, in Wirklichkeit einen vortrefflichen Leiter für die Elektrizität abgibt.

Völlig rätselhaft für beide Theorien der Nervenleitung blieben aber auch die Wirkungen wiederholter Reize auf alle reizbaren Gebilde und speziell auf die protoplasmatischen Nervenbahnen. In kurzen Intervallen aufeinanderfolgende Reizungen bewirken nämlich anfänglich eine Erleichterung der Leitung, so daß man dann mit schwächeren Reizen in den Nerven selbst und den von ihnen innervierten Organen dieselbe Wirkung hervorrufen kann wie mit stärkeren Reizen vor dieser „Übung“ oder „Bahnung“ der Nerven. Wird aber die Reizung fort und fort wiederholt, dann tritt die entgegengesetzte Wirkung ein, indem in einem so „ermüdeten“ Nerven wieder stärkere Reize angewendet werden müssen, um den gewünschten Effekt, z. B. eine Zuckung des Muskels hervorzurufen; und endlich schwindet die Empfänglichkeit vollständig, der Nerv ist in einen lähmungsartigen Zustand verfallen. Gönnst man ihm jetzt eine Reizpause, dann kann er sich wieder „erholen“ und er kann sogar seine frühere Empfänglichkeit für schwache Reize wieder erlangen. Läßt man aber auf den unempfindlich gewordenen Nerven noch immer die Reize einwirken, dann folgt auf die Lähmung eine definitive Ertötung des reizleitenden Protoplasmas. Für all das bietet uns aber weder die Ausbreitung einer Wellenbewegung durch schwingende Massenteilchen noch die Ausgleichung von Spannungsdifferenzen in einem elektrischen Leiter auch nur die allerentfernteste Analogie; und wir können daher schon mit Rücksicht auf diese Gruppe von Erscheinungen beide Arten der Reizfortpflanzung für das lebende Protoplasma mit Bestimmtheit ausschließen.

Schon dieser flüchtige Überblick hat uns also gezeigt, daß keine der gangbaren Theorien uns in die Lage versetzt hat, mit ihrer Hilfe auch nur zu einem halbwegs befriedigenden Verständnis der in den Organismen und speziell im lebenden Protoplasma ablaufenden Vorgänge zu gelangen. Der Vergleich des lebenden Körpers mit einer kalorischen Maschine hat ebenso versagt wie die Übertragung der präparatorischen Fermentspaltungen, die der Assimilation der Nahrungstoffe vorhergehen müssen, auf den gesamten Stoffwechsel; und die ad hoc ersonnenen Schwingungen der Protoplasmamoleküle haben sich für das Verständnis der Lebenserscheinungen als ebenso wertlos erwiesen wie der Vergleich des Muskels mit einer Dynamomaschine, der Nervenbahnen mit Telegraphendrähten und der Ganglienzellen mit galvanischen Batterien.

Dieser allen populär gewordenen Lebenstheorien gemeinsame Mißerfolg mußte aber doch eigentlich

den Verdacht erwecken, ob er nicht dadurch verschuldet sein könnte, daß sie alle von Haus aus an einer irrtümlichen Voraussetzung krankten. Ein solches „proton pseudos“ könnte z. B. in der noch immer stark verbreiteten Annahme gelegen sein, daß der Stoffwechsel unter einem undefinierbaren „Einfluß“ des Protoplasmas vor sich gehe, daß aber dieses selbst und seine chemischen Einheiten von diesem Wechsel entweder gar nicht oder nur in ganz geringem Maße betroffen seien. Dieses Protoplasma müßte also die schwer anzündbaren und schwer verbrennlichen Stoffe in völlig rätselhafter Weise anzünden, müßte aber selbst bei dieser Anzündung und umgeben von brennenden Nahrungsstoffen unverseht bleiben oder dabei höchstens ein wenig „abgenützt“ werden. Oder es müßte wie ein verdauendes Ferment auf die in seiner Nähe befindlichen Stoffe katalytisch wirken, müßte aber doch auf Kosten derselben Stoffe, die es zersetzt und in nicht mehr assimilierbare Auswurfstoffe verwandelt, wachsen und sich regenerieren können. Oder das Protoplasma müßte elektrische Ströme erzeugen, welche die schwer zersetzbaren Nahrungstoffe zerlegen, aber seine eigenen, überaus zersetzlichen Moleküle verschonen. Anstatt aber den so naheliegenden Versuch zu machen, ob man nicht alle diese Schwierigkeiten und Widersprüche vermeiden könnte, wenn man alle Nahrungstoffe zum Aufbau der hochkomplizierten Protoplasmamoleküle verwenden ließe und alle Stoffwechselprodukte von dem Zerfalle dieser überaus zersetzlichen Moleküle herleiten würde, und ob man nicht auf diesem Wege das heiß ersehnte Ziel erreichen könnte, „die gesamte Physiologie in physiologische Physik und physiologische Chemie aufzulösen“ (Lehmann 1859), ist man auf dem besten Wege, die um die Mitte des vorigen Jahrhunderts scheinbar für immer verabschiedete Lebenskraft entweder unter ihrem alten Namen oder unter irgend einem Decknamen — Entelechie, Dominanten, intelligente Lebenskräfte u. dgl. — wieder feierlich zu rehabilitieren.

In den folgenden Abschnitten soll nun an den einzelnen Lebenserscheinungen gezeigt werden, wie wenig Berechtigung dieser Rückfall in einen mystischen Vitalismus besitzt, der sich immer als ein Hemmschuh für die Erforschung der wahren Zusammenhänge erwiesen hat.

Die Wege zum künstlichen Kautschuk.

Von Dr. Rudolf Ditmar, Graz.

(Kautschuklaboratorium.)

Erst 1879 gelang es M. G. Bouchardat, Kautschuk zum erstenmal synthetisch in kaum wägbaren Mengen aus Isopren herzustellen. 1904 klärte Professor C. Harries die Konstitution des Kautschuks teilweise auf. Nach diesem rein wissenschaftlichen Schritt ritt nun ein kleines Fähnlein chemiekundiger Männer der Elberfelder Farbenfabriken Friedr. Bayer & Co., an deren

Spitze Dr. Fritz Hofmann stand, in die Schranken, um die Phalanx zu durchbrechen, welche sich noch der Umsetzung der wissenschaftlichen Erfolge in die Großtechnik entgegenstellte. Der Einzelne war dieser großen Aufgabe gegenüber so gut wie machtlos, seine Mittel waren zu schnell erschöpft, die Großindustrie mußte hier eintreten, deren Lage es gestattet, im Notfall auch einmal für lediglich negative Versuche eine siebenstellige Zahl auf die Debetseite ihres Hauptbuches zu schreiben. Am 11. September des Jahres 1909 wurde jenes denkwürdige Patent von den Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. zu Elberfeld eingereicht, nach welchem zum erstenmal künstlicher Kautschuk in der Großtechnik hergestellt wurde. Dieser Patentanspruch lautete: „Verfahren zur Herstellung von künstlichem Kautschuk, darin bestehend, daß man synthetisches Isopren mit oder ohne Zusatz von die Polymerisation befördernden Mitteln auf Temperaturen unter 250° erwärmt.“ Die geistigen Urheber dieses von den Farbenfabriken angemeldeten Patenten waren Dr. Fritz Hofmann und Dr. Carl Coutelles, Hofmann*) hatte von Amts wegen als pharmazeutischer Chemiker in den Farbenfabriken nichts mit Kautschuk zu tun. Durch die Lektüre eines Vortrages des Londoner Professors Dunstan wurde er zufällig auf das Kautschukproblem aufmerksam, die große Aufgabe reizte ihn. Bald nachher stellten die Farbenfabriken in Elberfeld eine ganze Reihe von erstklassigen Chemikern in den Dienst dieser Aufgabe, so Merling, Meisenburg, Delbrück, Gottlob, Köhler, Jonas, Bögemann und Tschunkur, die ihr bestes Können zur Lösung des Problems heranzogen. Bald traten auch andere Fabriken und Einzelfinder in Deutschland sowie in den übrigen Ländern an die Herstellung von künstlichem Kautschuk heran, so die Firmen: Badische Anilin- und Sodafabrik (Ludwigshafen), Schering (Berlin), die chemische Fabrik Flörsheim (Dr. H. Noerdlinger) und die Gesellschaft für Teerverwertung (Duisburg-Meiderich).

Die weltwirtschaftliche Bedeutung der künstlichen Herstellung des Kautschukkolloids dürfte selbst jedem Laien klar sein. Trotzdem seien hier einige statistische Angaben zur Erläuterung angeführt, welche Dr. Fritz Hofmann gelegentlich seines berühmt gewordenen Vortrages in Freiburg machte. Die deutschen Aktienreedereien einschließlich der beiden großen hanseatischen Gesellschaften Lloyd und Hapag mit ihren riesigen Flotten arbeiten mit einem Betriebskapital von $\frac{1}{2}$ Milliarde Mark, die Millionenstadt Berlin hat einen Jahresetat von $\frac{1}{2}$ Milliarde Mark. Kautschukwaren aber werden pro Jahr für 3 Milliarden Mark umgesetzt; zu ihrer Fabrikation wird für 1 Milliarde Rohgummi verbraucht. Das Kautschukproblem ist also, was den Geldeswert angeht, weitaus das größte, das bisher die chemisch technische Welt beschäftigt hat. Jedes Prozent vom Weltkonsum, das die Synthese sich erobert, repräsentiert zurzeit einen Wert von zehn

Millionen Mark. Dabei steigt der Bedarf noch jährlich um 5 bis 10%. 250 000 kg müssen pro Tag hergestellt werden, um die derzeitige Weltproduktion zu schaffen. In wenigen Jahren dürfte die Zahl noch ganz erheblich höher sein. Nehmen wir an, aus dem dafür nötigen Ausgangsmaterial ließen sich 25% Gummi gewinnen, so würde eine solche Fabrik täglich 1 Million Kilo von dieser Muttersubstanz brauchen, und $\frac{3}{4}$ Millionen Kilo Nebenprodukte würden sich aufspeichern. Die Nebenprodukte bilden ein neues schwieriges Problem zu der Fülle der schwierigen alten Aufgaben. Was soll mit diesen vielen Nebenprodukten geschehen? Ein reiches Feld eröffnet sich da für die chemische Beackerung. Vielleicht stecken in diesen Nebenprodukten noch sehr wertvolle Substanzen; es wird mit ihnen einmal ähnlich ergehen, wie mit dem Teer, der seinerzeit als lästiges Abfallprodukt in den Gasanstalten aufgehäuft wurde.

Naturkautschuk*) ist ein Polymerisationsprodukt aus zwei Molekülen Isopren; man nennt diesen Kautschuk deshalb auch „Isoprenkautschuk“. Dieser Kautschuk wurde zuerst wissenschaftlich erforscht, also abgebaut und nachher synthetisiert. Die intensive Beschäftigung mit dem Isoprenkautschuk führte alsbald zur Erkenntnis, daß sich auch noch andere Kautschuke durch Polymerisation von 1.3-Butadien und seinen Derivaten, welche dem Isopren chemisch verwandt sind, herstellen lassen müssen. Dies gelang tatsächlich Dr. Fritz Hofmann und Professor C. Harries**). Es ist nicht ausgeschlossen, daß schon vor C. Harries Prof. L. Kondakow ähnliche Kautschuke im Jahre 1900 in Händen gehabt hat (aus Dimethyl-2—3-Butadien), sicherlich aber war ihm der Zusammenhang mit dem Isoprenkautschuk nicht bekannt.

Bei diesem Ergebnis blieb die Wissenschaft noch nicht stehen. Produziert die Natur bloß den normalen Isoprenkautschuk, so bewies die Chemie, daß sie noch mehr kann. Durch eine andere Methode der Polymerisation der erwähnten Kohlenwasserstoffe, nämlich durch Natrium, erhielt C. Harries wieder anders chemisch konstituierte Kautschuke, denen er den Namen „Natriumkautschuke“ gab. Wenn Fritz Hofmann seinen Vortrag zu Freiburg i. Breisgau mit dem Satze begann „Kunst und Natur sei Eines nur“, dann muß man wohl sagen, daß diesem glänzenden Synthetiker eine Bescheidenheit innewohnt, welche nur ganz großen Menschen eigen ist.

Nachdem nun die Wege vom Butadien, seinen Homologen und Analogon zum Kautschuk geebnet sind, beschäftigt den praktischen Chemiker eine noch viel wichtigere Frage, nämlich die billige Darstellung der Ausgangsprodukte für die Kautschuksynthese. Mit diesem großen Problem be-

*) „Die Synthese des Kautschuks“ von Dr. Rudolf Ditmar. Verl. von Theodor Steinkopff, Dresden.

**) „Über synthetischen Kautschuk“ von Professor L. Kondakow, Dorpat.

*) E. Harries. „Über Kohlenwasserstoffe der Butadienreihe und über einige aus ihnen darstellbare künstliche Kautschukarten.“ Annalen d. Chem. 1911. S. 157 bis 227.

*) Dr. Fritz Hofmann. „Der synthetische Kautschuk vom Standpunkt der Technik.“ Vortrag, gehalten in der Festsitzung der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Chemiker zu Freiburg i. Breisgau.

schäftigt sich gegenwärtig die Kautschukchemie auf das allerintensivste. Da sind nun die verschiedensten Wege eingeschlagen worden.

Für die Elberfelder Farbenfabriken kommt natürlich in erster Linie der *Steinkohlenteer* als Ausgangsprodukt in Betracht. Dieser Steinkohlenteer ist bekanntlich ein Nebenprodukt der Leuchtgasfabrikation und der Koksdarstellung. Daneben liefern unter gewissen Umständen Teer als Abfallprodukt: die Generatorgasdarstellung, der Eisenhochofenbetrieb, die Wassergas- und die Ölgaserzeugung. Durch Destillation wird der Teer in 4 Fraktionen zerlegt:

1. das Leichtöl bis ca. 180°;
2. das Mittelöl bis etwa 240°, worin hauptsächlich Naphthalin und Phenole enthalten sind;
3. das Schweröl bis ungefähr 300°, enthält vornehmlich die Kresotöle;
4. das Anthrazenöl bis 400°.

Im Mittelöl und im Schweröl findet sich nun ein Kohlenwasserstoff, das p-Kresol, vor. Von diesem geht Dr. *Fritz Hofmann* aus und verwandelt es in Isopren.

Eine aus *kaukasischem Petroleum* gewonnene Fraktion vom Siedepunkt 70° bis 100° liefert Erythren in einer Ausbeute, welche nach einem Patente der Farbenfabriken vorm. Friedrich Bayer & Co. die technische Verwertung des Verfahrens ermöglicht. Das Verfahren besteht darin, daß man das Petroleum bzw. Petroleumfraktionen oder -rückstände mit Hilfe von heißen Kontaktkörpern oder heißen Flächen zersetzt und aus den so erhältlichen Gasgemischen das Erythren abscheidet.

Der Londoner Chemiker *Arthur Heinemann* benutzt ein Gemisch von *Azetylen*, *Äthylen* und *Methylchlorid* als Ausgangsmaterial zur Darstellung von Kautschuk. Er leitet dieses Gemisch durch ein auf beginnende Rotglut erhitztes Rohr.

Derselbe *Heinemann* stellt aus *Stärke* Lävulin-säure her, verwandelt diese mit Phosphortrisulfid zu Methylthiophen und reduziert das Methylthiophen zu Isopren.

Die *Stärke* als Ausgangsmaterial für die Darstellung von synthetischem Kautschuk zu benutzen, stellt deshalb einen glücklichen Gedanken vor, weil *Stärke* ein sehr billiges Naturprodukt ist, welches man überall gewinnen kann. So arbeitete denn auch *W. H. Perkin jun.* in Manchester ein recht interessantes Verfahren aus. Durch einen Gärungsprozeß nach Professor *Fernbach* entsteht aus *Stärke* Fuselöl. Dieses Fuselöl enthält einen hohen Prozentsatz n-Butylalkohol, welcher mit Salzsäure behandelt Butylchlorid gibt. Letzteres wird im Pimapparate chloriert. Aus den erhaltenen Chloriden gewinnt man beim Überhitzen über erhitzten Natronkalk Butadien.

Auch aus *Fuselöl* stellt *W. H. Perkin jun.* Isoamylalkohol her, welcher in derselben Weise wie oben behandelt Isopren in einer Ausbeute von 40% der theoretischen liefert.

C. Harries geht vom *Alkohol* aus, verwandelt diesen in Essigsäure, diese in Aceton, weiter in tertiären Amylalkohol und dann in Trimethyl-

äthylen. Letzteres verwandelt er nach *Ipatiew* in Isopren.

J. Blum unterwirft *Torf* mit Wasser bei einer Temperatur von 60° C. der Fermentation und erhält eine Masse, in welcher sich Isopren vorfindet.

Weniger glücklich scheinen alle jene Methoden zu sein, welche zur Darstellung der Ausgangskohlenwasserstoffe für Kautschuk vom *Terpentinöl* (*Tilden*, *Woltereck*, *Wallace*, *Silberrad*, *Gottlob*) oder anderen *Terpenen* (*Staudinger* u. *Klever*, *Badische Anilin- und Sodafabrik*, *Harries*) ausgehen. Diese liefern allerdings glatt sehr reines Isopren, allein für die billige Herstellung eines Naturproduktes von einem verhältnismäßig teuren Naturprodukte auszugehen, erscheint wohl kaum rentabel. Außerdem würden die im Handel vorkommenden Terpene wie *Terpentinöl* usw. kaum genügen, um den Riesenbedarf der Welt an Kautschuk decken zu können. Ein sehr weitgehendes und umfassendes Patent wurde in dieser Richtung Dr. *Kurt Gottlob* erteilt unter dem Titel: „Verfahren zur Herstellung von zur Überführung in Kautschuk- oder kautschukartige Massen geeigneten Kohlenwasserstoffen“. Das Verfahren, welches auf der Zersetzung von Terpenen beruht, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Terpene der Einwirkung einer *Energiequelle* so kurze Zeit ausgesetzt werden, daß keine wesentliche Zersetzung der gebildeten Diolefine stattfindet.

Azeton liefert bei der Behandlung mit Natrium ein Paraffinglycol, das Tetramethyläthylenglycol, welches nach seiner Kristallform (*πινάξ*=Tafel) auch Pinakon genannt wird. Erhitzt man dieses Pinakon mit geringen Mengen von Schwefelsäure oder aromatischen bzw. aliphatischen Sulfosäuren, so erhält man β - γ -Dimethylethyren, welches durch Polymerisation in einen Homologenkautschuk, in den β - γ -Dimethylethyrenkautschuk, übergeht. Dieser Kautschuk stellt ein sehr labiles Produkt vor.

Ein häufiger Begleiter des Pinens in den *Terpentin-* und *Kienölen* ist das *Nopin*. Die chemische Fabrik auf Aktien (vorm. E. Schering) in Berlin hat ein Verfahren zur Darstellung von Isopren angemeldet, welches darin besteht, daß man *Nopin* auf höhere Temperaturen erhitzt. Auch diese Methode der Isoprendarstellung geht von einem recht teuren Naturprodukt aus, dessen Preis sofort bedeutende Steigerungen erfahren würde, wollte man diese Methode in der Großtechnik anwenden.

An solchen für die Praxis kaum je verwendbaren Darstellungsmethoden zur Herstellung der Ausgangsprodukte für die Kautschuksynthese ist die neueste Patentliteratur überaus reich.*) Man kann allerdings niemals in der Großindustrie vorhersagen, welche Methoden durch die Verwertung irgend eines neuen Abfallproduktes oder durch eine vereinfachte Darstellung eines bisher teuren Ausgangsproduktes plötzlich großen Wert gewinnen.

*) Dr. *Oskar Kausch*. „Tabellarische Übersicht der Patente und wichtigsten Veröffentlichungen betreffend die Kautschuksynthese und die Herstellung der hierzu erforderlichen Ausgangsstoffe.“ Die Kunststoffe. II. Jahrg., Nr. 18, 1912, S. 341 ff.

Es wäre verfrüht, schon heute ein abschließendes Urteil darüber abgeben zu wollen, welcher Weg sich zur Synthese der Ausgangsmaterialien für die Herstellung des Kautschuks in der Großtechnik *erfolgreich* behaupten wird. Dies hängt von so vielen Faktoren ab, daß nur der Erfolg selbst das entscheidende Wort sprechen wird. Dafür sind nicht allein die besten Ausbeuten, die billigsten Ausgangsstoffe, die einfachsten Anlagen, die geringste Anzahl der Übergänge von einem Körper in den anderen usw. bestimmend, für solche Fragen sind auch Arbeitslöhne, Kraft, Transport, Steuern, Preis des Naturkautschuks und noch viele andere Faktoren von einschneidender Bedeutung.

Wenn ein endgültiger Beweis für die Rentabilität eines Verfahrens auch nur durch die Praxis geführt werden kann, so seien doch die verschiedenen Ausgangswege in technischer Beziehung diskutiert. Steinkohlenteer, Petroleum, Azetylen, Stärke, Fuselöl und Torf sind fast in jedem Kulturlande, in welchem auch Gummiindustrie betrieben wird, in unbeschränktem Maße zu erhalten. Für Stärke sind die Chancen am größten, weil durch sie die Darstellung von Kautschuk auch in industriearmen, ackerbaureichen Gegenden ermöglicht wird. Azetylen als Ausgangsmaterial wird für Gebirgsländer mit ihren reichen Wasserkraften in Betracht kommen. Mit dem Alkohol hingegen hat es durch die Besteuerung desselben seine Schwierigkeiten. Über die aussichtslose Verwendung von Terpentinöl wurde schon berichtet. Azeton kann in kurzer Zeit sehr billig werden. Was die Darstellungsmethoden selbst der Butadienkohlenwasserstoffe anbetrifft, so sind alle jene Methoden, welche auf pyrogenen Reaktionen zu ihnen führen, insofern ungünstig, als nicht bloß geringe Ausbeuten zu erzielen sind, sondern auch eine schwere Menge an Nebenprodukten erhalten wird.

Die Polymerisation der Kohlenwasserstoffe der Butadienreihe zu Kautschuk erfolgt auf die verschiedenste Art. Die Autopolymerisation eignet sich infolge ihrer langen Dauer nicht für den Großbetrieb. Für diesen kommen in Betracht die Wärmepolymerisation, die Polymerisation durch elektrische Energiequellen, die Polymerisation durch den Einfluß gewöhnlich für indifferent geltender Substanzen, wie z. B. Stärke, Eiweiß, Harnstoff oder Glycerin, Kautschuk selbst u. dgl., die Polymerisation durch katalytisch wirkende Substanzen, die Polymerisation durch Enzyme, Bakterien, metallorganische Verbindungen, insbesondere durch Alkylverbindungen der Alkali-, Erdalkalimetalle oder des Magnesiums, ferner die Polymerisation durch Zusatz von Schwefel oder durch Emulgieren der Kohlenwasserstoffe der Butadienreihe in viskosen Flüssigkeiten, die Polymerisation durch Anhydride einer organischen Säure und schließlich die Polymerisation durch Gegenwart basisch wirkender Substanzen. Die Natriumkautschuke erhält man durch Einwirkung eines Alkali- oder Erdalkalimetalles, eines Gemisches oder einer Legierung solcher eventuell in Gegenwart anderer Metalle oder Legierungen auf den Butadien-Kohlenwasserstoff und seine Homologen.

Wenn man bedenkt, daß die eigentliche technische Kautschuksynthese erst so recht im Jahre 1909 einsetzte, so muß man zugeben, daß die Fortschritte auf diesem Gebiete ganz außerordentlich sind. Bei einer gleichmäßig weiteren Entwicklung ist die Annahme gerechtfertigt, daß der künstliche Kautschuk sehr bald als marktfähiges Produkt in den Handel kommen wird. Über die Ausarbeitungskosten der Herstellungsmethoden der großen Werke (Badische Anilin- und Sodafabrik, Elberfelder Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co.) gehen zurzeit erst dunkle Gerüchte von ganz ungeheuren Summen. Bedenkt man, daß die Vorbereitung der gegenwärtigen Herstellungsmethode des künstlichen Indigo nicht weniger als 16 Millionen Mark gekostet hat, so dürfte wohl beim Kautschuk diese Summe noch weit überschritten werden. Es versteht sich von selbst, daß pekuniäre Opfer von solchem Umfange nicht für Arbeiten riskiert werden, deren Erfolg auch nur im mindesten zweifelhaft erscheint. Nachdem aber in diesem Falle das Resultat mit ziemlicher Sicherheit vorherzusehen ist, so wird weder Zeit noch Geld gespart, um das Problem im gewünschten Sinne zu lösen.

Der Generaldirektor der Elberfelder Farbenfabriken Geheimer Regierungsrat Professor Dr. *Karl Duisberg* schloß seine Rede, welche er in der Hauptversammlung des Deutschen Museums zu München am 5. Oktober 1911 hielt, mit den Worten: „Die Frage, bis wann es der Technik gelungen sein wird, den künstlichen Kautschuk so herzustellen, daß er den Kampf mit dem natürlichen aufzunehmen vermag, kann heute noch nicht beantwortet werden; daß es aber gelingen wird, ist zweifellos.“

Die Internationale Mathematische Unterrichtskommission und die Berichte über den mathematischen Unterricht in Deutschland.

Von Prof. Dr. A. Gutzmer, Halle a. S.

Die von der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte auf ihrer Versammlung zu Breslau im Jahre 1904 eingesetzte Unterrichtskommission hat mit ihren Reformvorschlägen anerkanntermaßen klärend in die Bestrebungen eingegriffen, die zum Ziele haben, den naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht einer zeitgemäßen Umgestaltung zu unterziehen und ihm eine angemessene Stellung im Lehrbetriebe der Schulen zu verschaffen. Zunächst für Deutschland bestimmt, sind die Arbeiten der Unterrichtskommission*) auch in fast allen Kulturländern mit größter Aufmerksamkeit verfolgt worden in der richtigen Erkenntnis, daß die Hebung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in jeder Hinsicht eine dringliche Kulturaufgabe bildet. Als ein Ausfluß der Wirkung dieser Reformvorschläge muß auch die Einsetzung

*) Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Gesamtbericht, herausgegeben von A. Gutzmer. Leipzig, 1908, B. G. Teubner.

der Internationalen Mathematischen Unterrichtskommission angesehen werden, die auf Antrag von Professor *David Eugene Smith* in New York auf dem IV. Internationalen Mathematikerkongresse zu Rom beschlossen wurde.

Unter der Leitung ihres Präsidenten, des Geheimen Regierungsrats Professor Dr. *F. Klein* in Göttingen, und unter der unermüdlichen Hingabe des Generalsekretärs Professor *H. Fehr* in Genf sowie der Mitglieder aus den einzelnen Ländern hat die Internationale Mathematische Unterrichtskommission (IMUK) in den ersten vier Jahren ihres Bestehens eine erstaunliche Tätigkeit entfaltet und in ihren Berichten über den mathematischen Unterricht in den einzelnen Ländern einen ungeahnten Reichtum von Tatsachen geschildert.

Als Aufgabe war der IMUK die Herstellung eines vergleichenden Berichts über den Stand des mathematischen Unterrichts in den Kulturländern gestellt worden, und zwar sollte dieser allgemeine Bericht dem V. Internationalen Mathematikerkongreß, der im August 1912 zu Cambridge stattfand, erstattet werden. Indessen hat sich gezeigt, daß die Zeit zu knapp bemessen war, denn noch sind die Sonderberichte über den mathematischen Unterricht in den einzelnen Ländern, die naturgemäß die Unterlage für den geplanten allgemeinen Bericht hergeben werden, nicht ganz abgeschlossen. So ist denn in Cambridge beschlossen worden, die IMUK bis zum nächsten Internationalen Mathematikerkongresse 1916 in Stockholm bestehen zu lassen, um ihr den Abschluß der Arbeiten zu ermöglichen.

Aber diese Sonderberichte, die gegenwärtig bereits etwa 150 zum Teil recht umfangreiche Hefte füllen, und die in verhältnismäßig kurzer Zeit auch in den Ländern, die sie noch nicht haben fertigstellen können, zum Abschluß kommen werden, bilden in ihrer Gesamtheit schon jetzt ein bedeutsames Zeichen für das Zusammenwirken der Fachgenossen aller Nationen, und sie werden nach ihrer Vollendung unzweifelhaft eines der großartigsten wissenschaftlich-pädagogischen Unternehmen darstellen, das bisher die Welt gesehen hat; schon regt sich hier und da der Gedanke, etwas Ähnliches auch für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsgebiete zu schaffen, und es darf wohl angenommen werden, daß in unserer für die pädagogischen Fragen so außerordentlich interessierten Zeit dieser Gedanke zur Ausführung kommen wird. Daß ein solches Unternehmen von den Arbeiten der IMUK großen Nutzen haben würde, liegt auf der Hand, da ja z. B. die organisatorischen Fragen, die bei dem mathematischen Unterricht nicht zu vermeiden waren, nicht nochmals behandelt zu werden brauchten.

Zu den Ländern, die mit dem Abschluß ihres Sonderberichtes noch nicht ganz fertig sind, gehört Deutschland, was sich in naheliegender Weise durch die besonderen Verhältnisse erklärt, die, wie in unserem Staatswesen, so auch in unserem Schulwesen obwalten. Über den Stand der Arbeiten möge kurz folgendes berichtet werden:

Die geschichtliche Entwicklung des heutigen Deutschen Reiches aus einer Anzahl selbständiger Staaten bedingt, daß wir kein homogenes, von einer Stelle geleitetes Bildungswesen besitzen, wie dies in anderen Ländern mit ausgesprochener Zentralisation der Verwaltung der Fall ist. Dieser Zustand hat für die allgemeine geistige Kultur des deutschen Volkes den Vorteil gehabt, daß ihr aus einer Reihe von Bildungszentren mannigfache Anregungen zuteil wurden, und daß sich die verschiedenen deutschen Volksstämme als ebenso viele Quellen für den Strom deutschen Geisteslebens erwiesen. Ferner hat die Reformation mit dahin gewirkt, daß das Schul- und Bildungswesen sich in den einzelnen Teilen Deutschlands verschieden gestaltete. Während in eini-

gen deutschen Staaten die heutigen Schulen auf die Klosterschulen zurückzuführen sind, ist in anderen weder äußerlich noch innerlich ein Zusammenhang damit vorhanden. Endlich ist es von nicht geringer Wichtigkeit, daß sich in neuerer Zeit Deutschland mehr und mehr aus einem Agrarstaat zu einem Industriestaat entwickelt hat.

Alle diese Momente, das politische, das religiöse und das wirtschaftliche, sind neben den gerade in Deutschland besonders zahlreichen Bahnbrechern auf dem Gebiete des Erziehungswesens zu berücksichtigen, um zum vollen Verständnis der Eigenart des deutschen Unterrichtswesens zu gelangen; sie spiegeln sich sowohl in der allgemeinen Disposition des von dem deutschen Unterausschuß der IMUK herausgegebenen Gesamtberichtes wieder als auch in der Anlage der einzelnen Abhandlungen, aus denen sich dieser zusammensetzt. Der Gesamtbericht*) gliedert sich in folgende fünf Bände:

- I. Die höheren Schulen in Norddeutschland.
- II. Die höheren Schulen in Süd- und Mitteldeutschland.
- III. Einzelfragen des höheren mathematischen Unterrichts.
- IV. Die Mathematik an den technischen Schulen.
- V. Der mathematische Elementarunterricht und die Mathematik an den Lehrerbildungsanstalten.

Im ganzen sollen diese fünf Bände 36 Abhandlungen umfassen, die genaue Kenner der betreffenden Gebiete zu Verfassern haben. Diese Einzelberichte dem Rahmen des Ganzen einzufügen und sie gegeneinander abzugleichen, das war die Hauptaufgabe des Unterausschusses. Die Oberleitung lag bei allen Bänden in den Händen des Vorsitzenden *F. Klein*, dem *Dr. Lietzmann* als Sekretär zur Seite stand. Ferner hat *F. Klein* die Bände I, II und V in seine besondere Obhut genommen, während *Treutlein*, der kürzlich verstorbene hervorragendste Schulmann Badens, den zweiten Band organisiert hat; es war ihm noch vergönnt, diesen Band zum Abschluß zu bringen. Die Leitung des IV. Bandes, der das ebenso wichtige wie schwierige Gebiet des mathematischen Unterrichts an den technischen Schulen behandelt, hat *P. Stäckel* in Karlsruhe übernommen.

Allgemein tritt in den Einzelabhandlungen eine übersichtliche Darlegung der geschichtlichen Entwicklung und der organisatorischen Fragen sowie der gesetzlichen Grundlagen für die einzelnen Schularten hervor, und gerade hierdurch gewinnen, wie schon oben angedeutet, die Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland einen erheblichen, über ihre nächste Aufgabe hinausreichenden Wert.

Die gegenwärtigen Zeilen können nicht den Zweck haben, dem Leser einen genaueren Einblick in Einzelheiten zu gewähren; sie können nur anregen dazu, und zweifellos wird nicht nur der Mathematiker, der mathematische und der naturwissenschaftliche Lehrer, der Volksschullehrer, der Ingenieur und der Mann der Schulverwaltung reichen Gewinn aus den einzelnen Berichten haben. Auch der Gebildete, der sich für den Stand und die Entwicklung des mathematischen Unterrichts einiges Interesse bewahrt hat, wird die Abhandlungen mit großem Vorteil lesen. Er wird zu der Einsicht kommen, daß der mathematische Unterricht erhebliche Fortschritte gemacht hat, und er wird lernen, diesen Unterricht von einer höheren Warte zu betrachten und zu

*) Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland, veranlaßt durch die Internationale Mathematische Unterrichtskommission. Herausgegeben von *F. Klein*. Leipzig, B. G. Teubner.

würdigen, als sie die unzulänglichen eigenen Erfahrungen und Schulerinnerungen darbieten.

Für eine derartige allgemeine Übersicht eignen sich namentlich einmal die Abhandlungen über die verschiedenen Organisationen und deren geschichtliche Eigenart, sodann vor allem die in dem III. Bande vereinigten Abhandlungen, die Einzelfragen des höheren mathematischen Unterrichts betreffen. Dort schildert der dieser Tage im Alter von 31 Jahren plötzlich dahingeraffene Dr. Schimmack die Entwicklung der mathematischen Unterrichtsreform in Deutschland. Professor *Timmerding* zeigt auf Grund einer ungewöhnlichen Belesenheit, wie sich in den physikalischen Lehrbüchern Fehler durch lange Zeiträume vererben und wie hier durch einen guten modernen Mathematikunterricht der physikalische Unterricht gefördert werden könnte. In drei weiteren Abhandlungen wird über die Bedeutung der angewandten Mathematik, insbesondere der darstellenden Geometrie, der Astronomie und der kaufmännischen Aufgaben, für die Schule berichtet; daran schließt sich eine lebhaft geschriebene Abhandlung, in der Professor *Gebhardt* die Geschichte der Mathematik als belebendes Element im höheren Schulunterricht empfiehlt.

Hieran schließt sich eine Abhandlung von Professor *Wernicke* über Mathematik und philosophischer Propädeutik; hier wird die Bedeutung der Mathematik für die philosophische Schulung und für die Gewinnung einer philosophischen Weltanschauung erörtert. Diese Darlegungen enthalten außerordentlich viele Anregungen, die nicht nur dem mathematischen Unterricht, sondern auch der Wertschätzung der Mathematik für die Kultur der Gegenwart zugute kommen werden.

Eine wichtige Ergänzung wird die noch nicht gedruckt vorliegende Abhandlung von *W. Lorey* über das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit 1870 bilden, wichtig insbesondere auch deswegen, weil der Kern jeder Unterrichtsreform in der Heranbildung geeigneter Lehrkräfte besteht. Es handelt sich also bei diesem Bericht um eine Frage von zentraler Bedeutung für jede Reform des mathematischen Unterrichts.

Unnötig ist es nach dem Gesagten, zu betonen, welche Wichtigkeit das Studium der Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland für die heranwachsende Lehrerergeneration selbst besitzt. Nur ganz vereinzelt dürfte das bisher übersehen worden sein, und so finden die Abhandlungen denn auch mit Recht in den Bibliotheken von Universitäten, von Universitätsseminaren, von Schulen aller Art ständig mehr und mehr Eingang.

Ohne die vortrefflichen Berichte der anderen Länder im geringsten herabzusetzen, dürfen wir doch mit berechtigtem Stolz auf die von *F. Klein* herausgegebenen Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland hinweisen. Es handelt sich um ein Unternehmen, das aus begeisterter und selbstloser Hingabe an ein ideales Ziel entsprungen ist, und an dem Männer vom Volksschullehrer bis zum mathematischen Forscher Hand in Hand haben schaffen helfen; möge ihm auch in den weiteren Kreisen volle Würdigung zuteil werden.

Besprechungen.

Schneider, Karl Camillo, Tierpsychologisches Praktikum in Dialogform. Leipzig 1912, Veit u. Co. 719 Seiten, 139 Textfiguren. Preis M. 16,—.

Diesem vortrefflichen Werk fehlt nur Eines — eine Einleitung oder besser gesagt eine Anleitung. Wer unvorbereitet den Streit der Meinungen über

sich ergehen läßt, den die Gelehrten in Person vor dem Leser ausfechten, verliert leicht den Ariadnefaden, der ihn aus diesem Labyrinth der Widersprüche hinaus leitet, und er läßt vielleicht das Buch mit einer Gebärde der Hoffnungslosigkeit sinken. Und doch übertreibt der Autor nicht im geringsten. Wer in der Biologie zu Hause ist, weiß, daß es dort tatsächlich so aussieht, wie der Autor es schildert. Ein unentschiedenes Hin- und Herstreiten aller gegen alle. Dieser Streit selbst ist verwirrend, die Darstellung ist es nicht. Eine kurze orientierende Charakterisierung der Kämpfenden im Beginn des Buches würde aber die Lektüre sehr erleichtern. Der Autor führt selbst aus, daß ein jeder seine eigene vorgefaßte Meinung in den Streit mitbringt. Das wird schon durch die Namen der Streitenden angedeutet. Wir finden den Psychologen, den Monisten, den Vitalisten, den Physiologen, den Lamarckisten, den Biologen und den Darwinisten im Wettstreit begriffen.

Trotzdem der Autor selbst als Psychologe sich unter die Kämpfenden mischt, ist allen anderen Meinungen die weitgehendste Rechnung getragen und die vollkommenste Gerechtigkeit durchweht das ganze Buch. Auch sind die sieben verschiedenen Grundanschauungen mit Sicherheit entwickelt und mit Meisterschaft bis zu Ende durchgeführt.

Was das besagen will, wird jedem klar werden, wenn er die Ansichten, die allein über das Verhältnis von Psyche und Körper zur Diskussion gelangen, überblickt: 1. Psyche und Körper sind eins. 2. Psychisches und körperliches Leben verlaufen parallel. 3. Psyche und Körper sind gleichberechtigte Organe eines höheren Gesamtorganismus und stehen in Wechselwirkung. 4. Die Psyche ist eine Funktion des Körpers. 5. Der Körper ist eine Funktion der Psyche. 6. Die Psyche ist eine besondere Energieform oder Atombewegung. 7. Die Psyche hat die Fähigkeit, die Bewegungen der Körper in Eigenschaften zusammen zu ziehen (z. B. Luftschwingungen in Ton. 8. Psyche und Körper sind beides Fähigkeiten eines dritten unbekannten Faktors. 9. Der Körper formt die Psyche. 10. Die Psyche formt den Körper. 11. Psyche und Körper sind beides Produkte der Entelechie. 12. Die Beziehungen zwischen Psyche und Körper sind unerkennbar, weil uns der Standpunkt fehlt, von dem aus wir beide gleichzeitig betrachten könnten.

Das Buch führt uns, nachdem sich die Herren kurz über ihre Aufgabe verständigt haben, in medias res durch eine Reihe von Versuchen über die Formrezeption der Tiere, die von verschiedenen Standpunkten aus ausgeführt und beleuchtet werden. Der Psychologe vertritt hierbei den Standpunkt: das Gehirn ist ein Summations-, die Psyche ein Assoziationsorgan. Die Wirkungen des Lichtfeldes und der Gegenstandsformen werden an typischen Beispielen vorgeführt und daran anschließend die Lehre von den Gegenwelten eingehend erörtert. In logischer Folge schließen sich daran immer an Beispielen erläutert die Besprechungen der Lehre der spezifischen Nervenenergien und der Lokalisation im Gehirn.

Der Psychologe resumiert wieder mit den Worten: „Die Formlehre erledigt sich, wie ich glaube, dahin, daß nur im Bewußtsein eine in sich mannigfaltige Totalität als Einheit, als Gegenstand auftreten kann.“

Es folgen weitere Darlegungen über Psyche und Körper, die im Original gelesen werden müssen. Damit endigt der erste Teil des Buches, der die Wahrnehmung behandelt.

Der zweite Teil heißt: die Handlung. Er beginnt mit der Tropismenlehre und deren Widerpart, der Lehre vom Versuch und Irrtum. Die einschlägigen Versuche sind überall in vollster Gemeinverständlichkeit und Anschaulichkeit wiedererzählt. Dann wird die moderne Vorstellung über den Erregungsaustausch aus den Grundversuchen abgeleitet. Worauf wieder die Psyche zum Wort kommt in den Kapiteln über die psychische Umstimmung, die Affekte und die Instinkte. Der Psychologe resumiert: „Nur weil dem Tier ein Bewußtsein eignet, arbeitet seine Körpermaschine.“

Der dritte Teil des Buches heißt die Erfahrung. Er behandelt mit einer Fülle des interessantesten Materials die allerneuesten biologischen Theorien bei den höheren Tieren — das Spielen, die Träume, die Sprache. Auch die Fließsche Lehre wird eingehend besprochen. Den Schluß bildet die Synthese des Psychologen, die wohl manchen gar zu metaphysisch anmuten wird, die aber notwendig ist, um das Buch künstlerisch abzuschließen.

So erhebt sich dieses Werk turmhoch über den allgemein üblichen Sammelreferaten, indem es uns einen wirklichen lebendigen Einblick gewährt in das Getriebe der modernen Biologie. Ebenso überragt es die Lehrbücher, die meist auf eine mittlere Linie festgelegt sind und die Gegensätze verschweigen.

Obleich der Autor die große Kunst versteht, die heterogensten Theorien mit gleicher Klarheit darzulegen, ist das Buch schwer zu lesen, weil es die angespannteste Aufmerksamkeit vom Leser verlangt. Dafür beginnt der wahre Genuß, wenn man das Buch zum zweiten Male in die Hand nimmt.

J. von Uexküll.

Rein H. Radiotelegraphisches Praktikum. Zweite vermehrte Auflage mit 170 Textfiguren und fünf Kurventafeln, Berlin 1912. Julius Springer. Preis geb. M. 8,—.

Nach relativ kurzer Zeit erscheint die zweite Auflage des Reinschen Buches in wesentlich erweiterter Form. Während sich die erste Auflage eng an das an der Technischen Hochschule in Darmstadt abgehaltene Praktikum angeschlossen, hat sich die neue von den dort benutzten speziellen Apparaturen frei zu machen verstanden. Da der Text durchgehends Änderungen und Erweiterungen erfahren hat, und so ein fast vollkommen neues Buch entstanden ist, rechtfertigt sich wohl ein näheres Eingehen auf den Inhalt.

Zunächst werden in einem einleitenden Kapitel die verschiedenen Methoden der Wellenerzeugung kurz charakterisiert. Dann folgt der erste Hauptteil des Buches: die genaue Beschreibung in Wort und Schaltungsskizze der Versuche zur Bestimmung von

Kapazität, Selbstinduktion, Wellenlänge und Dämpfung. Es sind zur Messung von Kapazität und Selbstinduktion die Methoden aufgenommen, die speziell für die Hochfrequenztechnik wichtig sind; es sind also alle Methoden nicht behandelt, die im Schwachstrompraktikum als Meßmethoden der Niederfrequenz ausgebildet sind. Diese Beschränkung ist dem Zweck des Buches vollkommen entsprechend.

Dieser erste Teil schließt sich eng an die erste Auflage an und umfaßt auch im wesentlichen deren ganzen Inhalt. In jedem Unterabschnitt ist Neues hinzugekommen, so daß dieser Teil einen recht geschlossenen Charakter bekommen hat. In seiner jetzigen Gestalt ist er in hohem Maße geeignet, bei praktischen Übungen im Laboratorium als Anleitung zu dienen.

Bezüglich des zweiten Teils kann man nicht zu dem gleichen, günstigen Resultat kommen. Er enthält drei Unterabteilungen. Im ersten werden die Hochfrequenzgeneratoren, die Transformatoren und Unterbrecher besprochen, im zweiten die Empfänger und ihre Schaltungen und im dritten der Aufbau von Sende- und Empfangsstationen. Hier ist der Stoff ein wenig wahllos zusammengetragen zu einem Ganzen, das weit über das hinausgeht, was man von einem Praktikumsleitfaden verlangt. Besonders die Besprechung der Hochfrequenzgeneratoren geht in der Auswahl der Abbildungen und im Text auf rein theoretisches Gebiet über und gibt eingehende Erklärungen, die in einem *Lehrbuch* der drahtlosen Telegraphie überaus wertvoll, in einem Praktikumsleitfaden aber unbedingt als bekannt voraussetzen sind. Nur der Abschnitt über die Empfänger und ihre Schaltungen nähert sich wieder dem ersten Teil des Buches.

Wenn eben auch diese zweite Hälfte über den eigentlichen Zweck des Buches hinausgeht, so enthält sie doch eine Zusammenstellung, die absolut genommen, unbedingt von Wert ist, besonders durch die vielen eingestreuten praktischen Ratschläge, die überall den tätigen und erfahrenen Ingenieur verateten.

Einen Punkt dürfen wir nicht unbesprochen lassen, der manchem Leser die Freude an dem wertvollen Inhalt des Buches beeinträchtigen wird. Der Verfasser bevorzugt nämlich besonders in der Auswahl seiner Figuren eine einzelne Firma in einer Weise, die von den anderen sicher als ungerecht betrachtet werden wird, und zwar sind gerade unter den oben erwähnten überflüssigen Abbildungen eine überwiegende Zahl von Apparaten usw. dieser Firma.

Das Buch, dem die Verlagsbuchhandlung ein sehr würdiges Äußeres gegeben hat, ist als Ganzes betrachtet, als eine wertvolle Bereicherung unserer Fachliteratur anzusehen.

Ludewig.

Über natürliche elektrische Wellen).*

Es ist seit der Aufnahme des funkentelegraphischen Verkehrs bekannt, daß sich häufig unter die

*) W. H. Eccles: On the diurnal variations of the electric waves occurring in nature. Proc. of the Roy. Soc. Vol. 87, S. 79, 1912.

normalen elektrischen Wellen „natürliche“ Wellen mischen. Von den wirklichen Telegrammzeichen, die sich im Telephon wie Töne anhören, sind sie durch ihren Charakter als *Knackgeräusche* leicht zu unterscheiden.

Diese „natürlichen“ Wellen rühren wohl von elektrischen Entladungen her, die von Wolke zu Wolke oder von Wolke zur Erde vor sich gehen. Dabei handelt es sich nicht um Nahgewitter, sondern um ferne Vorgänge, die mehrere Tausende von Kilometern von der Empfangsstation entfernt erfolgen. *Eccles* hat durch Vergleich der Radiogramme von Stationen, die nur Hunderte von Kilometern voneinander entfernt waren, den Nachweis dafür erbracht.

Diese natürlichen Wellen — „Vagabunden“ könnte man sie nach *Eccles* nennen — werden häufiger bei Nacht als bei Tage gehört. Es hängt das nicht etwa mit einer Tagesperiode der betr. elektrischen Entladungen zusammen, sondern erklärt sich durch die bekannte Tatsache, daß sich die elektrischen Wellen bei Nacht weiter fortzupflanzen vermögen als am Tage. Wir erhalten demnach bei Nacht aus einem weiteren Umkreis Kenntnis von elektrischen Entladungen als am Tage.

Die neue und sehr merkwürdige Entdeckung von *Eccles* ist die, daß die Frequenz dieser natürlichen Wellen nicht einen *stetigen* Anstieg beim Übergange vom Tage zur Nacht oder eine *stetige* Abnahme von der Nacht zum Tage ergibt, sondern daß etwa 15 Minuten vor Sonnenaufgang und etwa 10 Minuten nach Sonnenuntergang die „Vagabunden“ ein Minimum haben. Die Abschwächung ist mitunter so präzise, daß die Intensität der natürlichen Wellen vollkommen auf Null herabgehen kann.

Um die Erscheinung zu erklären, gibt es zwei Möglichkeiten: entweder weisen die elektrischen Entladungen innerhalb der Atmosphäre zur Zeit der Dämmerung ein Minimum auf — diese Annahme ist, wie *Eccles* eingehend zeigt, unhaltbar — oder die Wege, welche die natürlichen Wellen im Zwielicht zurückzulegen vermögen, sind nicht bloß kleiner als die bei Nacht, sondern auch kleiner als die am Tage durchlaufenen Strecken.

Die Schwächung, welche alle elektrischen Wellen am Tage erleiden, ist bereits vollkommen erklärt: die Sonnenstrahlung ionisiert die Luft, welche durch ihren Ionenreichtum für die elektrischen Wellen „opak“ wird. Die elektrischen Ladungsträger wirken als Resonatoren für elektrische Wellen ganz ähnlich wie die Moleküle einer absorbierenden Substanz für die Lichtwellen im Bereiche der selektiven Absorption.

Die Ionisation der Luft hat ein Maximum am Tage, ein Minimum bei Nacht. Bei Sonnenuntergang tritt die Wiedervereinigung der am Tage gebildeten Ionen ein. *Der Übergang vollzieht sich nach Eccles nicht stetig*. Stellen rascherer Wiedervereinigung in der Atmosphäre wechseln ab mit „Bänken“ und „Flecken“, in welchen die Ionisation noch einige Zeit bestehen bleibt. Diese Unstetigkeiten wirken besonders störend auf die Ausbreitung der elektrischen Wellen, es tritt „*Ionenrefraktion*“

ein. Ganz ähnlich wird am Morgen bei Sonnenaufgang die Ionisierung der Atmosphäre nicht stetig verlaufen. Auf dem größten Kreise um die Erde, welcher der Dämmerungsgrenze entspricht, finden sich also besonders „opake“ Schichten, denen das Minimum der „Irrläufer“ bei Sonnenauf- und -untergang zu verdanken ist.

Man sieht, wenn die Vorstellung richtig ist, dann kann die Schwächung eigentlich nur nennenswerte Beträge erreichen für natürliche elektrische Entladungen, welche annähernd im Meridiane des betr. Ortes erfolgen. Für Orte Europas kommt hierfür das tropische Afrika in Frage, dessen Gewitterreichtum demnach in den Knackgeräuschen der (englischen) Funkenstationen zum Ausdruck kommt.

A. Schmauß.

Kleine Mitteilungen.

Das *Osmium* gehört zu den Platinmetallen und wird in sehr kleiner Menge bei der Verarbeitung der Platinerze gewonnen. Früher fand das sehr seltene Element nur in der Form der Überosmiumsäure (Osmiumtetroxyd OsO_4) in der mikroskopisch-physiologischen Technik Anwendung. Im Jahre 1902 hat dann *Auer von Welsbach* das Metall als Fadenmetall in seiner elektrischen Lampe verwandt. Der bei dieser Gelegenheit festgestellte Weltvorrat an Osmium erwies sich aber für eine erfolgreiche Ausnützung der Erfindung als zu klein. Er überstieg damals nicht wesentlich 1 kg und die jährliche Produktion beschränkt sich auf sehr geringe Mengen. Ferner hat *Haber* das Osmium als sehr wirksame Kontaksubstanz bei der seitdem vollständig technisch ausgebildeten Synthese des Ammoniaks aus Wasserstoff und Stickstoff benutzt. Doch auch auf diesem Gebiet hat das kostbare Element anderen Stoffen weichen müssen, die in der Natur eine größere Verbreitung besitzen. — In den *Berichten der Deutschen chemischen Gesellschaft*, 1912, S. 3329 vom 7. Dezember 1912, hat nun *K. A. Hofmann* von einer neuen, sehr interessanten Verwendung des Osmiumtetroxyds Mitteilung gemacht, die auf der außerordentlich hohen Fähigkeit dieses Oxyds beruht, Sauerstoff zu übertragen und *Oxydationsvorgänge* in hohem Maße zu *beschleunigen*. Am überraschendsten tritt diese Wirkung bei Oxydationen mit Kalium- oder Natriumchlorat auf, Mitteln, die an sich in *neutraler wässriger Lösung* merkliche Oxydationswirkungen überhaupt nicht ausüben, aber *bei Gegenwart sehr kleiner Mengen* des Osmiumoxyds eine energische Oxydationswirkung entfalten. *Arsenige Säure* wird z. B. durch eine Lösung von Kaliumchlorat nicht oxydiert; gibt man aber 0,015 g OsO_4 zu, so ist in einer Minute unter heftigem Aufkochen der Flüssigkeit die Oxydation zu Arsensäure beendet. In ähnlicher Weise lassen sich andere, sonst schwer oxydierbare Stoffe mittels der durch Osmium aktivierten Chloratlösung in ihre Oxydationsprodukte mit Leichtigkeit überführen. So wird verdünnter *Alkohol* zu Aldehyd und Essigsäure oxydiert, ohne daß gleichzeitig Chlor in die Oxydationsprodukte eintritt. *Anthracen* wird in derselben Weise leicht zu dem technisch wichtigen Anthrachinon oxydiert. Diese wenigen Beispiele, die den zahlreichen Beobachtungen von *Hofmann* entnommen sind, genügen, um erkennen zu lassen, daß dieser neuen Reaktion unter Umständen eine große technische Bedeutung zugute kommen kann, besonders, wenn es gelingt, das Osmiumtetroxyd, das bei der Oxydation in Dioxyd übergeht, während des Prozesses immer

wieder zu regenerieren und so mit einer kleinen Menge des kostbaren Stoffes große oder vielleicht auch unbegrenzte Mengen Sauerstoff auf das zu oxydierende Objekt zu übertragen.
R. J. M.

Eine **Röntgenröhre** von beliebig und momentan einstellbarem, vom Vakuum unabhängigen Härtegrad haben J. E. Lilienfeld und W. J. Rosenthal, Leipzig, konstruiert. (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*. Bd. 18. Heft 4.) Die Röhre läßt sich mit Hilfe eines primären Stromkreises vor jeder Aufnahme auf irgendeinen gewünschten Grad der Strahlenhärte einstellen. Die Haltbarkeit der Röhre soll sehr gut und die Erwärmung der Antikathode sehr gering sein. Das Konstruktionsprinzip beruht auf folgendem: In einem Glasgefäß, das so luftleer ist, daß der gewöhnliche Induktor-Sekundärstrom unüberwindlichen Widerstand findet, kann man (nach Lilienfeld) eine Leitfähigkeit dadurch herstellen, daß man zwischen zwei anderen Elektroden im Rohr einen Stromdurchgang einleitet. Dieser Hilfsstrom ist nur dadurch möglich, daß seine Kathode eine Wehneltische Glühkathode ist (mit Erdalkalien überzogen). Diese Primärentladung ist es, die im höchsten, erreichbaren Vakuum im Röhreninnern die Leitfähigkeit herstellt, die dem sekundären Induktorstrom Durchgang verschafft und ihn die Röntgenstrahlen auslösen läßt. Weiter zeigte sich, daß die Röntgenstrahlen, je nach der Stärke des Hilfsstromes, verschiedene Härte besitzen: mit dem Anwachsen des Hilfsstromes werden die Röntgenstrahlen weicher. Die Form einer nach dem beschriebenen Prinzip gebauten Röntgenröhre weicht nicht wesentlich von der Form der gebräuchlichen Röntgenröhre ab, der Hilfsstrom verlangt eine Spannung von der Größe der Spannung städtischer Elektrizitätswerke.
Lg.

Das von den Molekeln wirklich eingenommene Volumen ist sowohl dem Koeffizienten b der van der Waals'schen Zustandsgleichung, als auch der Molekularrefraktion proportional. Aus der Tatsache, daß hiernach der Quotient der beiden letzten Größen konstant sein muß, leitet Clarence Smith (*Optische Eigenschaften der Materie beim kritischen Punkt*. Proc. Roy. Soc. London. (A) 87, 366—371, 1912.) eine Gleichung für n_k die **Brechungszahl im kritischen Zustande** her und findet $n_k = 1,126$. Diese Größe hat also für alle Substanzen im kritischen Zustande denselben Wert. Diesem Ergebnis liegen die Annahmen zugrunde, daß die spezifische Refraktion konstant und die Brechungszahl n_k auf unendliche Wellenlänge bezogen ist. Da experimentelle Daten für letztere nur selten sind, berechnet Smith n_k indem er von der Brechungszahl n für die D-Linie bei 0° ausgeht, und findet bei etwa $\frac{2}{3}$ der von ihm berücksichtigten Stoffe eine Übereinstimmung mit dem Werte 1,126 bis auf 1 %, bei den übrigen Stoffen dagegen größere Abweichungen. Bei Bestätigung des obigen Ergebnisses würde der Umstand, daß die Geschwindigkeit bei allen Stoffen im kritischen Zustande dieselbe ist, zu wichtigen Folgerungen für die elektromagnetische Lichttheorie und die Elektronentheorie der Materie führen.
Mk.

Nach Gouys früheren Beobachtungen hängen die **Eigenschaften** der von leuchtenden Metaldämpfen erzeugten **Flammen** (Emission, Absorption, Strahlenbreite usw.) nicht von der Dichte des Metaldampfes, noch von der Dicke der Flamme, sondern von dem Produkt dieser beiden Größen ab, der Quantität des in der Gesichtslinie befindlichen Dampfes. Die Anzahl der in der Flamme leuchtenden Gasmoleküle bestimmt ihre Eigenschaften.

(Gouy, *Beziehung der Strahlungsintensität der D-Linie zur Physik der Sonne*. Comptes Rendus 154, 1764, 1914.) Er berechnet die Lichtstärke der Natriumflamme in absoluten Einheiten und findet, daß eine Flamme von 1000 m Dicke mit Strahlen, entsprechend denen der Sonne, im ccm 2.10^{-18} g Natrium enthalten muß, also 2 mg im Kubikkilometer. Eine Dicke von 1000 m legt man nun der umkehrenden Schicht der Sonnenatmosphäre bei, welche die Fraunhoferschen Linien erzeugt. Wenn diese Schicht sich nicht durch besondere physikalische Eigenschaften von unseren Flammen unterscheidet, so enthält sie den Na-Dampf in einer erstaunlich großen Verdünnung, die 1000 Millionen mal größer ist, als das Vakuum in den Crookes'schen Röhren.
Mk.

Dem im Jahre 1911 gegründeten internationalen embryologischen Institut (Vorsitz Professor Dr. F. Keibel zu Freiburg i. Br.) ist vor kurzem von Professor Reinh. Dohrn in Neapel die *vollständige Sammlung* embryologischer Schnittserien seines verstorbenen Vaters, Professor Anton Dohrn, übergeben worden.

Zum ersten Male seit Bestehen der Preisstiftung ist der **Nobelpreis** an einen in praktischer Berufstätigkeit wirkenden Ingenieur verliehen worden. Dieser Preisträger, Gustav Dalén, dem für 1912 der Physikpreis zuerkannt wurde, ist (nach Engineering v. 6. Dezember 1912) am 30. November 1869 zu Stentorp in Schweden geboren. Seine bedeutendste Leistung ist die Erfindung des **Azetylenakkumulators**, der das 100 fache seines Volumens an Azetylen aufzunehmen vermag. Dieser besteht in einem Stahlzylinder, dessen Inneres mit Azeton angefeuchteter Asbest ausfüllt und so in kleine Kapillarräume zerteilt, um ein Explodieren des Azetyls beim Einpressen zu verhüten. Mit Hilfe seines Azetylenakkumulators konstruierte Dalén eine in kurzen Zwischenräumen aufblitzende **Leuchtboje**. In dieser ist der Akkumulator durch ein Rohr mit einem kleinen Gasbehälter verbunden. Das zu diesem Behälter führende Ventil wird durch den Druck des Akkumulators geöffnet und nach Anfüllung des Behälters automatisch geschlossen. Darauf gibt der Behälter seinen Gasinhalt an eine wiederum automatisch entzündete Flamme ab und dieses abwechselnde Spiel des Anfüllens des Behälters und des Verbrennens seines Inhaltes wiederholt sich fortgesetzt im Bruchteil einer Sekunde. Um nun aber das unnütze Brennen der Boje bei Tageslicht zu vermeiden, hat Dalén noch sein *Sonnenscheinventil* erfunden, das die Boje sich nur bei dunklem oder nebligem Wetter betätigen läßt. Dies wird bewirkt durch ein doppeltes Metallband, das aus einem schwarzen und einem glänzenden Streifen eines Metalles von starker Wärmeausdehnung besteht. Indem der schwarze Streifen vermöge seiner größeren Fähigkeit, strahlende Wärme zu absorbieren, sich stärker ausdehnt, wirkt er auf einen Hebel, der bei Bestrahlung das Gasventil schließt und beim Nachlassen der Bestrahlung dieses sich wieder öffnen läßt. Diese Erfindung ist so vervollkommen, daß Leuchttürme, mit dieser Vorrichtung versehen, auf eine lange Zeit hin ohne jede besondere Wartung verbleiben können. Das System ist daher an vielen Orten zur Einführung gelangt, so z. B. an den Küstenstrecken Südamerikas und am Panamakanal. Der Gasakkumulator Daléns wird auch zur Betätigung von Signallichtern bei Eisenbahnen verwandt. — Bedauerlicherweise hat der Erfinder im September letzten Jahres sein Augenlicht durch eine Gasexplosion eingebüßt, doch hofft man allgemein, daß er sein Werk wird fortsetzen können.
Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 2.

10. Januar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Bagdadbahn und ihre Kulturbedeutung. Von *Prof. Dr. F. Frech, Breslau.* S. 29.

Innere Sekretion. Von *Prof. Dr. Leon Asher, Bern.* S. 33.

Bericht über eine internationale Zeitkonferenz in Paris im Oktober 1912. Von *Prof. Dr. B. Wanach, Potsdam.* S. 35.

Über neue Versuche zur Erklärung der chemischen Wirkung des Lichtes. Von *Dr. Alfred Reis, Karlsruhe.* S. 38.

Anwendung der Mineralsynthese auf geologische Probleme: Die Bildungsverhältnisse polymorpher Mineralmodifikationen. Von *Privatdozent Prof. Dr. J. Koppel, Berlin.* S. 40.

Veränderungen der Küstenfauna und -flora bei Wasserverschmutzung der Seehäfen. Von *Prof. Dr. A. Steuer, Innsbruck.* S. 43.

Über die Beziehung der Keimdrüsen zu den körperlichen Geschlechtsmerkmalen im Tierreich. Von *Privatdozent Dr. O. Steche, Leipzig.* S. 46.

Besprechungen S. 50. — Kleine Mitteilungen. S. 51.

Aus der Natur

Zeitschrift für den naturwissenschaftlichen und erdkundlichen Unterricht

Herausgegeben von Professor Dr. P. JOHANNESSEN, Oberlehrer Dr. W. SCHOENICHEN, Professor Dr. P. WAGNER

Monatlich 1 Heft ca. 4—5 Bogen. Preis des Jahrgangs Mark 8.—

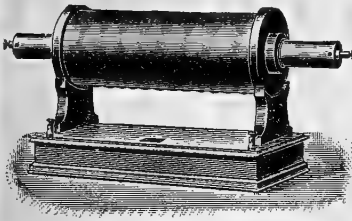
Die Zeitschrift „Aus der Natur“ will sich in den Dienst der neuen Aufgaben stellen, die dem Lehrer der naturwissenschaftlichen Disziplinen heute entgegenstehen. Hier sollen erste Autoritäten des Faches über alle neueren Forschungen berichten, bemüht, ihren Lesern nur Abgeklärtes und Ausgereiftes zu bieten. Dabei werden solche Probleme besondere Berücksichtigung finden, die für den Unterricht bedeutungsvoll sind. — Ein besonderes Gewicht legt die Zeitschrift „Aus der Natur“ auf die Ausgestaltung der praktischen Seite des Unterrichts. Sie will insbesondere die praktischen Methoden der Universitäts-Laboratorien und die praktische Erfahrung hervorragender Schulmänner zum Gemeingut der Lehrerschaft machen. — So wird „Aus der Natur“ eine Zeitschrift für die innere Kolonisation des naturwissenschaftlichen und erdkundlichen Unterrichts sein und wird durch stetiges und verständnisvolles Zusammenwirken von Universität und Lehrerschaft den Ausbau des naturwissenschaftlichen und erdkundlichen Unterrichts fördern.

Probehefte unentgeltlich und postfrei durch die
Verlagsbuchhandlung Quelle & Meyer in Leipzig

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II!

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.

Flora von Brixen a. E.

Ein mit Standorts- und Höhenangaben versehenes Verzeichnis der im weiteren Gebiete von Brixen a. E. (Südtirol) beobachteten wildwachsenden höheren Sporen- und Samenpflanzen, der Nutzpflanzen und Ziergehölze.

Verfaßt von **Dr. Anton Heimerl.**

Preis M. 8.—.

Handbuch d. systematischen Botanik.

Von **Dr. Richard R. v. Wettstein,**
Professor an der Universität Wien.

Zweite umgearbeitete Auflage.

Mit 3692 Figuren in 600 Abbildungen und mit einer Farbentafel.

Preis brosch. M. 24.—, geb. M. 26.60.

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer
Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke



Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken

durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdl., Berlin W 35/9, Steglitzerstr. 58.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Fr. Deuticke, Wien: Seite II — C. Kabitzsch, Würzburg: Seite II — Herm. Meusser, Berlin: Seite II — R. Oldenbourg, Berlin u. München: Seite III — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Veit & Co., Leipzig: Seite IV — George Westermann, Braunschweig u. Berlin: Seite III.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue i. Erzgeb.: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Geb. Bischhausen, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow i. M.: Seite II — Arthur Pfeiffer, Wetzlar: Seite IV.

Verlag von Curt Kabitzsch, Kgl. Univ.-Verlag, Würzburg.

Der Geburten-Rückgang in Deutschland.

Seine Bewertung und Bekämpfung. Auf Grund amtlichen und außeramtlichen Materials. Von **Dr. J. Bornträger,** Regierungs- und Medizinalrat in Düsseldorf. gr. 8°, IV und 176 Seiten. Würzburg, 1913, Kabitzsch. Preis broschiert M. 4.—. Allen, die sich für das Gemeinwohl des deutschen Volkes interessieren, ist dieses Buch als ernste Mahnung gewidmet. Verfasser verwertet eine Fülle amtlichen Materials, das noch nirgends veröffentlicht wurde, und wirkt dadurch besonders überzeugend. Das aktuelle Thema wird in interessanter und weitblickender Weise behandelt.

Die Gemütsbewegungen ihr Wesen und ihr Einfluß auf körperliche, besonders auf krankhafte Lebenserscheinungen. Eine medizinisch-psychologische Studie von **Dr. C. Lange,** weil. Professor der Pathologie in Kopenhagen. 2. Auflage. Besorgt und eingeleitet von **Dr. H. Kurella,** Nervenarzt in Bonn. Mit einer Abbildung im Text.

Preis broschiert M. 1.80.

Eine gedankenvolle Studie, welche eine gründliche und tiefgehende, klare Analyse des Wesens der Gemütsbewegungen und deren Einfluß auf körperliche, besonders krankhafte Lebenserscheinungen in treffendster Weise zeigt.

Popu'är-Psychiatrie des Sokrates redivivus.

Von **Dr. H. Schäfer,** Oberarzt der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg. Broschiert M. 2.50.

„Korrespondenzblatt der Ärztl. Vereine Sachsens“:

„Ein prächtiges Büchlein, dem man nicht nur in den Kreisen der Laien, sondern auch in denen der Ärzte Verbreitung wünschen möchte. Unter Anführung zahlreicher, gut gewählter Beispiele werden in leicht verständlicher Weise die Hauptformen der geistigen Störungen besprochen etc.“

KRÖPLIN & STIER BÜTZOW i. M.

Werkstätten für Präzisionsmechanik und Elektrotechnik.

Spezialitäten: Funkeninduktoren, Demonstrationsapparate für drahtlose Telegraphie. Apparate für Hertz'sche Versuche. Tesla-Apparate. Influenzmaschinen usw.

Sonderkonstruktionen und Versuchsmodelle nach Angabe.

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Die Bagdadbahn und ihre Kulturbedeutung.

Von Professor Dr. F. Frech, Breslau,

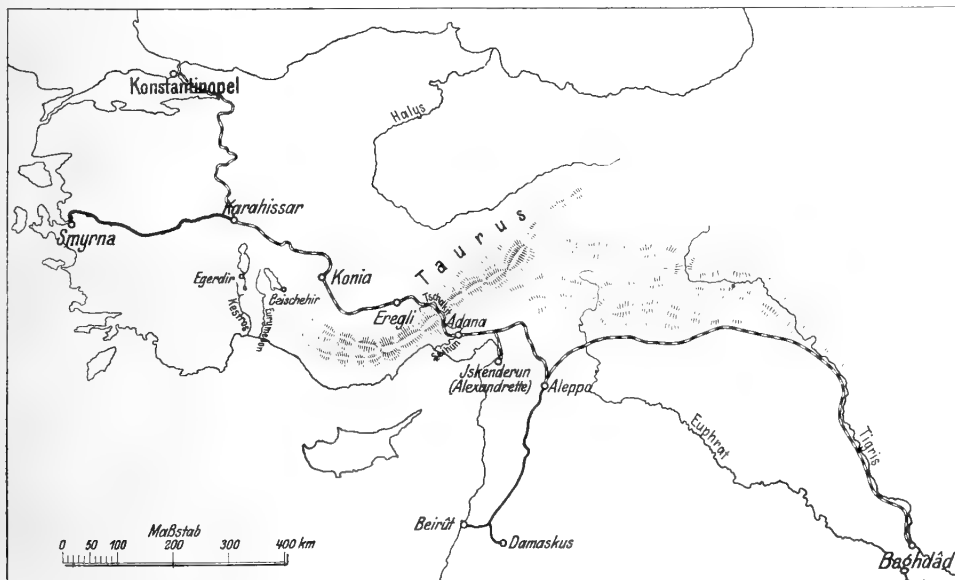
Direktor des Geologischen Instituts der Universität.

Ein Geschichtsschreiber der Zukunft wird den, weite unkultivierte Gebiete erschließenden „Pionierbahnen“ eine ganz eigenartige Bedeutung für die politische Entwicklung des 19. und 20. Jahrhunderts zuschreiben.

Im Gegensatz zu den Verbindungsbahnen, welche vorhandene Zentren der Industrie und des Handels in bessere Verbindung setzen, tragen Pionierbahnen die Kultur in weite, dünn oder gar nicht bevölkerte Landflächen und erweisen dadurch eine staaten-

frühen Mittelalters: Babylonien, Assyrien, Persien, Nordsyrien und Kleinasien.

Zwar ist die projektierte Linie des Hauptstranges der Bagdadbahn mit ihren ca. 2500 km weit weniger ausgedehnt als die erwähnten amerikanischen und asiatischen Pionierbahnen. Aber schon bei der Erreichung von Aleppo tritt die von Damaskus ausgehende und durch eine Verbindungsstrecke bis nach der Hauptstadt Nordsyriens reichende arabische oder Hedschasbahn in unmittelbare Eisenbahnverbindung mit dem anatolischen Schienenstrang. Außerdem ist vertragsgemäß von der Station Khanikin nördlich von Bagdad eine Eisenbahnlinie nach Teheran vorgesehen; eine Verbindung mit Ägypten ist ferner von irgend



Die Bagdadbahn.

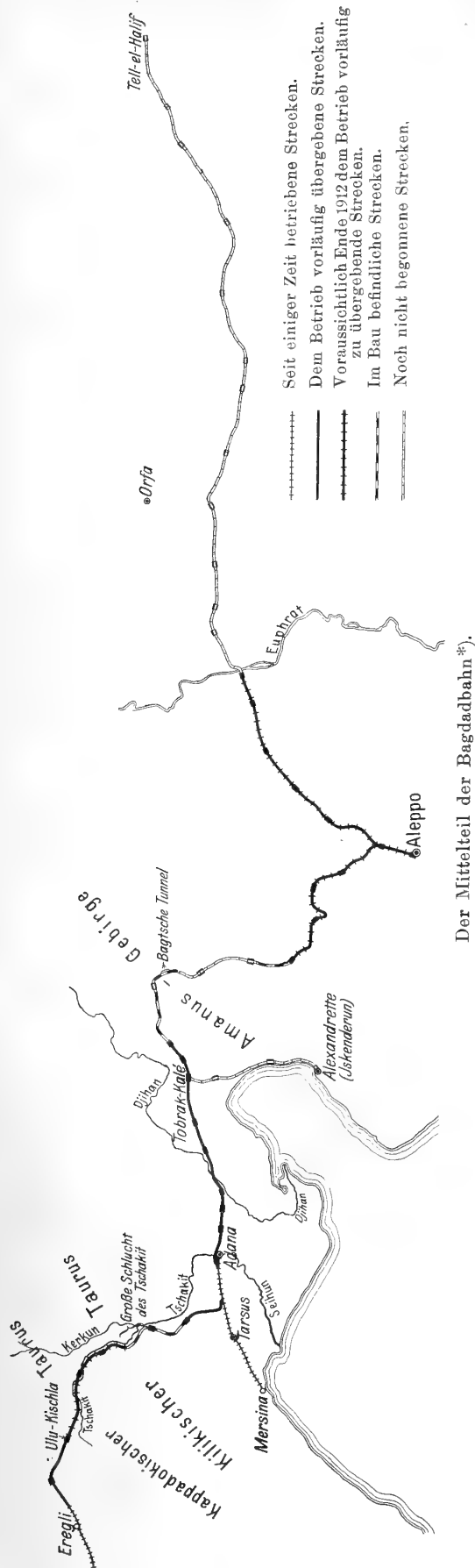
bildende Kraft. Haben doch in Nordamerika die verschiedenen pazifischen Bahnen erst von den 60 er Jahren des vorigen Jahrhunderts an die durch weite Steppen und Wüsten getrennten Staatengebilde des Ostens und Westens zu einer Einheit verschmolzen. Ebenso hat die Transsibirische Bahn das russische Reich in Europa erst den Kolonialgebieten in dem nördlichen, zentralen und östlichen Asien nähergebracht, — allerdings auch als Gegenwirkung den russisch-japanischen Krieg entfesselt.

Fast noch größer und eindrucksvoller ist die Aufgabe der Bagdadbahn. Während die amerikanischen und nordasiatischen Schienenstränge geschichts- und kulturlose Einöden durchziehen, erschließt und verbindet die Bagdadbahn die z. T. gänzlich erstorbenen Flächen der Kulturländer des Altertums und des

einem Punkte der Hedschasbahn ohne nennenswerte Schwierigkeiten möglich und bisher nur durch politische Rücksichten verhindert worden.

Doch selbst ohne diese letzte — in den vorliegenden Plänen noch nicht vorgesehene — Verbindung bildet Nordsyrien mit Aleppo und der schon bestehenden nach Damaskus führenden Bahn eine Art Zentrum, von dem aus die künftige Linie nach Mesopotamien (mit der Abzweigung nach Persien) und weiter nach der Euphrat-Tigris-Mündung gebaut wird; die schon vorhandenen bis auf die Tauros- und Amanos-Tunnels vollendeten Bahnstränge führen nach Medina, den kilikischen Häfen, nach Smyrna und Konstantinopel.

So umfassend die kurz dargelegten Ziele des vorderasiatischen Eisenbahnsystems sich darstellen, so groß waren auch die zu überwindenden Schwierig-



*) Am 15. Dezember wurde die Strecke von Aleppo bis zum Euphrat (Djeroblus) einerseits und bis zum Kurdengebirge (Station Radju) andererseits, im ganzen 200 km, dem Verkehr übergeben. Am 21. Dezember wurde die 50 km lange Taurusstrecke von der Wasserscheide bei Ulu-kischla bis Karapunar (Belemedik) am Eingange der großen Tschakitschlucht eröffnet.

keiten politischer und technischer Natur*) — größer jedenfalls als bei irgend einer der erwähnten nordasiatischen und amerikanischen Pionierbahnen.

Um die politischen Hindernisse zu überwinden, dazu war die Arbeit des ersten Diplomaten Deutschlands, des verstorbenen Botschafters Freiherrn von Marschall notwendig.

Die geographische Linienführung hing in erster Linie von den diplomatischen Verhandlungen ab, bei denen z. T. die Besorgnisse Rußlands, z. T. der Neid und die Mißgunst Frankreichs und Englands zu überwinden waren.

Den Ausgangspunkt des dereinst ganz Vorderasien beherrschenden Eisenbahnunternehmens bildete eine kleine, schlecht geleitete französische Küstenstrecke Haidar-Pascha—Ismid, die von einer unter Leitung der Deutschen Bank stehenden Gesellschaft aufgekauft und zunächst in südlicher bis östlicher Richtung ausgebaut wurde. Die weitere Fortsetzung der zuerst südlich nach Eski-schehir (Dorylaeum) und dann ostwärts nach Angora geführten Bahnlinie wurde seinerzeit durch russischen Einfluß gehindert. Statt durch das Innere und den Osten Anatoliens mußte das Euphratland nunmehr durch eine südwärts nach Konia und durch den Tauros, das ebene Kilikien und den Gebirgswall des Amanos geführte Linie erreicht werden. Die Route Haidar-Pascha—Konia mit ihren Nebenlinien wird als anatolische, die Strecke Konia—Bagdad als Bagdadbahn bezeichnet.

Auch diese neue Linienführung durch Hochgebirge und Küstenebenen wurde mannigfach — wenn auch nur in Einzelheiten — abgeändert. Bis 1909 bestand der Plan, von Adana aus längs der Küste nach dem Hafen Alexandrette und dann über den bequem passierbaren Beilanpaß nach Aleppo, der Hauptstadt Nordsyriens zu gehen. Statt dessen wird jetzt die Hauptlinie durch das Binnenland nach Osmanié und Bagtsché geführt, wo der Amanos mittels eines 5 km langen Tunnels durchbohrt wird. Die Vermeidung der wesentlich leichter zugänglichen Küstenstrecke erfolgte lediglich aus strategischen Gründen und dürfte jetzt schon durch manche Vorgänge des italienischen Krieges — so das Bombardement von Beirut — gerechtfertigt erscheinen. Jedenfalls würde es nach Ausführung der Küstenlinie Adana—Alexandrette—Aleppo einer von Landungstruppen unterstützten Flotte leicht sein, diesen Hauptverkehrsstrang des osmanischen Reiches an seiner empfindlichsten Stelle zu durchschneiden.

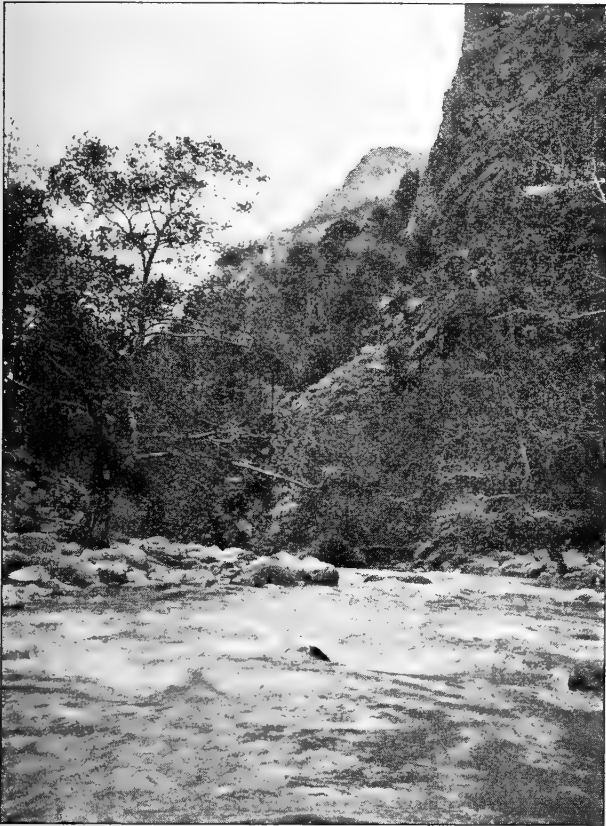
Anstelle der der Küste folgenden Hauptlinie traten von 1909 an zwei Stichbahnen zu den Häfen Mersina und Alexandrette (von denen die Linie Mersina—Adana schon früher als Sackbahn durch eine besondere Gesellschaft gebaut worden war).

In ganz ähnlicher Weise werden auch auf der östlichen Fortsetzung der Hauptlinie die Städte Orfa, Marasch und Diarbekir — ebenso wie in Anatolien Ada-Basar, Kiutahia und Kaisarié durch kurze Seitenlinien Anschluß finden. Das Haupt-

*) Die natürlichen Verhältnisse und die technischen Schwierigkeiten sollen z. T. in dem nächsten Aufsatze erörtert werden.

ziel, die Erreichung von Bagdad und dem Persischen Golf soll — abgesehen von den durch politische und strategische Erwägungen bedingten Umwegen — auf dem kürzesten Wege erfolgen. Nur so kann die Hauptbahn ihr Ziel erreichen, das politische, ökonomische und strategische Rückgrat des Osmanenreiches in Asien zu werden.

Für eine Pilgerfahrt nach Palästina und ebenso für das internationale Reisepublikum, dessen Ziel im Winter jetzt vornehmlich Ägypten ist, wird die Bagdadbahn schon nach ihrer Fertigstellung bis Aleppo eine fast vollkommene Ausschaltung des Seeweges bedeuten. Von Aleppo bis Beyrut und weiter bis Damaskus führt jetzt schon eine Eisenbahn. Wenn



Die Große Tschakitschlucht im kilikischen Taurus, bei km 296 der Bagdadbahn.

auch vorläufig keine Verbindung von der Hedschasbahn (im Osten des Toten Meeres) zu dem durch einen Schienenstrang mit Jaffa verbundenen Jerusalem hinüberleitet, so bietet doch eine Landreise in Palästina während der Frühlings- oder Herbstmonate keinerlei Schwierigkeiten oder Unannehmlichkeiten. Von Beyrut aus ist aber der Osthafen Ägyptens Port Said in einem Tage, von Jaffa, der Hafenstadt Jerusalems aus sogar in 8 Stunden Dampferfahrt zu erreichen. Die alte anatolische Bahn bietet aber schon allein auf der Anfangsstrecke Haidar-Pascha bis Eski-schehir eine Fülle reizvoller Bilder von Küsten, von Binnenseen und der tief eingeschnittenen Schlucht des Sakaria. Auf der Bagdadbahn führt die Taurusstrecke durch Hoch-

gebirgs-Szenereien von eigenartiger Größe und Fremdartigkeit. Die Cañonlandschaften des fernen amerikanischen Westens verbinden sich hier mit orientalischem Farbenzauber.

Schon vor der Erreichung der eigentlichen mesopotamischen Endstation wird somit die Vollendung der einzelnen Etappen der Bagdadbahn der Reise-welt bemerkenswerte und ganz neuartige Möglichkeiten eröffnen.

Besonders ausgedehnt sind die Aufgaben wirtschaftlicher Art, deren Lösung unmittelbar von der Eröffnung des Schienenstranges abhängt. Bildeten doch die Hochflächen Anatoliens ein Hauptzentrum der Weizenproduktion des Römischen Reiches, während Mesopotamien im Altertum und im frühen Mittelalter reicher und dichter bevölkert war als Ägypten.

In der Konia-Ebene ist durch den gewaltigen unter deutscher Oberleitung erfolgten Kanalbau das Wasser des Sees von Karaviran bereits für die künstliche Bewässerung und den Getreidebau erschlossen worden, in der kilikischen Ebene lassen sich die zahlreichen Gebirgsflüsse und Bäche auch ohne allzu kostspielige Arbeiten zur Berieselung der Felder benutzen. Hier können sich — wie im eigentlichen Mesopotamien durch umfangreiche, kostspielige Kanalbauten — künftige Mittelpunkte des Baumwollenbaus entwickeln, die dereinst bestimmt sind, dem osmanischen Reiche blühende Provinzen zu erschließen und den westeuropäischen Fabriken Befreiung von dem amerikanischen Baumwollenmonopol zu gewähren.

In Anatolien und Mesopotamien ist die allgemeine Kulturverwüstung, die Zerstörung der blühenden Städte und der Verfall der Bewässerungsanlagen nicht auf die heute herrschenden Osmanen, sondern auf die Tataren- und Mongolenstürme des 13. und 15. Jahrhunderts zurückzuführen.

Andererseits hat allerdings das seit fast einem halben Jahrtausend regierende Osmanentum nirgends vermocht, die fast überall vorhandene natürliche Fruchtbarkeit durch das Mittel der künstlichen Bewässerung und die Anlage von Verkehrswegen zu neuem Gedeihen zu erwecken. In der letzten Vergangenheit haben nach dem Sturze der Hamidischen Herrschaft unausgesetzt innere Aufstände und auswärtige Kriege — die durch neidische Groß- und Kleinmächte entfesselt wurden — jeden Ansatz zu neuem Gedeihen geknickt. Aber die natürliche Fruchtbarkeit der seit Jahrhunderten brach liegenden Steppen und Alluvialböden ist ungemindert und der auf den anatolischen Randgebirgen niederfallende Regen verlangt nur nach dem erfahrenen Ingenieur und für Ausführung der Kanäle und Staudämme nach dem europäischen Kapital, das für werbende Anlagen leicht zu finden ist. Vielleicht am schwersten werden innerhalb des menschenarmen, durch Aufruhr und Krieg verwüsteten Landes die Arbeitskräfte dem Ackerbau zu finden sein. Aber nach der Eröffnung der Eisenbahn bis Bagdad wird voraussichtlich von dem übervölkerten Indien mit seiner zahlreichen mohamedanischen Bevölkerung ein Zustrom erfolgen; wie sehr diese Eisenbahn allein die Getreideproduktion belebt, zeigt am besten

die alte anatolische Stammlinie, die sogar in dem Kriegsjahr 1911 die volle Verzinsung des Aktienkapitals und darüber hinaus noch einen Überschuß lediglich durch Getreidetransporte aufgebracht hat. In der neu bewässerten Konia-Ebene werden aber die aus den verlorenen europäischen Landschaften weichenden Flüchtlinge (Mohadjirs) eine neue Heimat finden.

Für den Weltverkehr der Personen- und Postbeförderung wird die Bagdadbahn schon nach Erreichung der mesopotamischen Hauptstadt eine geringe und nach Erreichung der Mündung des Schatt el Arab eine erhebliche Abkürzung des indischen Reiseweges bringen. Es gibt somit kaum ein Kulturwerk der Neuzeit, das die Bagdadbahn an allgemeiner Bedeutung für den Verkehr auf der Erde und an belebender Kraft für die Erschließung der durchschnittenen Länder übertrifft.

Über die neueren Bewässerungsarbeiten in Mesopotamien.

Noch umfassendere Aufgaben als in Anatolien und Kilikien werden dem Kultur-Ingenieur in dem Flußgebiete des Euphrat und Tigris gestellt. Während das obere Mesopotamien, das Stromgebiet zwischen beiden Flüssen „el Djesire“ (die Insel), ein etwa 500 m hoch liegendes Plateau, die Vorbedingung für Getreidebau und Herdenwirtschaft gewährt, besitzt das südliche Tiefland des Irak Arabi, das alte Babylonien, subtropisches Klima und ist in vielen Beziehungen dem Niltal vergleichbar. Die Kultur Babyloniens geht jedoch noch weiter zurück als die ägyptische. Schon vor 6 Jahrtausenden stand dort der Staat der Chaldäer mit den Städten Ur und Lagasch in Blüte, vor 4 Jahrtausenden herrschte Hammurabi, der Gesetzgeber des althabylonischen Reiches und 6 Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung lag die kurze Blüte der neubabylonischen Herrschaft unter Nebukadnezar.

Unter den medischen und persischen Großkönigen blieb der Reichtum des Landes ungeschmälert. Alexander der Große wollte Babylon zum Mittelpunkt seines bald zerfallenden Weltreiches machen, die Kämpfe der Diadochen, die Kriege, die die Parther zuerst mit den Seleukiden und dann mit den Römern führten, vermochten die Blüte des Landes nicht zu beeinträchtigen. Auch unter den Nachfolgern der parthischen Arsakiden — unter dem neupersischen Herrschergeschlecht der Sassaniden — brachte Babylonien dem Reiche eine jährliche Steuersumme von 130 Millionen Mark und zählte um die Hauptstadt Ktesiphon 24 Millionen Einwohner — heute sind es 1½ Millionen!

Auch die Eroberung durch die Araber ließ zunächst noch — trotz der barbarischen Plünderung der schätzereichen Hauptstadt — das Kanalsystem, die eigentliche Grundlage des Reichtums, unangestastet. Erst unter den seldschukischen Herrschern erfolgte ein Rückgang der Kultur und die im 13. Jahrhundert einsetzenden Mongolenstürme brachten das Ende — die Verwüstung der Bewässerungsanlagen und damit der gesamten Kultur, zu deren Wiederherstellung sich das bisherige Regiment der Osmanen nicht fähig gezeigt hat. Jetzt

soll gleichzeitig mit dem Bau der von Aleppo schon bis zum Euphrat betriebenen Eisenbahn*) auch das alte babylonische Bewässerungsnetz neu belebt werden. Wenn im Altertum und frühen Mittelalter die Bevölkerung und der Reichtum Babyloniens sogar Ägypten übertraf, so ist — bei dem Gleichbleiben der Niederschlags- und Hochwasserverhältnisse — eine Wiederherstellung der alten Blüte technisch jedenfalls möglich. In Ägypten, wo die große Überschwemmung im Herbst erfolgt, ist der milde Winter die Vegetationsperiode. Nach Babylonien gelangt dagegen das Hochwasser als Folge der Frühjahrsschneeschmelze der armenischen Gebirge zwischen März und Mai. Das Ziel des neuen Willcockschen Bewässerungsprojektes ist demnach die Ermöglichung des Getreidebaus vom November bis Mai und des Baumwollbaus vom Mai bis November. Im März, April und Mai, wo der Nil seine geringste Wassermenge führt, kann am Euphrat das ganze Land bestellt werden, die natürlichen Vorbedingungen des Ackerbaus sind demnach in Vorderasien viel günstiger, als in Afrika.

Der gesamte Kostenanschlag für das großartige Bewässerungsprojekt beträgt 550 Millionen Mark, die naturgemäß nur allmählich aufgewendet werden können. Nach der vollkommenen Durchführung würden allerdings 1,4 Millionen Hektar dem Ackerbau erschlossen sein. Für wirtschaftlich hält dagegen Regierungen-Baumeister *Tholens* kleinere Bewässerungsanlagen, deren jede ein Gebiet von 10 000 bis 30 000 Hektaren ergeben würde.

Ein kurzer Bericht, den neuerdings *Sir John Willcocks* über die von ihm in Angriff genommenen Bewässerungsarbeiten in dem südlichen Lande zwischen Euphrat und Tigris veröffentlicht hat, sei nach dem „Geographical Journal“ wiedergegeben. Die türkische Regierung läßt die Arbeiten durch eine englische Ingenieurfirma ausführen. Der Teil des von *Sir John Willcocks* aufgestellten Planes, der zuerst in Angriff genommen wurde, ist die Erbauung der großen Staumauer zu Hindich mit ihren Nebenanlagen, mittels deren das Wasser durch den alten Flußlauf talabwärts von Babylon nach Hilla geführt wird. Die Staumauer wird im Osten des heutigen Euphratlaufes erbaut, 250 m lang und von 35 mit Schleusentoren versehenen Bögen durchbrochen sein. Die Fundamente der Bögen sind bereits vollendet und der ganze Bau geht demnächst seinem Abschluß entgegen. Die Staumauer wird die Höhe des Wassers um 7 m heben und ein zweiter unmittelbar flußabwärtsliegender Staudamm wird nochmals einen Unterschied von 2½ m hervorbringen. Zur Seite der oberen Staumauer wird eine Durchlaßschleuse für den Flußverkehr errichtet; der untere Staudamm besteht nur aus rohem Mauerwerk und einer Schleuse. Bei dem Hilla-Regulator, der aus fünf Bögen besteht, hat man ein wenig oberhalb des Staudamms mit der Arbeit begonnen, indem nach dem bereits erledigten Erdabhub die Mauerarbeit schon in Angriff

*) Vergl. darüber den von Regierungen-Baumeister *Tholens* in der Märzsession der Ges. für Erdkunde in Berlin 1912 gehaltenen Vortrag.

genommen ist. Nach Vollendung dieser Arbeiten wird ein Damm über den heutigen Flußlauf gelegt, der dann zwischen Staumauer und Regulator in sein neues Bett geführt wird. Das alte Flußbett ist ausgeräumt und wird kanalisiert werden; zu Habbania ist der Bau eines Ablaufes im Werk, durch den das Flußwasser in das alte babylonische Reservoir geleitet wird. Als Endziel dieser Bauten hofft man 600 000 englische Acres Land der reichlichen Bewässerung zuführen zu können. Durch die Kulturarbeiten in Babylonien wird demnach in nicht gar zu langer Zeit das türkische Reich eine gewisse Entschädigung für seinen Gebietsverlust in Europa erhalten.

Innere Sekretion.

Eine Besprechung.

Von Prof. Dr. Leon Asher, Bern.

Biedl, Artur, Wien. Innere Sekretion. Ihre physiologischen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Pathologie. 2. Auflage. I. Teil. Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien 1913.

Vincent Swale, Winnipeg. Internal Secretion and the ductless glands. London, Edward Arnold. 1912.

Cushing, Harvey. Harvard University. The pituitary body and its disorders. Clinical states produced by disorders of the hypophysis cerebri. Philadelphia und London. J. B. Lippincot Company. 1912.

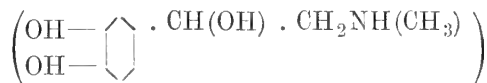
Im Jahre 1855 führte der große französische Physiolog *Claude Bernard* den Begriff der „inneren Sekretion“ ein und mit genialer Intuition gab er dem Begriff sofort die allgemeine Fassung, indem er alle Organe Stoffe auf dem Weg des Blutes nach innen an den Organismus, um dort Leistungen zu vollziehen, abgeben ließ. Die Tatsache, aus welcher er diese allgemeine Folgerung zog, war die, daß der Leber, welche als äußeres Sekret die Galle liefert, in ihren Zellen das Kohlehydrat Glykogen bildet und dieses Produkt in Zucker umgewandelt nach innen an den Organismus abgibt. Es hat 30 Jahre gedauert, bis die Wissenschaft den Pfad gefunden hat, den ein kühner Gedanke aufleuchtend gewiesen hat.

Heute ist das anders geworden. Der Lehre von der inneren Sekretion wird eine emsige Arbeit in physiologischen und pathologischen Laboratorien gewidmet, und noch größer fast ist die Fülle von Erkenntnissen, welche aus klinischen Forschungsstätten zutage gefördert wird. Wir haben erfahren müssen, daß die Organe mit innerer Sekretion überall regelnd und bestimmend in das Getriebe des Organismus eingreifen, daß Wachstum, körperliches und selbst geistiges Gedeihen von ihnen abhängig ist, daß einzelne derselben direkt lebenswichtig sind, daß ihr Fehlen einerseits und ihr übermäßiges Funktionieren anderseits eigenartige und schwere Krankheitsbilder hervorruft und daß schließlich der Arzt durch Einverleibung von Teilen oder Produkten der Organe mit innerer Sekretion in gewissen Fällen

staunenswerte Erfolge zu erzielen vermag. Die Fülle des Gebotenen ist im Gegensatz zu nicht lange vergangenen Tagen so groß geworden, daß durch streng wissenschaftliche Ordnung die Gefahr, wahllos und einseitig allzuviel auf Rechnung innerer Sekretion zu setzen, verhütet werden muß.

In erster Linie bedarf es einer scharfen Definition des Begriffes innerer Sekretion. Unter innerer Sekretion versteht man die Abgabe einer in Organzellen gebildeten spezifischen Substanz an das Blut, von welchem dieselbe verschiedenen Orten im Organismus zugeführt wird, um dort mehr oder weniger wichtige Leistungen zu vollziehen. Da Sekretion sonst eine Leistung von morphologisch scharf charakterisierten Drüsenzellen ist, erscheint es einzelnen Forschern notwendig, nur solche Organe als Drüsen mit innerer Sekretion zu bezeichnen, deren Zellen den Typus von Drüsenzellen an sich tragen. Bei den meisten Organen mit innerer Sekretion finden sich Epithelzellen vom Typus der Drüsenzellen, aber es gibt einzelne Ausnahmen, wo Gebilde, welche entschieden mit Drüsenzellen nicht identifiziert werden können, ein inneres Sekret abgeben.

Das klarste und am besten durchgearbeitete Beispiel eines Organes mit innerer Sekretion ist dasjenige der Nebenniere. Extrakte dieses Organes enthalten einen Stoff, welcher nicht allein chemisch rein isolierbar und in seiner Konstitution bekannt ist, das Adrenalin



sondern der auch synthetisch dargestellt werden kann. Dieses Adrenalin besitzt schon in minimalen Mengen, etwa 0,000001 g pro Kilo Tier, machtvolle biologische Wirkungen bei intravenöser Injektion, beispielsweise starke Erhöhung des Blutdruckes. Ganz allgemein besitzt das Adrenalin alle die vielgestaltigen Wirkungen bewegender und hemmender Art, welche durch Reizung der sympathischen Nerven erzielt werden können. Durch Reizung der Nebennierenerven erhält man die gleichen biologischen Wirkungen wie durch die Injektion von Adrenalin selbst, woraus folgt, daß tatsächlich dieser Stoff von der Nebenniere an den Organismus abgegeben wird.

Bei den meisten anderen Organen, welche wir zu den Gebilden mit innerer Sekretion rechnen, wie Schilddrüse, Nebenschilddrüse, Hypophyse, Thymus, die Keimdrüsen und der inneren Sekretion dienende Anteil des Pankreas, muß man sich zurzeit mit weniger unmittelbaren Beweisen begnügen. In vorderster Reihe steht die Beobachtung der Folgeerscheinungen, welche einerseits nach vollständiger Exstirpation dieser Organe, anderseits nach versuchtem Wiederersatz derselben entweder durch Transplantation oder durch intravenöse Injektion von Extrakten oder von einfacher Verfütterung von letzteren eintritt. Hier setzt eine reiche Arbeit der Pathologen und Kliniker ein, denn das Fehlen oder die Verkümmern der in Rede stehenden Organe ist durch eine Reihe wohl bekannter und gut charakterisierter Krankheitsstypen in die Augen fallend.

Vollständiges Fehlen oder vollständige Degeneration der Schilddrüsen ruft namentlich bei jugendlichen Individuen einen eigentümlichen Verfall körperlicher und geistiger Art hervor; das Wachstum ist gehemmt, der Stoffwechsel träge, der Geist verblödet. Der traurige Zustand des Kretinismus kann in überraschender Weise durch systematische Zufuhr von Schilddrüsensubstanz gebessert, ja sogar in günstigen Fällen ganz behoben werden. Man wird sich nur schwer der Schlußfolgerung entziehen können, daß gerade die Zufuhr des fehlenden Schilddrüsensekrets die Wandlungen in dem geschädigten Organismus zu bewirken vermochte, um so mehr, als genau das Gleiche sich wiederholt, wenn nach experimenteller Exstirpation beim Tiere in der Nahrung Schilddrüse gereicht wird und außerdem die sorgsame Erhaltung eines außerordentlich kleinen Teiles des Organes genügt, um den Eintritt irgendeiner Störung hintanzuhalten. Die totale Entfernung der Pankreasdrüse veranlaßt einen schweren, bis zum Tode andauernden Diabetes, aber es genügt die Belassung eines kleinen Restes der Drüse, und noch dazu in einer Art des Zusammenhanges mit dem Organismus, der total von seinen normalen Beziehungen abweicht, um keinerlei Störung aufkommen zu lassen; ja, selbst die parabiotische Verbindung des pankreaslosen Tieres mit einem normalen Tiere, d. h. die operativ hergestellte Verbindung der beiden Lebewesen, vermag das Krankheitsbild zu dämpfen. Hier wiederum drängt sich der Schluß auf, daß die Pankreasdrüse ein inneres Sekret liefert, welches im Gesamtorganismus den Stoffwechsel des Zuckers in unentbehrlicher Weise regelt. Die tiefgehenden Alterationen des weiblichen Organismus nach Entfernung der Eierstöcke, welche nicht bloß in der Unfähigkeit, zu konzipieren, sondern u. a. in dem Ausbleiben der Menstruation, der Atrophie der übrigen Geschlechtsorgane und einer Minderung der Größe des Stoffwechsels bestehen, werden verhütet, wenn ein Eierstock in irgendeinen Teil des Körpers verpflanzt wird, und die Stoffwechselstörung verhütet sogar die bloße Verfütterung von Eierstocksubstanz. Der Erfolg lehrt, daß es nicht nervöse Verbindungen zwischen Eierstock und Organismus sein können, welche entfernte Körperteile zwingen, durch die Geschehnisse im Eierstock in Mitleidenschaft gezogen zu werden, daß vielmehr rein chemische Beziehungen vorliegen. Ganz ähnliche experimentell fundierte Argumentationen lassen sich für die Hypophyse beibringen. Dieses merkwürdige, am geschützten Orte der Hirnbasis gelagerte Gebilde enthält Stoffe, welche eine machtvolle Wirkung auf den Herzschlag und den Blutdruck entfalten, die Tätigkeit des Uterus beim Gebärrakt anregen und eine Steigerung der Nierenabsonderung hervorrufen, wie von keinem anderen Stoffe bekannt ist. Für sich allein genommen, können alle diese Tatsachen zunächst nur Erfolge des künstlichen Experimentes, aber nicht echte innere Sekretionen beweisen. Im Lichte der Erkenntnis, welche an anderen Organen, wie Nebenniere und Schilddrüse gewonnen werden, legen sie ungezwungen Zeugnis für das Walten innerer Sekretion ab. Die Erforschung der inneren Se-

ekretion der Hypophyse erweist nicht bloß für das normale Geschehen, sondern auch für die Pathologie ihre hohe praktische Bedeutung. Ärztlicher Scharfblick hatte erkannt, daß ein sonderbares Krankheitsbild, die Akromegalie, bestehend in einem unförmigen Wachstum der Weichteile und Knochen des Kopfes, eventuell auch anderer Körperteile sowie in einer Reihe von anderen trophischen Störungen in offenbarem ursächlichen Zusammenhang mit einer Erkrankung der Hypophyse stehe. Die experimentelle Entscheidung, daß die Erkrankung auf einer Hyperfunktion der Hypophyse beruhe, geschah dadurch, daß nach operativer Verkleinerung der vergrößerten Hypophyse merkliche Besserung eintrat. Ganz allgemein läßt sich für die Organe mit innerer Sekretion behaupten, daß es nicht allein eine entweder natürliche oder auch künstlich hervorgerufene Unterfunktion oder einen vollständigen Funktionsausfall bei ihnen gibt, sondern auch als Gegenstück hierzu eine Überfunktion, die gleichfalls von überaus schädlichen Folgen für den Organismus begleitet ist. So bedeutungsvoll die physiologisch geringfügigen Mengen von Adrenalin sind, ebenso deletär sind Erhöhungen der Adrenalinmenge über ihr normales Maß; schwere nervöse Lähmungen, Verkalkungen im Arteriensysteme, Störungen des Zuckerstoffwechsels sind die Folgen. Ganz ähnlich steht es mit der Schilddrüse. Überfunktion derselben, oft äußerlich durch eine Hyperplasie der Schilddrüse gekennzeichnet, verursacht ein unter dem Namen „Basedowsche Krankheit“ bekanntes Leiden, dessen einzelne Züge sich unschwer aus gesteigerter Produktion des Schilddrüsensekretes erklären lassen und welches sich heilen läßt, wenn operativ die Hyperfunktion durch Verkleinern des Organes zurückgedrängt wird.

Die Organe mit innerer Sekretion gewinnen ihre Bedeutung nicht bloß durch ihre direkte Beeinflussung des Stoffwechsels, des Wachstums und der nervösen Vorgänge, sondern auch dadurch, daß sie sich gegenseitig beeinflussen, worin vielleicht nur eine Teilerscheinung dessen, was im übrigen Gesamtorganismus sich abspielt, zu sehen ist. In erster Linie können sie sich gegenseitig in ihrer Wirkung verstärken; so wird die Wirksamkeit des Adrenalins durch das Sekret der Schilddrüse wesentlich erhöht, so daß man von einer gegenseitigen Förderung der Nebenniere und der Schilddrüse sprechen kann. Andererseits gibt es Tatsachen, welche sich dahin deuten lassen, daß die Organe mit innerer Sekretion sich gegenseitig hemmen. Werden die Genitale eines Tieres frühzeitig exstirpiert, so persistiert die Thymusdrüse, welche für gewöhnlich sich bis zur Pubertät rückbildet, sehr lange, woraus zu folgern ist, daß mit der Entwicklung der Genitale zur Geschlechtsreife eine Hemmung der Thymus einsetzt. Noch stärker ausgesprochen ist die gegenseitige Hemmung von Nebenniere und Pankreas; denn überall dort, wo z. B. die erstere Drüse fördernd in den Kohlehydratstoffwechsel eingreift, bewirkt die letztere ein Darniederliegen des nämlichen Prozesses. Auf diese Weise fungieren diese Organe als unmittelbare Regulationseinrichtungen und sind zugleich übergeordnete Regulatoren dieser letzteren Apparate

selbst. Ein kompliziertes Ausgleichssystem antagonistischer Kräfte liegt in dem Wechselspiel der Organe mit innerer Sekretion vor, viel komplizierter als dasjenige in dem Nervensystem, welches als Prototyp fein abgestufter und anpassungsfähiger Regulationsmechanismen gilt, deshalb komplizierter, weil es nicht allein die bloße Reihenfolge der Geschehnisse zu bestimmen vermag, sondern tiefgreifender zugleich in das wesentlichere, in die chemischen Grundlagen des biologischen Geschehens in den mannigfachsten Zellen eingreift.

Die Werke, welche den Anlaß zu dieser kurzen Skizze aus einem ergebnisreichen Gebiete der Biologie gegeben haben, sind sehr dazu geeignet, das gründliche Studium der inneren Sekretion zu fördern. Sowohl in dem Werke von *Biedl*, welches die Anerkennung, die in dem frühzeitigen Erscheinen einer vergrößerten 2. Auflage liegt, in hohem Maße verdient, wie in demjenigen von *Swale Vincent* ist in umfassender Weise das außerordentlich reichliche und aus vielen Quellen zusammengetragene Material von Tatsachen gesammelt, kritisch verarbeitet und durch eine ungemein anregende Darstellungsweise belebt. Dabei hat jedes Werk seine eigenen es auszeichnenden Vorzüge. In dem Biedlschen Buche hat diejenige Seite der Lehre von der inneren Sekretion, welche in den Beobachtungen der Pathologie ihre wichtigsten Stützen hat und welche für die praktisch-klinische Verwertbarkeit die größte Fülle von Ausbeute gewährt, besonders liebevolle Bearbeitung gefunden. Aus dem Werke von *Swale Vincent* spricht neben dem gründlichen Kenner der vergleichend anatomischen Verhältnisse vor allem der Forscher, welcher die glänzende experimentelle Kunst der Laboratorien beherrscht, aus denen die folgenschweren Entdeckungen der Funktion des Nebennieren- und Hypophysenextraktes sowie des am besten bekannten Hormons, des Sekretins, entstammen.

Das Werk von *Cushing* ist eine Monographie über die Hypophyse. Ein Meister der operativen Technik und der experimentellen und klinischen Forschung spricht hier über sein eigenstes Arbeitsgebiet. Biologen und Klinikern wird dieses Werk eine Fülle von Belehrung bringen. Der Inhalt dieses Werkes legt in beredter Weise Zeugnis dafür ab, daß die experimentell physiologische Betrachtungsweise pathologischer Zustände ganz neue Erkenntnisse zu eröffnen vermag, welche der rein morphologischen Betrachtung verschlossen blieben.

Bericht über eine internationale Zeitkonferenz in Paris im Oktober 1912.

Von Prof. Dr. B. Wanach, Potsdam,

Geodätisches Institut.

Unter den drei fundamentalen Maßeinheiten für Masse, Länge und Zeit erfreuen sich die beiden ersten schon seit langer Zeit einer internationalen Regelung, die ihren Abschluß 1875 auf einer internationalen Konferenz in Paris fand. Von früheren Bestrebungen, sog. Naturmaße zu schaffen, ging

man aus gewichtigen praktischen Gründen ab und einigte sich auf Annahme des Meter- und Kilogramm-Prototyps, die im Maß- und Gewichts-bureau in Breteuil bei Paris aufbewahrt werden.

Für die Zeit gilt als Grundmaß schon seit Jahrhunderten ein Naturmaß, der Tag, definiert als Rotationsdauer der Erde, und es liegt kein Bedürfnis vor, auch diese Maßeinheit durch eine künstliche zu ersetzen. Daß man von der ursprünglichen Definition des Meters als des zehnmillionsten Teils eines Meridianquadranten der Erde abging, hatte sehr wichtige Gründe: erstens sind die einzelnen Meridiane nicht gleich lang, weil die Erde kein genaues Rotationsellipsoid ist, und zweitens ist die Vergleichung eines Maßstabes mit diesem Naturmaß nur durch die außerordentlich zeitraubenden und kostspieligen Operationen einer Gradmessung zu erlangen. Die Vergleichung unserer praktischen Zeitmesser, der Uhren, mit dem Naturmaß der Zeit läßt sich dagegen auf jeder Sternwarte an jedem sternklaren Abend leicht mit aller erforderlichen Genauigkeit ausführen. Dennoch sind in neuerer Zeit gewisse Übelstände bemerkbar geworden, die schließlich eine internationale Vereinbarung wünschenswert machten.

Für die nicht astronomisch geschulten Leser dürften einige Vorbemerkungen über die Prinzipien der Zeitbestimmung am Platze sein.

Wir benutzen die Uhren sozusagen als Gebrauchsmaßstäbe für die Zeit und dürfen uns, soweit es sich nur um die Bestimmung der Dauer irgend eines Vorganges handelt, in den meisten Fällen ebenso sehr auf eine Uhr verlassen wie etwa auf einen Millimetermaßstab bei Längenmessungen; nur für wenige wissenschaftliche Zwecke ist es nötig, im einen Falle die Teilungsfehler des Maßstabes und den genauen Wert seiner Länge durch Vergleichung mit einem Normalmaßstab zu bestimmen, im anderen die Fehler der Zeitangaben der Gebrauchsuhr durch Vergleichen mit einer Normaluhr festzustellen. Ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen Normalmaßstab und Normaluhr ist aber der, daß jener im allgemeinen nur einmal geeicht zu werden braucht und weiterhin, abgesehen von Temperatureinflüssen u. dergl., als unveränderlich angesehen werden darf, während eine Normaluhr in angemessenen Zeiträumen immer wieder geeicht, d. h. durch astronomische Beobachtungen mit der astronomisch definierten Zeit verglichen werden muß, weil die Dauer der Pendel- oder Unruhschwingungen durch allerlei äußere Einflüsse fortwährende Änderungen erleidet, die nur zum Teil vorausberechnet werden können, wie z. B. Einflüsse der Temperatur, des Luftdrucks usw.; während man für einen Maßstab nur einmal eine Korrektionstabelle herzustellen braucht, müssen die Korrektionstabellen für eine Uhr ständig weitergeführt werden, da jede Korrektion nur für einen einzigen Zeitpunkt gilt. Außerdem handelt es sich im praktischen Leben viel seltener um Messungen von Zeitintervallen als um die Bestimmung absoluter Zeitmomente, und darin liegt der wesentlichste Unterschied zwischen der Benutzung von Maßstäben und Uhren; an welchem Punkt des Raumes der Nullpunkt eines Maßstabes

zur Zeit der Messung liegt, ist uns gleichgültig, bei der Uhr aber interessiert uns in den allermeisten Fällen gerade nur die Lage ihres Nullpunktes, bezogen auf die absolute Zeitskala.

Ebenso wie man dafür sorgt, daß die Nullpunktskorrektur eines Thermometers möglichst klein ist, so daß man sie bei mäßigen Genauigkeitsansprüchen ganz außer acht lassen darf, so verlangt man von einer für bürgerliche Zwecke dienenden Uhr, daß die Abweichungen ihrer Zeitangaben von der richtigen Zeit, die Uhrkorrekturen, jederzeit möglichst klein sind, und daher wird bei den öffentlichen „Normaluhren“ durch ständige Überwachung und Regulierung ihres Ganges dafür gesorgt, daß ihre Uhrkorrektur stets innerhalb einer Sekunde oder, wenn sie keinen Sekundenzeiger hat, innerhalb eines kleinen Bruchteils einer Minute bleibt.

Ebenso wie man bei den genauesten Längenmessungen die Teilungsfehler des Maßstabes berücksichtigen muß, so müssen auch bei genauen Zeitmessungen die Uhrkorrekturen berücksichtigt werden, und es ist dann im Prinzip gleichgültig, wie groß sie sind, wenn man sie nur mit erforderlicher Genauigkeit angeben kann. Für solche Zwecke ist es daher belanglos, ob die Uhrkorrekturen groß oder klein sind; viel wichtiger ist die Konstanz des Uhranges, d. h. der täglichen Änderung der Uhrkorrektur.

Auch die beste Uhr würde, nachdem man sie einmal richtiggestellt hat (Uhrkorrektur = 0), sich selbst überlassen, mit der Zeit immer größere Uhrkorrekturen aufweisen; selbst wenn man durch die mühsamste Regulierung für einige Zeit den Gang Null erreicht haben sollte, so ändert sich doch auch der Gang infolge von Temperatur- und Luftdruckänderungen, Erschütterungen u. dergl.; für die genauesten Zwecke verzichtet man daher ganz darauf, den Gang auf ein Minimum herabzuregulieren, sorgt vielmehr nur dafür, daß der Gang möglichst konstant bleibt, und berechnet die Uhrkorrekturen für die Zeiten, für die man sie braucht, aus den durch astronomische Zeitbestimmungen erhaltenen Uhrkorrekturen und den aus diesen abgeleiteten Gängen. Zur Erläuterung ein Beispiel: Zeitbestimmungen mögen ergeben haben: Uhrkorrektur am 5. Mai 9 Uhr abends $+19^s,38$, am 9. Mai 11 Uhr abends $+18^s,75$; die Zwischenzeit ist 4 Tage 2 Stunden, also 4,08 Tage, folglich der tägliche Gang $(18,75 - 19,38) : 4,08 = -0^s,154$. Unter der Voraussetzung, daß dieser Gang konstant gewesen ist, erhält man demnach z. B. für den 7. Mai 9 Uhr vormittags, also 1 Tag 12 Stunden oder 1,5 Tage nach der ersten Zeitbestimmung die Uhrkorrektur $+19,38 - 0,154 \times 1,5 = +19,15$. Auch für Zeiten nach der letzten Zeitbestimmung kann man die Uhrkorrektur vorausrechnen, z. B. für den 12. Mai mittags: $+18,75 - 0,154 \times 2,54 = +18,36$.

Ist die Uhr nicht absolut vollkommen für Temperatur kompensiert und luftdicht eingeschlossen oder mit Barometerkompensation ausgerüstet, so müssen die durch Temperatur- und Luftdruckschwankungen verursachten Änderungen des Ganges rechnerisch berücksichtigt werden. Besonders die

Barometerschwankungen üben einen sehr merklichen Einfluß aus; der tägliche Gang einer Pendeluhr wächst mit steigendem Druck um $0^s,013$ für jeden Millimeter, ein sehr großer Betrag, wenn man berücksichtigt, daß bei den besten modernen Sekundenpendeluhrn die nicht vorausberechenbaren, „zufälligen“, täglichen Änderungen des Ganges durchschnittlich unter $0^s,01$ bleiben; ändert sich also das Tagesmittel des Luftdrucks von einem Tage zum anderen um 10 mm, so ändert sich dadurch der Gang der Uhr um das 13 fache jenes Betrages, den wir nicht vorhersehen können.

Eine so hohe Genauigkeit läßt sich freilich auch mit den besten Uhren nur dann erzielen, wenn man sie vollkommen vor Erschütterungen und schnellen Temperaturänderungen schützt; auch das beste Kompensationspendel versagt, wenn die Temperatur so schnell schwankt, daß die einzelnen Teile des Pendels, die ja nur allmählich die Temperatur der Umgebung annehmen können, zeitweilig merklich verschieden temperiert sind. Nur die bestausgerüsteten Sternwarten verfügen aber über geeignete Räumlichkeiten, und selbst wenn mehrere Präzisionsuhren vorhanden sind, die sich gegenseitig kontrollieren, so kann es bei längerer Dauer trüben Wetters geschehen, daß am nächsten klaren Abend eine Zeitbestimmung Uhrkorrekturen ergibt, die sich um eine volle Sekunde von den vorausgerechneten unterscheiden. Tatsächlich kommen zwischen den Zeitangaben verschiedener Sternwarten bisweilen Unterschiede von einigen Sekunden vor, und eine solche Unsicherheit ließe sich nur dadurch vermeiden, daß eine Zeitzentralstelle von mehreren, genügend weit auseinanderliegenden Sternwarten Zeitbestimmungen sammelt und an die Interessenten austeilte; hat eine Sternwarte längere Zeit unter trübem Himmel gelitten, so daß ihre Zeitangaben unsicher werden, so kann man darauf rechnen, daß an einem andern Ort in günstigerer Wetterlage eine Zeitbestimmung gelingt.

Sehr bequem läßt sich eine solche Organisation bei Benutzung der drahtlosen Telegraphie erzielen, und der frühere Direktor der Berliner Sternwarte, Geheimrat W. Foerster, hatte schon vor einigen Jahren einen Plan gefaßt, wonach das Geodätische Institut in Potsdam, das zugleich Zentralbureau der Internationalen Erdmessung ist, eine solche Zentralstelle werden sollte. Ihm kam aber das Pariser Bureau des longitudes im Sommer 1912 zuvor, indem es die französische Regierung veranlaßte, Einladungen zu einer internationalen Konferenz zu erlassen, die den Plan eines internationalen Zeitdienstes ausarbeiten sollte. Diese Konferenz, an der sich Deutschland, Österreich, Belgien, Spanien, die Vereinigten Staaten, Frankreich, England, Griechenland, Italien, Monaco, die Niederlande, Portugal, Rußland, Schweden und die Schweiz beteiligten, tagte in Paris vom 15. bis zum 23. Oktober.

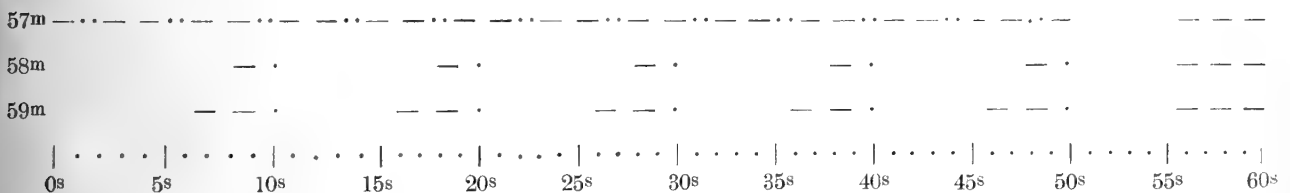
Schon seit dem 21. März 1910 gibt die funkentelegraphische Großstation Norddeich, und seit dem 23. Mai desselben Jahres auch der Eiffelturm zweimal täglich drahtlose Zeitsignale, hauptsächlich im Interesse der Schifffahrt. Aber auch von anderer

Seite werden diese Signale benutzt; so z. B. haben sich die deutschen Erdbebenwarten dahin geeinigt, ihre Beobachtungen auf die Zeiten des Norddeichsignals zu beziehen, so daß ihnen jetzt einheitliche Zeitangaben zugrunde liegen, während sie früher auf den Zeitangaben verschiedener Sternwarten beruhten, die in ungünstigen Fällen um ganze Sekunden voneinander abwichen.

Die Beschlüsse der Pariser Konferenz haben zunächst nur die Form von Vorschlägen, die den Regierungen der beteiligten Staaten zur endgültigen Beschlußfassung vorzulegen sind. Danach soll eine internationale Zeitkommission ernannt werden, deren Aufgabe es sein wird, dafür zu sorgen, daß alle öffentlichen Zeitangaben der ganzen Welt auf einheitlicher Grundlage beruhen, und daß diese öffentliche Zeit möglichst innerhalb einer Viertelsekunde mit der genauen Greenwichzeit (oder den um runde Stunden von ihr verschiedenen Zonenzeiten, wie z. B. die M. E. Z.) übereinstimmt. Unter Leitung dieser Kommission soll ein internationales Zeitbureau in Paris den zentralen technischen Dienst versehen, während es jedem anderen Staat freigestellt bleibt, einer nationalen Zeitzentrale den Dienst im eigenen Lande zu übertragen. Der internationale Zeitdienst würde danach ungefähr folgendermaßen verlaufen.

Ein Netz von Gebestationen großer Reichweite ist derart über die ganze Erde zu verteilen, daß es künftig keinen Punkt der Erdoberfläche, namentlich des Ozeans geben soll, an dem nicht mindestens von einer Station täglich zweimal drahtlose Zeitsignale empfangen werden können. Andererseits soll eine zu starke Häufung von Gebestationen vermieden werden, so daß sich die Reichweitengebiete von tunlichst nicht mehr als zwei Stationen teilweise überdecken; in Rücksicht hierauf haben England und Italien auf Zeitsignalstationen im Mutterlande zugunsten des Eiffelturmes und Norddeichs verzichtet.

Die Signale sind von allen Stationen nach folgendem Schema zu geben:



Von 57m 0s bis 50s wird zum Abstimmen der Empfänger auf die Wellenlänge, die ca. 2500 m sein soll, das Morsezeichen für den Buchstaben x aus freier Hand gegeben; alle folgenden Zeichen erfolgen automatisch durch das Kontaktwerk einer Stationsuhr, deren Uhrkorrektur kurz vor der Signalgebung möglichst klein zu machen ist. Die Dauer der Punkte dieser Signale soll eine viertel, die der Striche und Intervalle eine Sekunde betragen und das Ende des letzten Strichs auf die Sekunde 0 einer vollen Stunde Greenwichzeit fallen.

Für folgende Stationen sind die Signalzeiten

bereits auf der Pariser Konferenz beschlossen worden:

Eiffelturm (Paris)	Greenw. Mitternacht:	0 Uhr
San Fernando de Noronha (Brasilien)		2 „
Arlington (Washington)		3 „
Mogadiscio (Somaliland)		4 „
Manila (Philippinen)		4 „
Timbuktú (Sudan)		6 „
Eiffelturm		10 „
Norddeich (Wilhelmshaven)	Gr. Mittag	12 „
San Fernando de Noronha		16 „
Arlington		17 „
Massauah (Erythräa)		18 „
San Francisco (Kalifornien)		20 „
Norddeich		22 „

und hinzutreten werden wahrscheinlich noch Honolulu, Samoa, Guam und andere geeignete Großstationen; gleiche Gebezeiten sind nur zulässig für Stationen, deren Reichweitengebiete so weit getrennt sind wie z. B. Mogadiscio und Manila.

Auf welche Weise eine Einheitlichkeit der Zeitangaben aller Stationen erreicht werden soll, darüber wird die internationale Zeitkommission zu entscheiden haben. Einstweilen liegt nur ein Plan vor zur Vereinheitlichung der Signale der europäischen, nordafrikanischen und ostamerikanischen Stationen, die in direkte Verbindung mit dem Eiffelturm treten können, der als Zentralstation wirken soll. Da die Genauigkeit der Aufnahme der gewöhnlichen Zeitsignale, solange man sich auf Hörempfang beschränken muß, infolge persönlicher Auffassungsunterschiede nur gering ist (etwa $\frac{1}{4}$ Sekunde), wird der Eiffelturm vor Mitternacht noch besondere Signalreihen geben, die eine Genauigkeit der Uhrvergleichen bis auf die Hundertstelsekunde gewährleisten. Die Methode beruht auf dem Prinzip des Nonius. Auf der Eiffelturmstation ist eine Uhr aufgestellt, deren Pendel eine Schwingungsdauer von 0s,49 besitzt und alle 0s,98 einen Kontakt auf so kurze Zeit schließt, daß der Geber ein äußerst kurzes, nur aus einem einzigen Funken bestehendes Signal aussendet, während sonst auch die „Punkte“ des

Morsealphabets aus 3 bis 4 Entladungsfunken bestehen, die in Intervallen von ca. $\frac{1}{20}$ Sekunde aufeinanderfolgen. Läßt man nun auf einer Empfangsstation durch geeignete Schaltung eine Sekunden- uhr ebenso scharf begrenzte Sekundensignale im Empfängertelephon erzeugen, die gleichzeitig mit jenen Eiffelturmsignalen gehört werden, so tritt alle 50 Sekunden Koinzidenz zwischen beiden Signalserien ein, d. h. die Signale der Stationsuhr und der Koinzidenz- uhr des Eiffelturmes fallen alle 50 Sekunden innerhalb 0s,01, zusammen und die beiden Uhren lassen sich infolge der außerordentlichen Schärfe der

Signale leicht bis auf 0s,01 genau vergleichen. Auch auf der Pariser Sternwarte, die mit dem internationalen Zeitbureau verbunden ist, werden solche Koinzidenzbeobachtungen regelmäßig ausgeführt und sofort reduziert, so daß der Eiffelturm gleich im Anschluß an das gewöhnliche Mitternachtssignal in Morseschrift melden kann, welchen genauen Pariser Sternwartenzeiten das erste und letzte Koinzidenzsignal entspricht; da inzwischen auch die übrigen Empfangsstationen ihre Koinzidenzbeobachtungen auf ihre Hauptuhren bezogen haben, können sie nun auf Grund der Pariser Meldung auf 0s,01 genau angeben, um wieviel die Pariser Sternwartenzeit von ihrer eignen, selbständig durch astronomische Zeitbestimmungen abgeleiteten abweicht. Diese Korrekturen melden die Sternwarten möglichst bald auf drahttelegraphischem Wege entweder direkt nach Paris oder nach einer nationalen Zentralstation, die aus den einlaufenden verschiedenen Angaben mit Berücksichtigung ihrer relativen Zuverlässigkeit einen Mittelwert bildet und nach Paris meldet, wo nun aus allen eingelaufenen Angaben eine Korrektur der Sternwartenzeit hergeleitet wird, die bis auf wenige Hundertstelsekunden genau sein dürfte und bei der Abgabe des nächsten Zeitsignals berücksichtigt wird.

Sobald dieser Zeitdienst im Gange ist, darf man hoffen, aus den Pariser Koinzidenzsignalen jederzeit die Greenwichzeit bis auf einige Hundertstelsekunden richtig zu erhalten, und die übrigen Gebestationen können, soweit sie nicht selbst mit einer genügenden Anzahl ihre Signale kontrollierender Sternwarten in Verbindung stehen, ihren Zeit-signalen die Eiffelturmzeit zugrunde legen.

Da die Einrichtung einer Empfangsstation für solche Zeitsignale sehr wenig kostet, darf man hoffen, daß recht viele Sternwarten sich an dem Kontrolldienst beteiligen werden, und daß sie auch in langdauernden trüben Perioden, die eigene Zeitbestimmungen verhindern, die internationale Zentralzeit bis auf kleine Bruchteile der Sekunde richtig angeben können. Von noch größerer praktischer Bedeutung aber wird die leichte Beschaffung zuverlässiger Zeitsignale, wie schon das oben erwähnte Beispiel der Erdbebenwarten zeigt, für meteorologische, physikalische Institute, für städtische öffentliche Uhrenanlagen, Uhrmacher usw. haben, die bisher darauf angewiesen waren, von der nächsten Sternwarte entweder durch die zeitraubende und wenig genaue Übertragung mittels Taschenuhr oder Chronometer ihre Zeit zu holen, oder sich telegraphische oder telephonische Zeitsignale geben zu lassen, was dauernde Kosten verursachte und wobei man nicht so sicher vor gelegentlichen Fehlern war, wie bei den von mehreren Seiten ständig kontrollierten drahtlosen Zeitsignalen. Insbesondere hat die Pariser Konferenz den Wunsch ausgesprochen, daß die Telegraphenverwaltungen überall ähnliche Einrichtungen treffen möchten, wie sie jetzt bereits in Hamburg besteht, wo man sich jederzeit telephonisch an eine auf der Bergedorfer Sternwarte befindliche Uhr anschließen lassen kann, um sehr angenähert richtige mitteleuropäische Zeit zu erhalten. Diese Uhr gibt im Beginn jeder Mi-

nute ein Signal, dem eine Kennzeichnung der Einer der Minute durch eine Reihe von Punkten und Strichen folgt, so daß man nur die Zehner der Minute und die Stunde anderweit zu kennen braucht. Da diese Telephonnummer (Hamburg 4 Nr. 10 000) gegen Erlegung der Ferngesprächsgebühr jedem deutschen Telephonbenutzer zur Verfügung steht, brauchten andere Staaten bloß dieses System zu kopieren; freilich wäre noch eine Verrbilligung durch Errichtung ähnlicher Anlagen in jeder Großstadt wünschenswert.

Während die Genauigkeit der gewöhnlichen Zeitsignale für die weitaus meisten Zwecke genügt, werden die Koinzidenzsignale des Eiffelturms außer zur genauen Kontrolle der internationalen Zentralzeit auch noch anderen wissenschaftlichen Zwecken dienen können; die Franzosen haben bereits mit gutem Erfolg astronomische Bestimmungen von Längendifferenzen zwischen Sternwarten nach dieser Methode ausgeführt. Das Problem der Schwankungen der Erdachse, dessen Erforschung eine der Hauptaufgaben der Internationalen Erdmessung geworden ist, läßt jahrelang durchgeführte genaue Längenbestimmungen zwischen weit voneinander entfernten Sternwarten sehr wünschenswert erscheinen. Daher soll das von dem Pariser Zeitbureau gesammelte Beobachtungsmaterial dem Geodätischen Institut in Potsdam zum Zweck solcher Untersuchungen zur Verfügung gestellt werden.

Als Termin für den Beginn des internationalen Zeitdienstes ist der 1. Juli 1913 in Aussicht genommen.

Über neue Versuche zur Erklärung der chemischen Wirkung des Lichtes.

Von Dr. Alfred Reis, Karlsruhe.

Unter den Arbeitshypothesen der Photochemie beruht eine der wichtigsten darauf, daß die belichteten Stoffe als neue Stoffe mit veränderten Eigenschaften und die chemischen Lichtwirkungen als Reaktionen dieser veränderten Stoffe aufgefaßt werden. Diese Tendenz, die chemischen Vorgänge auf die Eigenschaften der einzelnen an ihnen beteiligten Stoffe zurückzuführen, tritt uns auch in der neuesten Entwicklung der chemischen Thermodynamik (Nernstsches Wärmetheorem*) entgegen, und sogar ihre Übertragung auf die chemische Kinetik ist in den letzten Jahren von M. Trautz**) versucht worden. Noch viel mehr als in der Chemie der Dunkelvorgänge wird man auf diese Zerlegung in Einzeleigenschaften von Stoffen in der Photochemie hingewiesen, da hier augenscheinlich die Einwirkung des Lichtes im allgemeinen nur an einem der beteiligten Stoffe angreift. Aus dem Grundgesetz der Photochemie, „ohne Lichtabsorption keine chemischen Lichtwirkungen“ geht bereits die beson-

*) Siehe die zusammenhängende Darstellung bei F. Pollitzer, Das Nernstsche Wärmetheorem, Ahrensche Sammlung chem. u. chem.-techn. Vorträge, Bd. XVII.

**) M. Trautz, Z. f. Elektrochem. 18, S. 513.

dere Rolle desjenigen Stoffes hervor, welchem die Absorption für die wirksamen Lichtwellen zukommt. Weiter sehen wir, daß ein lichtempfindlicher Stoff nicht nur in einer, sondern in vielen oder allen Reaktionen photochemisch beeinflusst wird. Alles drängt zu der Vorstellung, daß lichtempfindliche Stoffe durch Belichtung in andere Zustände übergehen, die von Wellenlänge und Intensität der Bestrahlung abhängig sind, und deren genaue Kenntnis eine Voraussage der chemischen Lichtwirkungen erlauben würde.

Ein wichtiger Schritt auf diesem Wege ist neuerdings Trautz*) gelungen. Er hat über die Natur der Veränderung des Chlors im chemisch wirksamen Lichte nicht nur eine bestimmte Annahme gemacht, sondern diese durch direkte Beobachtung bestätigt. Die festgestellte Veränderung bezieht sich auf die spezifische Wärme, deren hohe Bedeutung für chemische Vorgänge ja in den letzten Jahren eingehend bekannt geworden ist.

Die Versuche wurden mit „trockenem Bombenchlor“ angestellt, das außer einer kleinen Menge Luft und einer äußerst kleinen Menge Wasserdampf keine in Betracht kommenden Verunreinigungen enthalten dürfte. Dreierlei Arten von Messungen wurden angestellt.

1. Der Quotient $\frac{c_p}{c_v}$, das Verhältnis der spezifischen Wärmen des Chlorgases bei konstantem Druck und konstantem Volumen, nach der Methode von Kundt, bestimmt durch Verstellung eines Stempels in einer Röhre bis zur Erzielung scharfer Staubfiguren. Belichtung mit einer Quarzquecksilberlampe vom Ende der Röhre her änderte die für scharfe Figuren nötige Einstellung merklich, Belichtung mit einer Nernstlampe dagegen nicht. Der Effekt entsprach einer Verkleinerung der spezifischen Wärme bei konstantem Volumen c_v um mehrere Prozent und war gut reproduzierbar.

2. Die Ausdehnung des Chlors im Licht, beobachtet an der Druckerhöhung die in einem chlorgefüllten Gefäß durch Belichtung mit der Quarzsilberlampe hervorgerufen wurde. In sehr kurzer Zeit erfolgte eine Drucksteigerung entsprechend einer Erwärmung um 10–12° C, die weitere Erwärmung dagegen sehr langsam. Analoge umgekehrte Druckänderungen geschahen beim Verdunkeln. Rotes Licht zeigte die Erscheinung nicht.

3. Die wahre spezifische Wärme des Chlors bei konstantem Volumen, ermittelt aus dem Verhältnis

$$\frac{\text{zugeführte Wärme}}{\text{Temperaturerhöhung.}}$$

Die Wärmezufuhr wurde durch einen im Innern des Chlorgefäßes angebrachten elektrisch geheizten Platindraht bewirkt. Die Temperaturerhöhung wurde, wie in der zweiten Versuchsreihe, manometrisch gemessen. Die Bestrahlung mit der Quarzquecksilberlampe beschleunigte den Temperaturanstieg bei gleicher Energiezufuhr im Platindraht; nach Abzug der von der Lampe eingestrahlenen Energie, deren erwärmende Wirkung in eigenen Ver-

suchen bestimmt wurde, ergab sich eine Verkleinerung der spezifischen Wärme durch Belichtung in der Größenordnung von mehreren Prozenten. Die Unabhängigkeit des Effekts von der räumlichen Anordnung der Apparateile wurde ausprobiert, um Täuschungen auszuschließen.

Der Autor diskutiert die Frage, ob die Effekte — anstatt durch Änderung der spezifischen Wärme — durch die Wärmetönung einer photochemischen Dissoziation (Ionisation) oder Polymerisation gedeutet werden können. Er hält dies für ausgeschlossen, weil sich unter dieser Annahme weder so große Änderungen, noch deren richtiger Sinn bei allen drei Versuchsreihen ergeben könnte.

Versuche mit Brom- und Joddampf und mit Stickstoffdioxid haben zu analogen Effekten von gleicher Größenordnung geführt.

Bei allen Versuchen durchdrang das eingestrahelte Licht Glaswände, bevor es in den chlorgefüllten Raum eintrat. In manchen Fällen war sogar ein Wassertrog mit Glaswänden vorgeschaltet. Da die Absorption der Gläser für violette und ultraviolette Strahlen sehr verschieden ist (manchmal wird von gewöhnlichem Gerätéglass bis unter 350 μ erstauulich viel durchgelassen), und da bei den obigen Versuchen Durchlässigkeitsbeobachtungen nicht vorgenommen wurden, ist es ganz unsicher, welche Strahlen der Quecksilberlampe an den Effekten hauptsächlich beteiligt sind. Ferner nimmt auf dem Wege des Lichtstrahles im Chlorraum infolge der Absorption durch das Chlor die Lichtintensität fortschreitend ab, und zwar für verschiedene Wellenlängen ganz verschieden schnell. Der Autor erwähnt bei dem ersten und zweiten Effekt, daß die Berechnung unter der Annahme durchgeführt wurde, daß nur ein Teil des Raumes von wirksamem Licht erfüllt, ein Teil aber im Dunkeln war. Angaben über die Größe der tatsächlich gemessenen Effekte oder über die relative Größe des lichterfüllten Raumes wurden nicht gemacht. An eine quantitative Bearbeitung dieser Erscheinungen kann jedenfalls erst gedacht werden, wenn Versuche mit monochromatischem Licht vorliegen.

Die Ausdehnung des Chlors im Licht (Buddéeffekt) ist seit langem beobachtet, jedoch oft für eine sekundäre Störung gehalten worden (die meisten Experimentatoren arbeiteten mit Wasserstoffchlogemischen). Das Auftreten der Erscheinung in reinem Chlor wurde von manchen Forschern bestritten*). Eine nähere Verfolgung der Erscheinung führt auf viele fundamentale Fragen der Photochemie; so auf die Frage nach der Zeit, die zum Übergang vom Dunkelzustand in den Lichtzustand und umgekehrt benötigt wird, nach der Energiemenge, die der bestrahlte Stoff als Resonator stationär aufgespeichert enthält, nach der „photochemischen Nachwirkung“, das ist der Fähigkeit vorbelichteter Stoffe, beim Zusammenbringen im Dunkeln chemische Wirkungen zu geben, die von den gewöhnlichen Dunkelreaktionen abweichen.

So sehr die vorliegende Veröffentlichung, in der alle genauen Angaben fehlen, den Charakter des

*) Z. f. E. 18, S. 518.

*) H. B. Baker, Brit. Assoc. Rep. 1894, S. 493.

Vorläufigen trägt, wird man doch die sichere Erwartung aussprechen können, daß hier der erste Schritt auf einem Wege von grundsätzlicher Bedeutung getan worden ist.

Anwendung der Mineralsynthese auf geologische Probleme: die Bildungsverhältnisse polymorpher Mineralmodifikationen.

Von Privatdozent Prof. Dr. J. Koppel, Berlin.

Mit der künstlichen Herstellung von Mineralien haben sich seit langer Zeit Chemiker, Mineralogen und Geologen eifrig beschäftigt; und in der Tat ist es auch gelungen, eine große Anzahl von ihnen mit all den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Naturprodukte im Laboratorium nachzuahmen*). Neben den rein chemischen und mineralogischen Zielen, die man bei der Synthese der Mineralien verfolgte, hat man auch stets *geologische* Gesichtspunkte dabei im Auge gehabt, indem man hoffte, aus den Bedingungen, unter denen sich ein Mineral künstlich herstellen läßt, auf die Umstände schließen zu können, die bei seiner Bildung in der Natur maßgebend waren. Gerade nach dieser Richtung aber hat man in früherer Zeit wenige Ergebnisse von Bedeutung erzielt, weil die in der Natur wirkenden Bedingungen nicht in genügender Weise Berücksichtigung fanden. Früher legte man das Hauptgewicht auf die künstliche Gewinnung von Mineralien, in neuerer Zeit dagegen sucht man die natürlichen Bildungsverhältnisse der Mineralien und Gesteine festzustellen, indem man diese unter genau meßbaren Bedingungen herstellt, die sich den in der Natur vorkommenden Verhältnissen möglichst anpassen.

Die ausgedehnteste und erfolgreichste Untersuchung über die geologische Bildung einer bestimmten Mineralklasse besitzen wir in *van't Hoff's* Forschungen über die ozeanischen Salzablagerungen (1896—1906), die recht eigentlich die soeben angedeutete Richtung des Problems bestimmt haben. Nachdem einmal an dem Beispiel der Salzmineralien gezeigt war, wie man im Laboratorium über die Geschichte der Bestandteile der Erdkruste Aufschluß erhalten könne, lag es nicht fern, diese Erfahrungen auf geologisch ungleich wichtigere Mineralien und Gesteine — insbesondere alle Silicate — zu übertragen. Hierbei traten nun aber erhebliche Schwierigkeiten auf, die durch die eigenartige Natur der Silicate, insbesondere ihre geringe Löslichkeit, die hohen Schmelzpunkte, die Zähigkeit usw. bedingt werden. Diese experimentellen Hindernisse lassen sich nur ganz allmählich beseitigen,

einerseits durch weitere Ausbildung der Versuchstechnik, dann durch sorgfältiges Studium der Eigenschaften der Silicate und schließlich auf einem Umwege, indem man an anderen weniger widerspenstigen Mineralgruppen allgemeinere Gesetzmäßigkeiten ihrer Bildungsverhältnisse aufsucht, die dann möglicherweise in mehr oder weniger weitem Umfange auf die Silicate — das Endziel — übertragen werden können, in jedem Falle aber unsere Anschauungen über Mineralgenese der Wirklichkeit besser anpassen.

Mit einiger Deutlichkeit ergibt sich der geschilderte Weg aus den seit 1904 veröffentlichten Untersuchungen des Geophysical Laboratory der Carnegie Institution of Washington, dessen wesentliche Aufgabe es ist, Bildungsweisen und physikalische Eigenschaften der Gesteine der Erdkruste zu erforschen. In zwei umfangreichen Abhandlungen aus diesem Laboratorium*) sind die Ergebnisse von Versuchen über die Entstehung von Schwefelmineralien niedergelegt; die *Metallsulfide* wurden ausgewählt, weil sie bei ihrer großen Verbreitung und Mannigfaltigkeit mineralogisch und geologisch von großem Interesse, daneben aber auch technisch von erheblicher Bedeutung sind.

Gerade in dieser Beziehung nehmen nun die mineralischen *Schwefelverbindungen des Eisens* die erste Stelle ein.

Dem gewöhnlichen künstlichen Eisensulfid — FeS — entspricht das Mineral *Pyrrhotin* (*Magnetkies*), dessen Zusammensetzung aber nicht ganz konstant ist, sondern zwischen FeS_{1.06} (Fe₁₆S₁₇) und FeS_{1.10} (FeS₈) schwankt. Unter diesen Umständen ist es begreiflich, daß man früher lebhaft die Frage erörtert hat, welches nun die „wirkliche“ Zusammensetzung des reinen Pyrrhotins sei; doch hat sich nun völlig eindeutig gezeigt, daß diese Fragestellung verfehlt ist: das Mineral Pyrrhotin stellt nämlich eine feste Lösung von Schwefel in Eisensulfid dar, deren Schwefelgehalt um so größer ist, je höher die Schwefelkonzentration der Atmosphäre, in der sie sich bildet. Es gelang, eine ganze Reihe künstlicher Pyrrhotine mit verschiedenen Schwefelgehalten darzustellen, bis zu einem Produkt, das 6 % gelösten Schwefel enthält; damit ist zugleich der Beweis erbracht, daß ein bisher als besondere Spezies betrachtetes Mineral — der *Troilit* —, dem wirklich die Formel FeS entspricht, nichts anderes ist als das von gelöstem Schwefel freie Endglied der Pyrrhotinreihe.

In jeder Beziehung viel wichtiger als der Pyrrhotin sind nun zwei weitere Eisensulfidmineralien, der *Pyrit* und der *Markasit*. Beide sind ihrer chemischen Zusammensetzung nach FeS₂; während aber der erstere regulär — hauptsächlich in Pentagondodekaedern — kristallisiert, messinggelbe Farbe und die Dichte 5,027 (25°) besitzt, gehört

*) Die seit einigen Jahren technisch zu Handelszwecken hergestellten künstlichen Edelsteine (Rubin, weißer und gelber Saphir) — keine „Imitationen“ sondern nach Stoff und Verhalten den natürlichen Steinen gleiche, wenn auch nicht gleichwertige Produkte — sind ein ausgezeichnetes Beispiel für die Erfolge der Mineralsynthese.

*) E. T. Allen, J. L. Crenshaw, J. Johnston, E. S. Larsen: Die mineralischen Eisensulfide, Zeitschr. anorg. Chem. 76, (1912) 201—273; E. T. Allen, J. L. Crenshaw, H. E. Merwin: Sulfide von Zink, Cadmium und Quecksilber, Zeitschr. f. anorg. Chem. 79 (1912).

der letztere dem rhombischen System an, ist gelbgrau und hat das spezifische Gewicht 4,887 (25°). Pyrit und Markasit sind ein vorzügliches Beispiel der bei den Sulfidmineralien so vielfach auftretenden Polymorphie*), und gerade durch diese gewinnen die von den Autoren behandelten Einzelfälle allgemeinere Bedeutung, da sich, wie hier vorgehend bemerkt sei, eine scheinbar generelle Regel über die Bildungsverhältnisse polymorpher Sulfidmodifikationen aus den Versuchen ableiten ließ.

Die bisher unbekannten Beziehungen zwischen Pyrit und Markasit konnten durch einige einfache Versuche Aufklärung finden: Die beiden Mineralien stehen im Verhältnis der Monotropie zueinander (s. die Anm.), und zwar ist Markasit gegenüber Pyrit stets labil. Während aber bei niederen Temperaturen die Umwandlung jener Form in diese nur unendlich langsam verläuft — was schon durch das häufige Vorkommen von Markasit als Mineral bewiesen wird — erfolgt der Übergang bei ca. 450° schon mit merklicher Geschwindigkeit, und hierdurch erklärt es sich, daß wohl Pyrit primärer Bestandteil von Magmen sein kann, niemals aber der Markasit, da dieser ja bei den immerhin ziemlich hohen Erstarrungstemperaturen der Magmen, selbst wenn er gebildet würde, schnell in jenen, als die stabile Form, übergehen müßte. Hieraus ergibt sich dann weiter, daß aller Markasit sich aus Lösungen gebildet hat, und andere Tatsachen lassen schließen, daß auch der meiste Pyrit auf diesem Wege — nicht aber aus schmelzflüssigen Magmen — entstanden ist.

Als nun die verschiedenen Reaktionen, die in wässrigen Lösungen zu Eisendisulfid führen — Einwirkung von Schwefelwasserstoff, Alkalipolysulfiden oder Alkalithiosulfaten auf Ferrosalze oder von Schwefel auf amorphes Eisensulfid — systematisch untersucht wurden, da zeigte sich, daß in fast allen Fällen Pyrit — die stabile Form von FeS_2 — gebildet wird, während Markasit nur unter ziemlich eng begrenzten Bedingungen auftritt. *Neutrale* und *alkalische* Lösungen liefern

*) Unter Polymorphie versteht man das Auftreten eines und desselben chemischen Stoffes in zwei oder mehreren Formen, die sich nach Kristallform und physikalischen Eigenschaften scharf unterscheiden, während ihr chemisches Verhalten gleich ist oder nur geringfügige Abweichungen zeigt. Die Beziehungen zweier polymorpher Formen eines Stoffes zueinander können von zweierlei Art sein: entweder ist unterhalb einer bestimmten Temperatur — Umwandlungspunkt — die eine Form stabil, die zweite labil und oberhalb dieser Temperatur die zweite stabil und die erste labil, oder aber die eine Form ist im ganzen zugänglichen Temperaturbereich stabil, während ihr gegenüber die andere Form stets labil ist. Den ersten Fall nennt man *Enantiotropie*, den zweiten *Monotropie*. Bei enantiotrop-polymorphen Formen kann man daher stets durch Überschreiten der Umwandlungstemperatur nach oben oder unten die beiden Formen wechselseitig direkt in einander überführen; bei monotrop-polymorphen Formen geht dagegen nur die labile Form direkt in die stabile Form über, und zwar um so schneller, je höher die Temperatur ist, während die labile Form selbst nur unter besonderen Umständen — aus Lösungen, Schmelzen — entsteht, niemals aber direkt aus der stabilen Form erzeugt werden kann.

stets Pyrit*); in deutlich sauren Lösungen kann neben diesem auch Markasit entstehen, dessen Menge begünstigt wird durch niedrige Temperatur und steigenden Säuregehalt, so daß z. B. eine Lösung mit 1 % Schwefelsäure bei 100° fast reinen Markasit abscheidet.

Diese Ergebnisse stützen und sichern nun die aus rein geologischen Gründen abgeleiteten Schlüsse über die Bildungsverhältnisse der beiden Eisendisulfidmodifikationen auf das beste: in der Natur scheint Pyrit — sofern er sich aus Lösungen abscheidet — hauptsächlich aus heißen Tiefengewässern zu entstehen, die meist, wenn nicht stets, alkalisch sind; Markasit dagegen bildet sich — nach seinen geologischen Verhältnissen beurteilt — aus kalten und sauren Lösungen, die von der Oberfläche in die Erde sickern. Überdies finden sich Pyrit und Markasit in der Natur häufig neben einander und auch die synthetischen Versuche haben gezeigt, daß in vielen Fällen — außer in alkalischen Lösungen — die beiden Formen des Eisendisulfides gleichzeitig gebildet werden, und daß Markasit allein nur unter ganz eng begrenzten Bedingungen auftreten kann.

Diese Erfolge ermutigten dazu, auch andere Schwefelmineralien in ähnlicher Weise zu untersuchen. Die Wahl fiel zunächst auf die Zinksulfide. Es existiert nur eine Verbindung des Zinks mit Schwefel — ZnS —; diese aber tritt *natürlich* in zwei Formen auf, als *Zinkblende* (*Sphalerit*), welche reichlich und weit verbreitet gefunden wird, und als *Wurtzit*, der verhältnismäßig selten vorkommt. Es liegt also hier wieder — wie beim FeS_2 — ein Fall von Polymorphie vor. Zinkblende kristallisiert regulär, ist demnach einfachbrechend (Brechungsindex 2,3688) und hat eine Dichte von 4,090 (25°); Wurtzit kristallisiert hexagonal, ist doppelbrechend ($\omega = 2,356$, $\epsilon = 2,378$) und hat eine Dichte von 4,087 (25°).

Die nähere Untersuchung zeigte nun, daß Sphalerit und Wurtzit im Verhältnis der Enantiotropie zueinander stehen, und zwar ist der erstere bis 1020° die stabile Form, während oberhalb dieser Temperatur der letztere sein Stabilitätsgebiet hat. Demnach gelingt es leicht, beim starken Erhitzen von amorphem Zinksulfid auf 1200° bis 1300° durch Sublimation schöne Wurtzitkristalle herzustellen, während andererseits durch Schmelzen von Zinksulfid mit Natriumchlorid (etwas über 800°) oder mit Kaliumpolysulfid (bei etwa 400°) gut ausgebildete Zinkblendekristalle erhalten werden. Derartig hohe Bildungstemperaturen sind nun aber für die natürlich vorkommenden Mineralien keinesfalls anzunehmen, da diese allen geologischen Anzeichen nach bei ziemlich tiefen Temperaturen aus Lösungen entstanden sind. Hiergegen kann auch nicht eingewandt werden, daß Wurtzit erst oberhalb 1020° stabil wird, da ganz allgemein auch bei enantiotropen Formen unter geeigneten Verhältnissen die instabilen Formen auftreten und bei genügend

*) Die Reaktionsgemische wurden durchweg auf 100° bis 300° erhitzt, weil bei gewöhnlicher Temperatur keine oder nur undeutliche kristallisierte Produkte entstehen.

geringer Umwandlungsgeschwindigkeit lange erhalten bleiben können.

Es liegen verschiedene ältere Angaben über die Bildung von Sphaleritkristallen aus wässerigen Lösungen vor; doch scheinen sie alle irrtümlich zu sein, da jetzt nachgewiesen werden konnte, daß unterhalb 200° praktisch, d. h. in den für Laboratoriumsversuche zur Verfügung stehenden Zeiträumen, unter keinen Umständen kristallisiertes Zinksulfid erhalten werden kann. Erst zwischen 200° und 400° — also in geschlossenen Gefäßen unter Druck — ließen sich nach ganz ähnlichen Reaktionen, wie sie beim Eisendisulfid angewandt wurden, Kristalle von Zinksulfid herstellen; die nähere Untersuchung — besonders durch mikroskopische Bestimmung der Brechungsindizes — ergab dann, daß sich aus allen neutralen und alkalischen Lösungen ausschließlich Sphalerit bildet, während in sauren Lösungen neben diesem auch Wurtzit auftritt, und zwar um so mehr, je höher der Säuregehalt und je tiefer die Versuchstemperatur ist. Hierin zeigt sich eine deutliche Analogie mit den Bildungsverhältnissen von Pyrit und Markasit. Allerdings darf nun aus diesen Versuchen nicht gefolgert werden, daß die Mineralien Sphalerit und Wurtzit zwischen 200° und 400° entstanden seien; bei den erheblich längeren Zeiträumen, mit denen bei der natürlichen Mineralbildung zu rechnen ist, können vielmehr auch bei viel tieferen Temperaturen diese Kristallisationsprozesse vor sich gegangen sein.

Das dem Zink nahe verwandte Cadmium bildet gleichfalls nur eine Schwefelverbindung — CdS —, das „Cadmiumgelb“, der das Mineral *Greenockit* entspricht; dies kristallisiert hexagonal, isomorph mit Wurtzit und kann auf trockenem Wege oder aus Lösungen leicht in Kristallen erhalten werden. Eine regulär kristallisierende Form des Cadmiumsulfides, die der regulären Zinkblende entsprechen würde, ist bisher in der Natur nicht gefunden worden und auch ihre Herstellung im Laboratorium ist nicht geglückt. So sehr man auch die Versuchsbedingungen variieren mochte, die zur Entstehung von kristallisiertem Cadmiumsulfid führen konnten, stets erhielt man nur die hexagonalen Greenockitkristalle. Wenn man früher aus den bisweilen recht verschiedenen Farbtönen des „Cadmiumgelb“ auf verschiedene polymorphe Formen dieses Stoffes geschlossen hatte, so konnte nunmehr bewiesen werden, daß diese Ansicht nicht zutrifft. Die verschiedenen Färbungen — zwischen hellem Gelb und tiefem Orange — sind vielmehr lediglich durch die Korngröße und Oberflächenbeschaffenheit des Materials bedingt. Da das gelbe Cadmiumsulfid nämlich den kurzwelligen Teil des Lichtes bis ins Grün hinein stark absorbiert, so muß das *direkt* an glänzenden Flächen reflektierte Licht viel reicher an kurzwelligen Strahlen sein, als das an inneren Flächen *indirekt* zurückgeworfene, und da die angegebenen Faktoren die relativen Mengen des direkt und indirekt reflektierten Lichtes wesentlich beeinflussen, so ist damit der Farbwechsel des Cadmiumgelb hinreichend erklärt.

War es beim Cadmiumsulfid nicht gelungen, eine

als Mineral zwar fehlende, aber nach Analogie mit dem Zinksulfid zu erwartende reguläre Modifikation künstlich darzustellen, so führten die Untersuchungen über das Quecksilbersulfid überraschenderweise zur Auffindung einer bisher unbekannten und auch als Mineral nicht vorkommenden neuen Form.

Das Quecksilbersulfid — HgS — erhält man durch die üblichen chemischen Verfahren meist im schwarzen amorphen Zustand. Als Mineral findet es sich häufig in roten hexagonalen Kristallen vom spezifischen Gewicht 8,176 (25°), die also *Zinnober* (Cinnabarit, o- HgS) bekannt sind. Sehr selten hat man es auch in schwarzen, regulären Kristallen von der Dichte 7,70 (25°) — *Metacinnabarit*, α' - HgS — beobachtet. Zu diesen beiden Formen tritt nun noch die neue, als β' - HgS bezeichnete Modifikation, die erhalten wurde als feines scharlachrotes Pulver hexagonaler Kristalle mit dem spezifischen Gewicht 7,20 (25°). Das β' - HgS ist dem Zinnober (o- HgS) nach Farbe und Kristallsystem offenbar ähnlich, es unterscheidet sich von ihm aber erheblich durch spezifisches Gewicht und Brechungsindizes, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

	Spez. Gewicht 25° 4°	Berechnungsindizes für Lithiumlicht	
		ω_{Li}	ϵ_{Li}
Zinnober (o- HgS) .	8,176	2,81	3,14
β' - HgS	7,20	2,59	2,83

Die Wechselbeziehungen der drei Formen des Quecksilbersulfides konnten noch nicht völlig aufgeklärt werden; sicher ist folgendes: Im ganzen Temperaturbereich der Existenz von festem Quecksilbersulfid — also bis zum Sublimationspunkt bei ca. 580° — ist Zinnober die stabile Form; ihm gegenüber sind α' - HgS und β' - HgS stets monotrop instabil, was sich daraus ergibt, daß sie beim Erhitzen für sich oder mit alkalischen oder sauren Flüssigkeiten leicht in Zinnober verwandelt werden. Das Verhältnis von α' - HgS zu β' - HgS ist nicht ganz sicher, doch scheint dieses die stabilere Form zu sein.

Daß Zinnober durch Erwärmen von amorphem schwarzen Quecksilbersulfid mit Alkalisulfidlösungen auf 80° bis 100° leicht in gut kristallisiertem Zustand zu erhalten ist, war schon länger bekannt; es fand sich nun, daß auch in sauren Lösungen dies Mineral entstehen kann. Recht eng begrenzt scheinen die Bildungsverhältnisse des Metacinnabarits zu sein: er wurde nur erhalten durch langsame Fällung verdünnter saurer Merkurisalzlösungen durch Thiosulfatlösungen. Wenn man dagegen Quecksilberchlorid und Thiosulfat in neutralen und konzentrierten Lösungen aufeinander wirken läßt, so entsteht das neue rote β' - HgS , dem sich das schwarze α' - HgS erst beimischt, wenn die Konzentration der Flüssigkeit sich stark vermindert hat.

Auch hier harmonieren die Laboratoriumsbeobachtungen gut mit den geologischen Erfah-

rungen: Zinnober wird als Produkt alkalischer Lösungen betrachtet; aus gewissen alkalischen Quellen scheint es noch jetzt — und zwar neben Pyrit! — abgesetzt zu werden; Metacinnabarit dagegen soll sekundär aus kalten sauren Oberflächenwässern entstehen; er ist häufig vergesellschaftet mit Markasit, dem ja die ganz analogen Bildungsbedingungen zukommen.

Betrachtet man die mitgeteilten Ergebnisse im Zusammenhang, so ist eine gewisse Regelmäßigkeit unverkennbar: Aus allen alkalischen und neutralen Lösungen entstehen ausschließlich die *stabilen* Formen der Sulfide, nämlich *Pyrit*, *Zinkblende* und *Zinnober*; diese können sich auch aus saurer Lösung bilden. Andererseits kristallisieren die entsprechenden *labilen* Formen: *Markasit*, *Wurtzit*, *Metacinnabarit* nur aus sauren Lösungen, und zwar ist ihre Menge gegenüber der eventuell gleichzeitig entstehenden stabilen Form um so größer, je tiefer die Temperatur und je stärker der Säuregrad der Bildungsflüssigkeit sind. Es steigt also das Verhältnis

$$\frac{\text{Menge der labilen Form}}{\text{Menge der stabilen Form}}$$

bei gegebener Temperatur mit zunehmender Acidität, bei gegebener Acidität mit abnehmender Temperatur, so daß es auch in sauren Lösungen gelingt, durch geeignete Wahl der genannten Faktoren ausschließlich die stabile oder ausschließlich die labile Form zu erhalten.

Hebt man die geologischen Gesichtspunkte stärker hervor, so kommt man zu folgender Formulierung der Regel: Die stabilen Schwefelminerale Pyrit, Zinkblende, Zinnober sind vornehmlich gebildet aus den heißen und alkalischen Tiefengewässern; die labilen Mineralformen Markasit, Wurtzit, Metacinnabarit entstammen ausschließlich kalten sauren Oberflächenlösungen.

Vor einer vorzeitigen Verallgemeinerung dieser Regel wird man sich hüten müssen; sie hat sich vorläufig an drei Sulfiden bewährt, und bleibt nun zu prüfen, ob auch die anderen Schwefelverbindungen sich ihr fügen. Eine Andeutung ist allerdings dafür vorhanden, daß sie noch weiter reicht: das Quecksilberoxychlorid $\text{HgCl}_2 \cdot 2\text{HgO}$ tritt in einer roten labilen und in einer schwarzen stabilen Form auf; die Bildungsbedingungen für beide Formen sind fast identisch, nur muß zur Darstellung der roten Form die Lösung schwach sauer, zur Gewinnung der schwarzen stabilen Form aber schwach alkalisch sein. Vielleicht gelingt es, in der umfangreichen Literatur über polymorphe Formen noch weitere ähnliche Fälle zu sammeln.

Für den Chemiker ist die besprochene Regel recht überraschend. Bis vor kurzer Zeit war vielfach die Meinung herrschend, daß das Auftreten polymorpher Formen lediglich ein Kristallisationsphänomen sei, daß also *dieselben* chemischen Molekeln, aber in verschiedener Anordnung in den verschiedenen Modifikationen vorhanden seien. Träfe dies zu, so wäre eine naheliegende Deutung für den

Einfluß des Aciditätsgrades auf die Bildung labiler und stabiler Formen nicht vorhanden. Eher könnte man sich über diese an den besprochenen Beispielen festgestellte Wirkung des Charakters der Lösungen eine Vorstellung machen, wenn man annimmt, daß die Molekel der polymorphen Formen auch chemisch verschieden sind, und in der Tat gewinnt diese Auffassung auch aus ganz andersartigen Erscheinungen heraus immer mehr an Boden.

Veränderungen der Küstenfauna und -flora bei Wasserverschmutzung der Seehäfen.

Von Prof. Dr. A. Steuer, Innsbruck,

Direktor des Zoologischen Instituts der Universität.

Die Veränderungen, welche die Süßwasserfauna und -flora in qualitativer und quantitativer Hinsicht erfährt, wenn ihren Wohngebieten Schmutzwasser zugeführt wird, sind im Laufe der letzten Jahre wiederholt und eingehend in verschiedenen Gegenden untersucht worden. Die „biologische Wasseranalyse“ ermöglicht uns heute, nach dem mehrminder starken Hervortreten gewisser „Leitformen“ und ihrem örtlich begrenzten Vorkommen im verdächtigen Gebiet die Stärke der Verschmutzung des Wassers und die Stelle, von wo aus Abwässer eingeleitet wurden, anzugeben. Nach dem Grade der Empfindlichkeit gegenüber der Wasserverschmutzung lassen sich die Organismen in einzelne freilich nicht ganz scharf umschriebene Gruppen bringen. *Kolkwitz* und *Marsson* nannten (1912) solche Organismen, welche nur im *reinen* Wasser ihre Existenzbedingungen finden, *Katharobien*, die Abwässerorganismen *Saprobien*, und zwar unterscheiden sie je nach dem Grade der Verschmutzung Oligo-, Meso- und Polysaprobien.

Eingehende und durch viele Jahre fortgesetzte Beobachtungen der Küstenfauna und -flora haben nun gezeigt, daß auch das marine Pflanzen- und Tierleben zum Teil ganz auffallenden Veränderungen unterworfen ist. Da und dort werden gewisse Arten seltener und verschwinden ganz, andere Arten, die früher nie am Beobachtungsorte gesehen worden waren, erscheinen, werden von Jahr zu Jahr individuenreicher, bisweilen mit der Zeit sogar Charakterformen der betreffenden Gegenden.

Nicht alle derartigen Veränderungen des Faunen- und Florenbildes müssen notwendig mit einer Verunreinigung des Wassers in ursächlichem Zusammenhang stehen. So scheint das Schwinden gewisser Schwämme im Golfe von Neapel mit einer „parasitären Kastration“ der Schwämme durch eindringende Kruster zusammenzuhängen. In der Mehrzahl der Fälle entziehen sich derartige Erscheinungen noch vollkommen unserem Verständnis. Leichter ist es schon, das Aussterben einer Art in einem Meeresteil zu erklären, wenn nachweislich durch Anschüttungen, Hafenbauten u. dgl. das Wohn- oder Laichgebiet eines Tieres vernichtet wurde. Wir wollen hier jene Fälle von der Betrach-

tung ausschließen, wo allzu intensive Ausbeutung von Seite des Menschen eine Art vernichtet oder doch in ihrer Volksstärke stark herabgesetzt hat, sowie die Frage unerörtert lassen, inwieweit es möglich ist, auf künstlichem Wege die Fauna und Flora eines Gebietes durch Einsetzen fremder Arten zu bereichern oder schon vorhandene Formen durch Zucht, Schaffung von Reservaten u. dgl. in ihrer Entwicklung und Ausbreitung zu begünstigen. Hier soll nur besprochen werden, in welcher Weise die Hafenfauna und -flora durch Einleitung der Abwässer ins Meer beeinflusst wird. Was darüber bisher in Erfahrung gebracht wurde, hat kürzlich J. *Wilhelmi* in zwei Arbeiten sorgfältig zusammengestellt*).

Von der Fauna und Flora des Meeres kommen für die Einleitung der Abwässer „im wesentlichen nur der tierische und pflanzliche Küstenbesatz und das Küstenplankton**) in Betracht“. Nicht verunreinigtes Meerwasser enthält an der Oberfläche in der Regel weniger als 500 Keime im Kubikzentimeter; eine größere Bakterienzahl legt nach *Fischer* den Verdacht einer stattgehabten Verunreinigung nahe. Bei Schwefelwasserstoffentwicklung an Küsten und in Buchten kann die Schwefelbakterie *Beggiatoa* wie im Süßwasser zur Massenvegetation kommen (z. B. bei Kopenhagen nach *Migula*). So wie im Süßwasser siedeln sich auch im Meere Pilzrasen dort an, wo Abwässer ausmünden (Ostsee und Adria). Gewisse Grünalgen, so der bekannte Meer-salat (*Ulva*) und *Enteromorpha* sind „offenkundig fakultative Saprophyten“ (z. B. bei Belfast, Helsingfors, Triest, Rovigno, Sebastopol). Durch das Faulen der Ulven wird die Luft verpestet. In Belfast versuchte man diese Kalamität durch Aufsammeln der Algen zu beseitigen, doch reichte die dafür ausgesetzte jährliche Summe von 40 000 M. nur für drei Vierteljahre aus. *Wilhelmi* empfiehlt Versuche mit einem „Schmutzwasserfisch“ aus der Gattung *Box*, der sich von Ulven ernährt. Gerade durch die Erscheinungen des fakultativen Saprophytismus wird die biologische Analyse des Meereswassers ganz wesentlich erschwert. Nach *Schiller* z. B. ist der Meer-salat eigentlich ein Bewohner des reinen Wassers; festgewachsen, also an primären Standorten, kommt er im Triester Hafen viel spärlicher und in weit kleineren Exemplaren als im reineren Wasser außerhalb des Hafens vor. Nur in der vom Seegang losgerissenen, von Strömungen auf sekundäre Lagerstätten fortgetriebenen „Migrationsform“ wächst der Meersalat auf dem mit stinkendem Schlamm erfüllten Grunde schmutziger Hafenwinkel zu riesigen Exemplaren heran. Auf einen anderen bemerkenswerten Umstand macht *Techet* aufmerksam. Manche

Arten — und dazu gehören wohl auch *Ulva* und *Enteromorpha* — gedeihen vielleicht nur deswegen besonders üppig im verschmutzten Wasser, weil sie im reineren Wasser von stärkeren Formen verdrängt werden, die ihnen in das Schmutzgebiet nicht zu folgen vermögen. *Techet* zählt eine erhebliche Anzahl von Algenarten auf, die gegen Verunreinigung des Wassers sehr empfindlich sind. Von einigen Arten (*Codium*) läßt sich nach älteren Florenlisten sogar angeben, seit welcher Zeit ungefähr sie den Rückzug im Golf der mächtig aufblühenden Handelsstadt Triest angetreten haben. Dasselbe gilt von der dortigen Hafenfauna. Ein auffallender Röhrenwurm, *Spirographis*, heute weit verbreitet an allen Molen, scheint um das Jahr 1874 in den Hafen eingewandert zu sein und gewinnt offenbar seither bei der zunehmenden Verschmutzung und Trübung des Hafenwassers immer mehr Terrain. Viele andere, „katharobe“ Formen wiederum konnten aus dem Süden nicht weiter gegen Triest vordringen, weil sie, wie *Graeffe* ausdrücklich sagt, das reinere Seewasser lieben, wie es an den felsigen Küsten von Pirano und Rovigno zu treffen ist*). Bewohner reinen Wassers sind z. B. die Austern. Werden Austerengebieten Abwässer zugeführt, so gehen die Austerbänke ein und können von den „fakultativ saproben“ Miesmuscheln überwuchert werden, wie das z. B. bei Sebastopol nach *Zernow* sich ereignet hat.

Weit weniger als die am Meeresgrunde lebenden Organismen kann natürlich das freie Vagabundenleben der Planktonorganismen von den Abwässern beeinflusst werden. Nur in ganz abgeschlossenen und stark verschmutzten Meeresteilen, wie im Canale grande von Triest, kommen bisweilen gewisse planktonische Rädertierchen und Geißeltierchen zu ganz gewaltiger Entwicklung, deren nächste Verwandte aus dem Süßwasser, wenn sie zusammen vorkommen, als Leitformen verschmutzten Wassers angesehen werden können (*Zuelzer* u. a.).

Wilhelmi war meines Wissens der erste, der auf experimentellem Wege (150 Versuche) das Verhalten der Ulven und einer größeren Anzahl (68) von Arten der Neapler Strandfauna zu künstlich verunreinigtem Meerwasser studierte. Es zeigte sich, daß *Ulva* zweifelsohne in stande ist, organische Substanzen aus den Versuchsbecken zu beseitigen. Aus den mit gewissen Strudelwürmern angestellten Versuchen geht hervor, daß eine mehrere Tage alte Faulflüssigkeit schädlicher für die Würmer war, als eine etwa einen Tag alte, und daß die Schädlichkeit der Faulflüssigkeit mit dem Alter derselben wuchs, aber nach etwa 6 bis 7 Tagen wieder nachließ und gleich derjenigen einer 1 bis 2 Tage alten Faulflüssigkeit war. Im allgemeinen schwankte die Widerstandsfähigkeit der untersuchten Vertreter der Strandfauna gegenüber der Faulflüssigkeit zwischen weiten Grenzen (20 bis 95 Stunden und mehr). Als besonders widerstandsfähig erwiesen

*) *Wilhelmi*, J. Die Einleitung der Abwässer in das Meer. In: Wasser und Abwasser, Bd. 4. 1911.

Wilhelmi, J. Die makroskopische Fauna des Golfes von Neapel, vom Standpunkte der biologischen Analyse des Wassers betrachtet. Entwurf einer biologischen Analyse des Meerwassers. In: Mitt. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung und Abwässer-oseitigung. H. 16. 1912.

**) Nicht das Hochseepilankton (Globigerinen), das *Schuberg* in einer Polemik gegen den Ref. ins Feld führt. (Zool. Zbl. Bd. 17. 1910)!

*) Daß *Murex* u. a. Mollusken in der Adria nördlich von Pirano fehlen, hat weder *Techet* noch der Ref. behauptet. Die beiden darauf bezüglichen Zitate *Wilhelmi* (1911, S. 238 und 1912, S. 146) müssen auf einem Irrtum beruhen.

sich eine Anzahl Würmer, Manteltiere und namentlich Muscheln. Wenngleich bei diesen Versuchen das Verhalten von Tieren, die plötzlich in faulendes Wasser übertragen werden, nicht direkt der natürlichen Neigung zum Aufenthalt im reinen oder mehr oder minder verschmutzten Wasser *eo ipso* zu entsprechen braucht, so zeigten sich doch in vieler Hinsicht Parallelen zwischen dem Verhalten der Tiere bei dem Experiment und ihrem bevorzugten natürlichen Standort. Ein Wurm besonders, *Spio fuliginosus*, erwies sich nach den Experimenten als ziemlich widerstandsfähig gegen die Faulflüssigkeit, und auch hinsichtlich seiner Verbreitung im Neapler Golf erscheint er als typisches Saprozoon. *Wilhelmi* nennt ihn mesosaprob. Oligosaprob sind dagegen alle Arten, die mit dem bekannten Lanzettfischchen *Amphioxus* zusammenleben. *Wilhelmi* führt nun eine große Anzahl von Leitformen des mäßig bis stärker verunreinigten Wassers (Strand oder Grund) des Neapler Golfes auf. Da sich darunter vielfach auch in nordeuropäischen Meeren vorkommende Arten finden, bietet dieser erste Entwurf einer biologischen Analyse des (stark salzhaltigen mediterranen) Meerwassers auch die Grundlagen für eine biologische Beurteilung der nordeuropäischen Meere. Mit Absicht sind einstweilen keine polysaprobe Leitformen aufgestellt worden, da diese Gruppe sich vorwiegend aus mikroskopischen Arten zusammensetzen dürfte, die vorläufig nicht untersucht worden waren. Maßgebend für die biologische Beurteilung des Meerwassers ist — in gleicher Weise wie für das Süßwasser — nicht das (vereinzelte) Vorhandensein von Oligo-, Meso- oder Poly-Saprobien, sondern „das Auftreten ökologisch charakteristischer Organismen in größerer Zahl“.

Der praktische Wert derartiger Untersuchungen wird jedem einleuchten, der die von Jahr zu Jahr zunehmende Verschmutzung des Hafenwassers größerer Seestädte selbst zu verfolgen Gelegenheit hatte. Verschieden wie die Zusammensetzung der Abwässer da und dort ist auch ihr Einfluß auf die Hafenorganismen. Ausgesprochen giftig wirken wie im Süßwasser vielfach Fabriksabwässer (Zinnfabriken nach *Williams*, Spiritusbrennereien, Petroleumraffinerien nach *Steuer*). *Soper* (1908) berichtet, daß im Hafen von New York zwar noch keine eigentliche Schädigung des Fischereiwesens beobachtet worden ist, daß aber immerhin schon eine Geschmacksbeeinflussung des Fischfleisches durch Petroleum und andere dem Hafen zugeführte Industrieabwässer bestehe. Nach *Graeffe* (1903) mußte in der Bucht von Muggia bei Triest eine Austernzucht „wegen der Verunreinigung des Wassers durch die an der gegenüberliegenden Küste errichtete Petroleumraffinerie“ aufgelassen werden. Im Gegensatz zu den giftigen Fabriksabwässern können häusliche Abwässer mit ihren festen Bestandteilen an Fäkalien, Fruchtresten u. dgl. eine bedeutende Anreicherung des Hafenwassers mit gelösten organischen Stoffen und damit geradezu eine Vermehrung und Mästung gewisser Hafenorganismen bedingen. Es ist aber bekannt, daß gerade durch den Genuß der in schmutzigem Hafenwasser gehaltenen Austern und Miesmuscheln infektiöse

Krankheiten (Typhus und Cholera) übertragen werden können (Neapel, Triest). In den Niederlanden und in Preußen untersteht der Muschelhandel daher einer besonderen staatlichen Aufsichtsbehörde — in Italien und Österreich in jedenfalls durchaus nicht ausreichendem Maße.

„Besondere Vorsicht erfordern Abwässerbeseitigungsanlagen in der Nähe von Seebädern, in deren Zone weder Rückführung fester Abwässerbestandteile . . . noch die Beimischung gelöster Bestandteile des Abwassers vorkommen darf.“ Geradezu skandalöse Zustände herrschen in dieser Hinsicht im Triester Hafen.

Schwieriger, aber auch nicht mehr vom Biologen sondern vom Techniker zu beantworten ist die Frage, wie all den durch die Einleitung der Abwässer in das Meer entstehenden Mißständen zu begegnen sei. Ein eigenartiges System der Abwässerbeseitigung besitzt London. Hier werden die Abwässer mit Kalk behandelt und der massenhaft ausfallende Schlamm wird auf die hohe See hinausgefahren und dort versenkt. In Neapel münden gegenwärtig alle Abwässerkanäle an der weit außerhalb der Stadt gelegenen Pineta. An der Kanalmündung ist die Fischerei im Umkreis von mehreren hundert Metern verboten. An offenen Meeresküsten mit starken Gezeitenströmungen wie z. B. in Boston kann unter Umständen von der ableitenden Wirkung der Ebbe vorteilhaft Gebrauch gemacht werden. Erwünscht ist es natürlich, die Ausmündungskanäle möglichst weit ins Meer hinaus zu führen, nur macht sich hier die zersetzende Wirkung des Meereswassers auf Zementröhren, Beton usw. unangenehm bemerkbar. Auch die Meerdattel (*Lithodomus*) bohrt sich nach *Graeffe* (1903) — was als Ergänzung der Angaben *Wilhelmi*s angeführt sein mag — „mit Vorliebe“ in verhärtete Zementmassen ein, während Holzwerke, auf denen Endkanäle im Meere hinausgeleitet werden, von „Bohrwürmern“ u. dgl. gefährdet sind. Stehen Flußläufe mit ausreichender Wasserführung zur Verfügung, so ist unter Umständen die Einleitung von Abwässern in diese der direkten Einleitung in das Meer vorzuziehen. Die Abwässer von Swinemünde werden z. B. erst landeinwärts geführt und oberhalb der Stadt der Swine zugeführt.

Mit Vorteil können auch, wenn genügend Platz vorhanden ist, durch Rieselfelder gereinigte Abwässer, wie bei Königsberg, in Haffe, untere Flußläufe oder in das Meer geleitet werden.

Noch 1910 mußte Referent in seiner „Planktonkunde“ bekennen, daß über die Leitformen verschmutzten Meerwassers fast nichts bekannt sei. Die Arbeiten *Wilhelmi*s haben uns somit unerwartet rasch und weit vorwärts gebracht; sie zeigen, „daß die Frage nach der Einleitung der Abwässer in das Meer nicht nur vom technischen, chemischen und hygienischen Standpunkte aus betrachtet, sondern auch in wirtschaftlicher und biologischer (d. h. speziell ökologischer) Hinsicht geeignet ist, unser Interesse herauszufordern. Gerade in letzterer Hinsicht erscheint aber mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten der chemischen und bakteriologischen Analyse des Meerwassers ein eingehenderes Studium der Wirkung der Abwässer auf Fauna und

Flora der Küstenzone des Meeres aussichtsreich, indem vielleicht die Hydroökologie berufen ist, eine (biologisch-ökologische) Analyse des Meerwassers zu ermöglichen.“

Über die Beziehung der Keimdrüsen zu den körperlichen Geschlechtsmerkmalen im Tierreich.

Von Privatdozent Dr. O. Steche, Leipzig.

(Vortrag, gehalten in der Biologischen Gesellschaft zu Leipzig.)

Es ist eine bekannte Tatsache, daß bei den höheren Tieren mit der Ausbildung der Keimzellen eines bestimmten Geschlechtes in den meisten Fällen das Auftreten gewisser körperlicher Merkmale Hand in Hand geht, die es gestatten, schon im Körperbau die beiden Geschlechter zu unterscheiden. Dem landläufigen Sprachgebrauch zufolge bezeichnet man die Geschlechtsdrüsen selbst als die primären Geschlechtscharaktere und stellt ihnen die im übrigen Körper auftretenden Unterschiede als sekundäre Geschlechtsmerkmale gegenüber. Die Autoren, welche diese Namen eingeführt haben, verbanden damit die Idee, daß tatsächlich diese körperlichen Geschlechtsmerkmale den Keimdrüsen gegenüber etwas Sekundäres darstellten, d. h. daß ihre Ausbildung von dem Vorhandensein der Geschlechtszellen in irgend einer Weise abhängig sei. Die Vorstellungen, die man sich von den Beziehungen der primären zu den sekundären Merkmalen gemacht hat, haben im Laufe der Zeit gewechselt, und in neuester Zeit wird vielfach die Anschauung vertreten, daß überhaupt keine Abhängigkeit zwischen beiden bestehe.

Die Tatsachen, auf die sich die Annahme der älteren Autoren gründet, sind im wesentlichen die, daß mit dem Fortfall der Geschlechtsdrüsen auch Änderungen im Körperbau des betroffenen Individuums einherzugehen pflegen. Es liegen darüber ja bekanntlich außerordentlich zahlreiche Erfahrungen an Menschen vor, bei dem die Entfernung der Geschlechtsdrüsen (Kastration) aus den mannigfachen Motiven vorgenommen wurde. Besonders beim männlichen Geschlecht tritt dann eine Anzahl Abweichungen von der normalen Ausbildung der Organe auf, vor allem, wenn die Operation im jugendlichen Alter vorgenommen wird. Bekannt ist ja die hohe Stimme der Kastraten, die auf einem Ausbleiben der typisch männlichen Ausbildung des Kehlkopfes beruht. Gleichzeitig treten Veränderungen im Knochenwachstum auf, der Körper zeigt eine größere Neigung zum Fettansatz, auch die psychischen Eigenschaften werden in den meisten Fällen in Mitleidenschaft gezogen.

Gleiche Erfahrungen sind zu ungezählten Malen auch an unseren Haustieren gemacht worden. Durch die Kastration pflegen wir die wilden und unlenkbaren Stiere und Hengste in gefügige Zug- und Arbeitstiere umzuwandeln, und derselben Operation verdankt das Fleisch der Kapaunen seinen besonderen Wohlgeschmack. Allgemein bekannt ist ferner

die Tatsache, daß bei den geweihtragenden Tieren, unseren Hirschen und Rehen beispielsweise, die Ausbildung der Kampforgane des männlichen Tieres von der normalen Funktion der Keimdrüsen in hohem Maße abhängig ist. Die Bahn für die Fortleitung dieses Einflusses glaubte man zunächst im Nervensystem zu finden. Man nahm an, daß durch die sensiblen Nerven der Geschlechtsorgane bestimmte Reize nach dem Zentralnervensystem geleitet und von dort aus durch Nerveneinfluß die Blutzufuhr und die gesamten Wachstumsprozesse der sekundären Geschlechtsmerkmale in entscheidender Weise beeinflusst würden.

In neuerer Zeit ist diese Vorstellung aufgegeben worden zugunsten einer mehr chemischen. Man nimmt an, daß von den Geschlechtsdrüsen, wie übrigens von zahlreichen anderen, vielleicht allen Organen des Körpers, bestimmte Stoffe an das Blut abgegeben werden, die einen wachstumändernden Einfluß auf andere Körperteile ausüben können. Solche Stoffe bezeichnet man allgemein als Hormone. Das Vorhandensein derartiger Stoffe ist für die Wirbeltiere wohl einwandfrei nachgewiesen worden, und man hat die merkwürdige Tatsache festgestellt, daß sie innerhalb der Geschlechtsdrüsen nicht von den funktionierenden Geschlechtszellen selbst, sondern von einem eigenartig ausgebildeten Zwischengewebe geliefert werden, das der Anlage nach jedoch auch Keimzellen darstellt. Diese Tatsache läßt sich mit größter Klarheit besonders aus solchen Versuchen entnehmen, in denen durch irgendwelche Eingriffe die Geschlechtszellen zerstört wurden, während das Zwischengewebe erhalten blieb. Man kann das entweder durch Einwirkung bestimmter Strahlenarten, z. B. Röntgenstrahlen, erreichen, oder dadurch, daß man die Keimdrüsen von ihrem normalen Standort entfernt und nach einem anderen Punkte des Tierkörpers verpflanzt. In diesen Fällen läßt sich dann kein Einfluß auf die sekundären Geschlechtsdrüsen beobachten, falls das Zwischengewebe erhalten bleibt, so daß man diese Zellen nach ihrer Funktion neuerdings sogar mit einem neuen Namen, dem der Pubertätsdrüsen, belegt hat.

In den letzten Jahren ist besonders durch Versuche von *Steinach* wieder eine Vereinigung mit den älteren Vorstellungen über den Nerveneinfluß auf die sekundären Geschlechtsmerkmale herbeigeführt worden. Dieser Autor hat nämlich gezeigt, daß die aus den Geschlechtsdrüsen stammenden Hormone wahrscheinlich zuerst das Zentralnervensystem beeinflussen, und daß erst von dort aus der Reiz zu den sekundären Geschlechtsorganen weiter geleitet wird. Wenigstens ließ sich zeigen, daß man experimentell durch Einspritzungen der Gehirnschubstanz eines normalen brünstigen Individuums denselben Erfolg auf das Wachstum sekundärer Geschlechtsmerkmale erzielen konnte, wie durch Verwendung von Extrakt der Geschlechtsdrüsen selbst, während Auszüge aus anderen Teilen des Körpers wirkungslos blieben. Wie man sich im einzelnen die Beziehungen auch vorstellen mag, so bleibt jedenfalls die Tatsache über allen Zweifel erhaben, daß bei den Wirbeltieren die Ausbildung der körper-

lichen Geschlechtsmerkmale von dem Vorhandensein der Keimdrüsen in hohem Maße abhängig ist.

In auffallendstem Gegensatz dazu stehen nun aber die Erfahrungen, welche von zahlreichen Autoren bei Kastrationsversuchen an Insekten gewonnen worden sind. Man kann bei diesen schon in verhältnismäßig jugendlichem Alter, bald nach dem Ausschlüpfen der Larven aus den Eiern, die Anlage der Geschlechtsdrüsen vollständig aus dem Organismus entfernen. Die Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale findet jedoch erst bei der Verwandlung zum letzten Lebensstadium, in der Puppe der höheren Insekten statt. Gerade bei diesen höheren Insekten finden wir nun häufig weitgehende Formunterschiede beider Geschlechter, in Größe, Flügelform und -zeichnung, Bau der Fühler und Mundteile und zahlreichen anderen Merkmalen. Es wäre zu erwarten gewesen, daß sich unter diesen Verhältnissen durch die Entfernung der Geschlechtsdrüsen besonders deutliche Ausfallerscheinungen hätten erzielen lassen. Statt dessen beobachtete bereits der erste Autor, welcher derartige Versuche anstellte, *Oudemans*, daß die aus der Puppe schlüpfenden, in frühen Larvenstadien kastrierten Schmetterlinge sich in nichts von normalen Tieren unterschieden. Diese Befunde sind inzwischen mehrfach bestätigt worden, in besonders eingehenden Serien in neuester Zeit von *Meisenheimer* und *Kopeč*. Diese Autoren haben an Schmetterlingen, und zwar hauptsächlich an dem wegen seiner starken Geschlechtsunterschiede dazu sehr geeigneten Schwammspinner (*Lymantria dispar*) gearbeitet. Doch sind die gleichen Resultate auch an Grillen von *Regen* erhalten worden. *Meisenheimer* und andere Autoren haben diese Versuche noch in anderer Richtung vervollständigt. Sie entfernten nämlich bei kastrierten Larven die Anlagen für die Flügel, so daß das Material für diese Organe neu gebildet werden mußte. Wenn die Keimdrüse irgendwelchen Einfluß auf die normale Ausbildung der Organe hätte, so wäre zu erwarten, daß er sich bei diesen Regenerationsprozessen besonders deutlich gezeigt hätte. Doch auch in diesem Falle unterschieden sich kastrierte Tiere von den normalen, welche die gleiche Regeneration zu leisten hatten, in keiner Weise. Nach diesen Versuchen ist man berechtigt zu sagen, daß bei den Insekten die Ausbildung der sekundären körperlichen Geschlechtsmerkmale in keiner Weise von dem Vorhandensein der Keimdrüsen abhängig ist.

Auf Grund dieser veränderten Sachlage hat man nun versucht, auch für die Befunde bei den Wirbeltieren eine andere Deutung zu finden. Überblickt man die Kastrationsversuche bei dieser Tierklasse, so zeigt es sich, daß in den meisten Fällen die Folgeerscheinungen in einem Zurückbleiben der Organe auf einem niedrigen Entwicklungsstadium bestehen. Diese Tatsache hat Veranlassung gegeben zu der Annahme, daß die Wirkung der Keimdrüsen nur in einer Förderung der Wachstumsvorgänge bestehe, daß der Reiz, den sie ausüben, nur ein sog. trophischer sei. Es liegt nach dieser Auffassung nicht in der Macht der Hormone, das Auftreten der sekundären Geschlechtsmerkmale hervorzurufen oder

sie völlig zu unterdrücken, sondern sie wirken nur fördernd auf bereits gegebene Anlagen ein. Der wichtigste Unterschied bei diesen Annahmen ist jedoch der, daß den Keimdrüsen der verschiedenen Geschlechter keine spezifische Wirkung mehr zugeschrieben wird. Man stellt sich vielmehr vor, daß männliche und weibliche Keimdrüsen qualitativ gleich, höchstens quantitativ verschieden wirken. Dem entsprechend hat man auch Versuche gemacht, an kastrierten männlichen Tieren durch Injektion von Extrakt der weiblichen Keimdrüsen der gleichen Art die Ausbildung sekundärer männlicher Merkmale zu erhalten. Dieser Versuch ist tatsächlich an Fröschen ziemlich weitgehend geglückt. Es gelang nämlich, die sog. Daumenschwielen der Froschmännchen, eine drüsige Anschwellung an der Innenseite der Handfläche, welche nur zur Laichzeit auftritt und zur Umklammerung des Weibchens dient, bei kastrierten Tieren durch wiederholte Injektion von Ovarialextrakt hervorzurufen. Wo Unterschiede männlicher und weiblicher Tiere bestehen, würden sie nach der Vorstellung der Autoren, welche diese Anschauung vertreten, im wesentlichen darauf beruhen, daß der Stoffwechsel des Männchens im ganzen ein lebhafterer ist, und daher bei ihm eine Anzahl Merkmale zur Ausbildung kommen, die dem Weibchen fehlen. Von dieser Vorstellung ausgehend, hat *Kammerer* versucht, bei Eidechsen durch Erhöhung des Stoffwechsels an weiblichen Tieren männliche Charaktere hervorzurufen, und es ist ihm dies auch mit einigen Merkmalen bis zu einem gewissen Grade geglückt.

Versuche an Insekten, die in der Weise angestellt wurden, daß man kastrierten männlichen Raupen Ovarien einsetzte, und umgekehrt, ließen keinerlei Einfluß der entgegengesetzten Geschlechtsdrüsen erkennen, obwohl sie sich vollständig entwickelten und im ausgebildeten Tiere fast normale Größe und Funktion zeigten. Dies stimmt mit dem Ergebnis der Kastrationsversuche sehr gut überein.

Die hier entwickelten Anschauungen haben in neuerer Zeit zu der Vorstellung geführt, daß die körperlichen Geschlechtsmerkmale nicht, wie man bisher wollte, als sekundäre aufzufassen sind, sondern unabhängig von einer spezifischen Einwirkung der Keimdrüsen auftreten. Ihre Entstehung stellen sich die neueren Autoren so vor, daß sie, wie irgendwelche andere Artcharaktere, im Laufe der Entwicklung der Art erworben worden sind, nur mit dem Unterschied, daß sie bei der Vererbung sich einseitig an ein bestimmtes Geschlecht angeschlossen haben. Eine Ursache für ihr Auftreten und für diese seltsame Art der Vererbung ist damit natürlich nicht angegeben, sondern es wird dieses Sonderproblem einbezogen in den ganzen Komplex der Vererbungserscheinungen, über deren Mechanismus wir trotz der zahlreichen und glänzenden Untersuchungen der letzten Jahrzehnte nur höchst unvollkommen unterrichtet sind. Eine besondere Stütze dieser Auffassung erblickt man darin, daß bei Kreuzungsversuchen sich Geschlechtsmerkmale in ihrer Vererbung gerade so verhalten, wie andere Artmerkmale. Man hat zahlreiche, sehr interessante Versuche über diesen Punkt angestellt, es ist sogar

gelingen, spezifisch weibliche Merkmale auf das männliche Geschlecht zu übertragen, ferner anscheinend geschlechtlich indifferente Charaktere auf ein bestimmtes Geschlecht zu fixieren.

In neuester Zeit sind nun Beobachtungen gemacht worden, welche die Unabhängigkeit der körperlichen Geschlechtsmerkmale bei den Insekten wesentlich leichter verständlich erscheinen lassen. Bei Untersuchungen, welche zu ganz anderen Zwecken angestellt wurden, beobachtete der Verfasser zufällig, daß sich die männlichen und weiblichen Puppen des Wolfsmilchschwärmers (*Delilephila euphorbiae*) dadurch unterschieden, daß die Blutflüssigkeit bei den männlichen Tieren farblos, bei den Weibchen dagegen hellgrün gefärbt war. Weitergehende Untersuchungen über diesen Punkt von Geyer haben gezeigt, daß dieser Farbunterschied nicht nur bei sämtlichen Schmetterlingen in mehr oder weniger ausgesprochener Weise vorhanden ist, sondern sich auch bei einer großen Anzahl von pflanzenfressenden Insektenlarven aus anderen Ordnungen (Käfer, Blattwespen) nachweisen läßt. Wie genauere Studien ergaben, beruht dieser Farbunterschied darauf, daß das Blut der weiblichen Tiere Chlorophyll in fast unverändertem Zustande enthält, während es bei den männlichen Tieren fehlt. Dieses Chlorophyll stammt natürlich aus der pflanzlichen Nahrung der betreffenden Tiere und geht bei den Weibchen in sehr wenig verändertem Zustande durch die Darmzellen in das Blut über. Dies beweist das Auftreten des charakteristischen Absorptionsstreifens in Rot bei der spektroskopischen Untersuchung. Beim Männchen jedoch wird es zerstört und es finden sich im Blut höchstens die gelben Farbstoffe, die sog. Xanthophylle, welche das Chlorophyll in den Pflanzen immer begleiten.

Die Frage, woher dieser Unterschied stamme, ließ sich ziemlich sicher dahin beantworten, daß in den Darmzellen selbst bei den männlichen Tieren das Chlorophyll zerstört wird, denn im Blut findet sich kein Stoff, welcher auf Chlorophyll einwirkt, so daß, wenn man männliches und weibliches Blut zusammenbringt, die grüne Farbe des letzteren unverändert bleibt. Der Zweck dieser auffallenden Erscheinung liegt wohl darin, daß bei den Weibchen der grüne Farbstoff später zur Färbung der Eier verwendet wird, die dadurch ausgezeichnet geschützt sind, wenn sie auf grüne Blätter oder Stengel gelegt werden. Man findet dementsprechend, daß dann, wenn die Eihülle gebildet wird, meistens in den letzten Tagen des Puppenstadiums, der grüne Farbstoff aus dem Blut verschwindet und einer leuchtend gelben Färbung Platz macht. In den Fällen, wo dunkel gefärbte, rötliche oder bräunliche Eier abgelegt werden, nimmt auch das Blut der Weibchen während der Puppenruhe diesen Farbton an, während es vorher leuchtend grün war. Aus diesen Befunden folgt die Tatsache, daß schon bei den Larven dieser Schmetterlinge der Stoffwechsel bei männlichen und weiblichen Tieren verschieden ausgebildet ist; d. h. daß Zellen, die man früher für geschlechtlich vollkommen indifferent hielt, auch eine Differenzierung aufweisen.

Es war von vornherein sehr unwahrscheinlich,

daß diese Differenzierung sich auf das Verhalten gegen das Chlorophyll beschränken werde. Es wurden daher Versuche unternommen, nachzuweisen, ob auch in dem Eiweißstoffwechsel der betreffenden Tiere geschlechtliche Unterschiede beständen. Bekanntlich verfügen wir heutzutage über eine sehr empfindliche Methode, um Unterschiede in den Eiweißkörpern verschiedener Tiere nachzuweisen. Entnimmt man nämlich einem Tiere Blut und injiziert dieses einem Kaninchen oder einem anderen Säugetier, so entstehen in dem Blut dieses letzteren bestimmte Gegenstoffe, die sog. Antikörper. Wenn man nun das Blutserum dieses Versuchstieres mit dem Blute des Tieres zusammenbringt, das das Injektionsmaterial geliefert hat, so erfolgt, selbst bei großen Verdünnungen, ein Niederschlag. Das Blut anderer Tierarten löst keine derartige Reaktion aus oder, falls es sich um sehr nahe Verwandte handelt, doch nur in geringerem Grade. Die Versuche, mit dieser sog. Präzipitinmethode Unterschiede in den Eiweißkörpern der beiden Geschlechter nachzuweisen, sind bisher fehlgeschlagen. Es trat stets eine Reaktion ein, gleichgültig, ob man männliches oder weibliches Blut mit dem Blutserum der zu den Versuchen verwendeten Kaninchen zusammenbrachte.

Daß aber tatsächlich Unterschiede bestehen, ließ sich auf eine viel einfachere Weise zeigen. Bringt man nämlich direkt männliches und weibliches Blut von Raupen zusammen, so erfolgt an der Berührungsstelle fast momentan eine Reaktion. Es treten schlierenartige Gerinnungsprodukte auf, in denen sich die Leukocyten zusammenballen. Bringt man das Blut von Tieren des gleichen Geschlechtes zusammen, so läßt sich nichts derart bemerken. Dagegen tritt dieselbe Erscheinung auf, nur noch stärker und schneller, wenn man das Blut zweier verschiedener Raupenarten, gleichgültig welchen Geschlechtes, zusammenbringt. Es verhalten sich mit anderen Worten in diesem Punkte die Geschlechter derselben Schmetterlingsart ebenso, wie getrennte Arten, resp. Rassen. In dieser Reaktion ist ein Mittel gegeben, die Geschlechter auch bei solchen Formen nachzuweisen, bei denen kein Farbunterschied des Blutes besteht, wie bisher bei Fliegen, Heuschrecken und Käfern festgestellt wurde.

Das prinzipiell Interessante an diesen Beobachtungen liegt darin, daß sie zeigen, wie der gesamte Körper der Insekten geschlechtlich differenziert ist. Denn aus dem Nachweis einer geschlechtlichen Differenzierung der Darmzellen und der Eiweißkörper des Blutes folgt mit größter Wahrscheinlichkeit, daß überhaupt im Aufbau sämtlicher Körpergewebe charakteristische Unterschiede bestehen. Wie wir jetzt aus den Untersuchungen der physiologischen Chemiker wissen, ist wenigstens bei Wirbeltieren die Zusammensetzung des Blutes abhängig von der Tätigkeit der Darmzellen. Sie bauen aus den chemisch verschiedenartigsten Nahrungskörpern ganz bestimmte für die Art charakteristische Stoffe auf und lassen sie in das Blut gelangen. Und das Blut seinerseits bietet wieder die Stoffquelle für den Aufbau der einzelnen Gewebezellen. Es beschränkt sich demnach die geschlechtliche Verschie-

denheit des Insektenkörpers nicht auf einige, zum Geschlechtsleben in mehr oder weniger direkter Beziehung stehende Merkmale, sondern der ganze Organismus ist bei beiden Geschlechtern fundamental verschieden, so verschieden wie zwei getrennte Arten oder Rassen.

Dieser Unterschied entwickelt sich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht erst allmählich während des Wachstums, sondern ist bereits im Anfang, spätestens nach der Befruchtung der Eizelle gegeben. Dafür spricht einmal die Tatsache, daß die Entfernung oder der Austausch der Geschlechtsdrüsen an dem typischen Stoffwechsel des Geschlechtes nichts ändert. Auch in den Versuchen von Geyer ergaben weder Kastration, noch Transplantation, noch Transfusion von Blut des anderen Geschlechts irgendwelchen merkbaren Einfluß. Dieses Ergebnis erscheint nun ziemlich gut verständlich. Denn wenn von vornherein alle Zellen sowie der gesamte Stoffwechsel bei beiden Geschlechtern typisch verschieden ist, so fehlt den transplantierten Geschlechtsorganen, selbst wenn sie Hormone produzieren, der Angriffspunkt, um eine Umgestaltung hervorzu-bringen. Es folgt aber die Tatsache frühzeitigster Festlegung der Geschlechtscharaktere außerdem aus dem Auftreten merkwürdiger Abnormitäten, wie sie gerade bei Insekten nicht selten sind. Es handelt sich um sog. Zwitter, d. h. um Individuen, in denen Charaktere beider Geschlechter gemischt vorkommen. Die Art dieser Mischung kann eine sehr verschiedene sein. Einerseits finden wir sog. halbseitige Zwitter, bei denen die Keimdrüsen wie die körperlichen Merkmale auf beiden Körperseiten typisch männlich, resp. weiblich ausgebildet sind, und diese Geschlechtscharaktere sich in der Mittellinie durch eine scharfe Grenze scheiden. In anderen Fällen ist die Anordnung eine viel unregelmäßigere und man findet neben dem mehr oder weniger vollkommen ausgebildeten Geschlechtsapparate des einen Geschlechts eine bunte Mischung der körperlichen Merkmale. Die Verteilung dieser Geschlechtsmerkmale kann oft eine außerordentlich feine sein, so daß nur kleine Partien, unter Umständen beispielsweise einzelne Schuppen auf den Flügeln oder einzelne Zeichnungselemente den Charakter des entgegengesetzten Geschlechtes tragen. Für derartige Vorkommnisse dürfte sich kaum eine andere Erklärung finden lassen, als daß schon in der befruchteten Eizelle eine abnorme Mischung von männlichen und weiblichen Anlagen zustande gekommen ist, die dann im Laufe der Entwicklung in Erscheinung tritt.

Die hier dargestellten Befunde berechtigen also mit großer Wahrscheinlichkeit zu dem Schlusse, daß bei den Insekten männliche und weibliche Tiere in ihrer gesamten Organisation von vornherein scharf getrennt sind. Sie bestätigen und erläutern damit zunächst die oben entwickelten Anschauungen, wonach die körperlichen Geschlechtsmerkmale von den Keimdrüsen vollständig unabhängig sind. Trotzdem läßt sich auch in diesem Falle wohl nicht mit unbedingter Sicherheit behaupten, daß die Keimdrüsen keine Stoffe absondern, die von irgendwelchem Einfluß auf die Ausbildung der körperlichen Geschlechtsmerkmale seien. Nur müssen sie wirkungslos blei-

ben, weil der Stoffwechsel in diesem Fall schon erblich unwiderruflich festgelegt ist. Ontogenetisch ist eine vollständige Unabhängigkeit zwischen Geschlechtsdrüsen und körperlichen Merkmalen bei den Insekten vorhanden. Es fragt sich aber, ob nicht phylogenetisch eine Abhängigkeit bestanden hat.

Die Frage der phylogenetischen Ausbildung der Geschlechtsunterschiede ist vorläufig noch nicht in klarer Weise zu beantworten. Man kann sich einerseits vorstellen, daß a priori jede Zelle geschlechtlich differenziert ist, eine Anschauung, wie sie Schaudinn für die Protozoen vertreten hat. In diesem Falle bedarf der geschlechtliche Unterschied, als etwas Gegebenes vielleicht keiner weiteren Erörterung mehr, obwohl die Ausbildung des gesamten Körpers nach einer bestimmten Richtung damit auch nicht ohne weiteres erklärt ist. Stellt man sich dagegen vor, daß die Unterschiede, sowohl der Keimzellen als des Körpers, sich allmählich herausgebildet haben, so ist die typische Korrelation zwischen Geschlechtsdrüsen und Körperbau wohl am leichtesten zu erklären, wenn man direkte chemische Beziehungen zwischen beiden annimmt. Es würden also von den Geschlechtszellen, die ein Organismus produziert, Hormone in den Körper übergehen, welche die Ausbildung seiner Organe in bestimmter Richtung beeinflussen. Die so erworbenen Eigenschaften können nun allmählich erblich fixiert worden sein, wofür gerade bei Änderungen im Stoffwechsel, die auf den ganzen Körper zurückwirken müssen, die beste Gelegenheit gegeben ist. Der Grad der Fixierung kann natürlich ein ziemlich wechselnder sein, wohl je nach Alter des betreffenden Merkmales. Es ist daher leicht verständlich, daß die zu den Geschlechtsdrüsen in direkter Beziehung stehenden sekundären Geschlechtsmerkmale, z. B. die Ausführapparate, meistens am besten fixiert sind und bei künstlichen Eingriffen am wenigsten verändert werden. Daneben befinden sich jedoch eine ganze Anzahl anderer, vor allen Dingen die periodisch zur Zeit der Geschlechtsreife auftretenden sog. Brunstcharaktere, deren Fixierung eine viel lockerere ist, und die deshalb viel leichter auch heutzutage noch auf Ausfall der Hormone reagieren. Sie sind es daher, die bei Beobachtungen über Kastrationsfolgen im Vordergrund stehen. Es läßt sich von diesem Gesichtspunkte aus leicht verstehen, daß wir in der Tierreihe eine ganze Stufenleiter beobachten können von Formen, bei denen es überhaupt zu keiner Ausbildung körperlicher Geschlechtsmerkmale gekommen ist bis zu solchen, bei denen sie bis in jede Zelle hinein durchgebildet und erblich fixiert sind. In diesem letzteren Falle befinden sich die Insekten. Die erblich fixierten Anlagen verhalten sich dann wie jede beliebigen anderen Art- oder Rassenmerkmale und es kann nicht wunder nehmen, daß sie bei Kreuzungsversuchen denselben Gesetzen gehorchen, wie diese. Derartige Fälle können also nicht ohne weiteres als Beweise für die unabhängige Entstehung dieser Merkmale verwendet werden, denn es ist nicht einzusehen, wie sich die durch Hormonenwirkung entstandenen Merkmale nach ihrer Fixierung anders verhalten sollten.

Es lassen sich auf diesem Wege vielleicht die

Beobachtungen an Wirbeltieren und an Insekten unter einem Gesichtspunkte zusammenfassen. Daß bei Wirbeltieren eine spezifische Einwirkung der Hormone der Geschlechtsdrüsen besteht, ist in letzter Zeit durch die Versuche von *Steinach* wohl ohne Zweifel nachgewiesen worden. Es gelang ihm, bei jungen männlichen Ratten und Meerschweinchen die Keimdrüsen zu entfernen und dafür Ovarien einzusetzen. In den Fällen, wo diese resp. nur das Zwischengewebe sich entwickelten, was durch spätere Sektion festgestellt wurde, nahmen auch die betreffenden Tiere einen völlig weiblichen Habitus an. Dies zeigte sich progressiv besonders in der Ausbildung des Mammarapparates und des Fettgewebes im Abdomen, regressiv durch Zurückbleiben im Gewicht und im Knochenbau. Letztere Erscheinung ging weit über die Folgen der einfachen Kastration hinaus und beweist unzweideutig, daß von den weiblichen Keimdrüsen Stoffe abgesondert werden, welche in spezifischer Weise hemmend auf die Wachstumsprozesse des männlichen Organismus einwirken. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, zu sehen, inwieweit sich ähnliche Erscheinungen in anderen Tiergruppen nachweisen lassen. Ein sehr interessantes und merkwürdiges Beispiel liefert die sog. parasitische Kastration an manchen Krabben und Einsiedlerkrebsen. Bei ihnen werden durch das Eindringen eines Schmarotzers die normal ausgebildeten Keimdrüsen zur Rückbildung gebracht, und es hat sich in zahlreichen Fällen gezeigt, daß männliche in der Weise kastrierte Tiere auffällig die Merkmale des weiblichen Geschlechts annehmen, ja, daß sogar schließlich weibliche Geschlechtszellen produziert wurden. Die Deutung dieser Vorgänge ist einstweilen noch sehr umstritten, jedenfalls beweisen sie, daß bei diesen Krebsen durch äußere Eingriffe eine weitgehende Umstimmung des gesamten Organismus zu erreichen ist. Wichtige Beobachtungen liegen auch bei Anneliden vor. Bei den Arten des Genus *Nereis* ist für gewöhnlich kein Geschlechtsunterschied zu erkennen. Wenn die Geschlechtsprodukte heranreifen, wandeln sich die Tiere oder die die Keimzellen bildenden Segmente in sog. Heteroneisformen um, und diese sind dann an äußeren Merkmalen als Männchen oder Weibchen zu erkennen. Auch in diesem Falle dürfte wohl ein Einfluß von Geschlechtshormonen auf die sich umbildenden Segmente sehr wahrscheinlich sein. Leider sind experimentelle Kastrations- und Transplantationsversuche an diesen Tiergruppen noch so gut wie gar nicht ausgeführt, sie werden auch auf erhebliche technische Schwierigkeiten stoßen. Besonders zu bedauern ist, daß es bei der Lage der Dinge unmöglich ist, einen Einfluß der Vertauschung der Geschlechtsdrüsen über mehrere Generationen hin zu verfolgen. Denn selbst, wenn es gelingt, Eizellen im männlichen Organismus zur vollen Reife zu bringen und zu befruchten, so ist ein Einfluß der vorangegangenen Experimente auf die aus ihnen hervorgehenden Individuen natürlich ausgeschlossen.

Wenn man das Verhältnis von Keimdrüsen und körperlichen Geschlechtsmerkmalen in der ganzen

Tierreihe als prinzipiell gleich ansehen will, was zwar nicht unbedingt notwendig, aber doch wahrscheinlich ist, so wird man jedenfalls den Hormonen eine Rolle bei der Ausbildung der sekundären Geschlechtscharaktere zugestehen müssen. Ihre größere oder geringere Wirksamkeit hängt ebenso wie von ihrer Intensität auch von der Empfänglichkeit der Körperzellen ab, die durch Fixierung der erworbenen Charaktere modifiziert werden kann. In dieser Beziehung läßt sich also die alte Bezeichnung: „sekundäre Geschlechtscharaktere“ mit gutem Recht beibehalten, ontogenetisch dagegen sind zum mindesten bei den Insekten die somatischen Merkmale ebenso gut primär wie die Unterschiede in den Keimzellen.

Besprechungen.

Die Wunder der Natur. Schilderungen der interessantesten Naturschöpfungen und -erscheinungen in Einzeldarstellungen. Unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner. Mit ca. 1500 Illustrationen, darunter 130 bunte Beilagen. In 3 Bänden à M. 15,— Berlin, Deutsches Verlagshaus Bong & Co.

Das Buch ist ein Bilderwerk mit begleitendem Text, das, ohne ein Lehrbuch zu sein, unbewußt Goethes Forderung erfüllt: „Lehrbücher sollen anlockend sein; das werden sie nur, wenn sie die heiterste, zugänglichste Seite des Wissens und der Wissenschaft hinbieten.“ Es ist weder den Bildern noch dem Text nach ein Lehrbuch, sondern eine Sammlung von (etwa 90) kleinen, zum Teil sogar *sehr* kleinen Aufsätzen, die den Bildern zuliebe geschrieben sind über die verschiedensten Einzelheiten der beschreibenden und der exakten Naturwissenschaften. Die Bilder, zum größten Teil nach Photographien, sind so anlockend, daß sie wirklich die heiterste und zugänglichste Seite des Wissens und der Wissenschaft hinbieten. Sie werden in den Aufsätzen — zu deren Verfassern z. B. auch *Flammarton*, *Haeckel*, *Klaatsch*, *Zuntz* gehören — in einer jedem verständlichen Weise erläutert und sprechen schon für sich und durch die wenigen Schlagworte darunter so deutlich, daß selbst ein flüchtiges Durchblättern des Buches unterhaltend und wirklich belehrend ist. Auch wer z. B. von der Gottesanbeterin, der Krake, dem Skorpion, den fleischfressenden Pflanzen, den Diatomeen nie gehört hat, und Eisberge, Sonnenprotuberanzen und Meteorsteine nur dem Namen nach kennt, bekommt davon eine deutliche, und da es sich um Bilder nach Photographien handelt, sicherlich zutreffende Vorstellung, die schwerlich so bald seinem Gedächtnis entschwinden wird. Zum Studium der Natur kann ein solches Bilderwerk wahrscheinlich mit demselben Erfolge dienen, wie die üblichen Bilderwerke zum Studium der Kunst. B.

Rubens, Heinr. *Die Entwicklung der Atomistik.* Festrede, gehalten am Stiftungstage der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen, 2. Dezember 1912. (40 Seiten.) Berlin, A. Hirschwald 1913. M. 1,—.

„Die neuere Entwicklung von *Helmholtz'* Ideen über Elektrizität. Vortrag zu *Helmholtz'* Gedächtnisfeier, gehalten vor der Kaiser-Wilhelms-Akademie“, müßte unter Abwandlung eines berühmten Titels die Festrede eigentlich heißen: Sie schildert den Einfluß der von *Helmholtz* begründeten Atomistik der Elektrizität auf die Entwicklung der Atomistik der Materie, und ihr Zweck ist die Erinnerung an den größten deutschen Naturforscher, der der Kaiser-Wilhelms-Akademie als

Schüler angehört hat. Die Rede schildert zunächst die Umwandlung der antiken Atomhypothese zur Molekularhypothese der modernen Chemie durch Dalton, dann ihren weiteren Ausbau durch die Begründer der kinetischen Theorie der Gase — hierbei besonders, wieviel Gasmoleküle unter Normalbedingungen ein Kubikzentimeter enthält (Loschmidtsche Zahl) und wie groß die Masse eines Gasmoleküls ist — und zeigt dann, daß Helmholtz vor 30 Jahren durch „die neuere Entwicklung von Faradays Ideen über Elektrizität“ den Anstoß zu der neuesten und bedeutendsten Epoche des Atomismus gegeben hat. „Auf die elektrischen Vorgänge übertragen, führt diese Hypothese in Verbindung mit Faradays Gesetz allerdings auf eine etwas überraschende Folgerung. Wenn wir Atome der chemischen Elemente annehmen, so können wir nicht umhin, weiter zu schließen, daß auch die Elektrizität, positive sowohl wie negative, in bestimmte elementare Quanta geteilt ist, die sich wie Atome der Elektrizität verhalten.“ Diese beiden Helmholtzschen Sätze haben die neueste Epoche des Atomismus eingeleitet. Der Vortrag schildert, wie man die Größe des Elektrizitätsatoms, das Elementarquantum berechnet, und daß seine träge Masse 1820 mal kleiner ist als die des Wasserstoffatoms, des kleinsten der materiellen Atome. „Damit ist aber der Atomismus gezwungen, einen wesentlichen Schritt vorwärts zu tun. Die Atome sind nicht mehr die kleinsten Elementarkörper in dem Aufbau der Materie. A. Rowland hat auf Grund seiner spektralanalytischen Beobachtungen die sehr charakteristische Äußerung getan, daß ein Eisenatom komplizierter gebaut sein müsse, als ein Steinway-Flügel.“ Trotz der verschwindenden Kleinheit des Elementarquantums kann man es messen. Die dafür gefundene Zahl und die Loschmidtsche Zahl sind die Fundamentalgrößen des Atomismus. Der Vortrag schildert die verschiedenen Methoden, die bisher zu ihrer Ermittlung benutzt worden sind — neben denen der kinetischen Gastheorie, die Elektrizitätsleitung in Gasen, die Brownsche Bewegung, die Strahlung und die Radioaktivität —; alle Methoden, so grundverschieden sie sind, führen zu den gleichen Zahlen. Am Schlusse des Vortrags sind sie tabellarisch zusammengestellt. „Wohl keiner Theorie ist jemals eine schwerere Belastungsprobe zugemutet worden, als sie der Atomismus gegenüber der Forschung der letzten Jahre zu bestehen hatte. Er ist daraus siegreich, aber doch in etwas veränderter Gestalt hervorgegangen. Das Atom ist für uns kein unveränderlicher Elementarkörper mehr, sondern ein kompliziertes Gebilde, eine Welt im Kleinen, in welcher dauernde Veränderungen eintreten können und innerhalb deren sich die merkwürdigsten Vorgänge abspielen.“ A. B.

Verworn, Max, Kausale und konditionelle Weltanschauung. Jena 1912, G. Fischer. 46 S. 8°, Preis M. 1,—.

Der Bonner Physiolog entwickelt im Rahmen eines Vortrages die von ihm seit längerem vertretene Auffassung einer wissenschaftlichen Weltbetrachtung.

Der Anhäufung toter Masse, die der moderne Wissenschaftsbetrieb infolge der Überproduktion nicht weiter verwerteter Arbeit mit sich bringt, soll durch eine rationelle Organisation der Kleinarbeit im Dienste umfassender Probleme abgeholfen werden. Dem muß aber eine kritische Prüfung der wissenschaftlichen Betrachtungsweise vorausgehen. Dem Ursachenbegriff gelten die folgenden Ausführungen.

Der naive Mensch etwa der ältesten prähistorischen Kulturstufen begnügte sich mit der Beobachtung einer regelmäßigen Aufeinanderfolge der Vorgänge in der Natur. Im Neolithikum komme es aber zur Konzeption des Seelenbegriffs, indem ein unsichtbarer Faktor ange-

nommen wird, der beim Tode den menschlichen Leib verläßt, während des Lebens hingegen die Tätigkeiten, die Reaktionen, die Empfindungen, die Gedanken des Menschen hervorbringt. Weiterhin werden überall da, wo in der Natur sich Vorgänge abspielen, die mit den Tätigkeiten des Menschen und ihren Folgen Ähnlichkeit haben, auch unsichtbare Faktoren angenommen, die wie die Seele im Menschen ihre Triebkräfte, d. h. ihre „Ursache“ seien. Der spekulative Zug der neolithischen Völker habe in die rein empirisch gefundene gesetzmäßige Aufeinanderfolge der Ereignisse ein mystisches Zwischenglied, die „Ursache“ als unsichtbaren Faktor eingeschoben. Die spätere Zeit suchte den Ursachenbegriff seines anthropomorphen Charakters möglichst zu entkleiden, ohne sich aber von seiner Unzulänglichkeit zu überzeugen. Auch wir pflegen noch zu sagen: „Jeder Vorgang hat seine Ursache,“ wenngleich es keinen Vorgang oder Zustand in der Welt gibt, der von einem einzigen Faktor abhängig ist.

Von diesen einleitenden Betrachtungen ausgehend, formuliert der Verfasser seinen Konditionismus in fünf Sätzen:

1. Satz vom Bedingtsein alles Seins und Geschehens: Es gibt keine isolierten oder absoluten Dinge.

2. Satz von der Pluralität der Bedingungen: Es gibt keinen Vorgang oder Zustand, der nur von einem einzigen Faktor abhängig wäre.

3. Satz von der eindeutigen Gesetzmäßigkeit: Jeder Vorgang oder Zustand ist eindeutig bestimmt durch die Summe seiner Bedingungen.

4. Identitätssatz: Jeder Vorgang oder Zustand ist identisch mit der Summe seiner Bedingungen.

5. Satz von der effektiven Äquivalenz der bedingenden Faktoren: Die sämtlichen Bedingungen eines Vorganges oder Zustandes sind für sein Zustandekommen gleichwertig, insofern sie notwendig sind.

An einigen heftig umstrittenen Problemen der Biologie und ihrer Grenzgebiete, aber auch über diese hinaus (Leib und Seele, Vitalismus, Willensfreiheit, Vererbung, Unsterblichkeit) wird zum Schluß die konditionale Betrachtungsweise auf ihre Vorzüge hin geprüft.

Es ist von großem Interesse, einen Forscher wie Verworn den ideellen Voraussetzungen seiner Arbeit selbst nachgehen zu sehen. Mag auch der Fachphilosoph die Früchte seiner Exkursionen eines Naturforschers in sein Gebiet nicht immer gut heißen, so wird er es doch mit Freude und Verständnis begrüßen, daß die moderne Biologie an die Stelle des naiven Selbstvertrauens die Erwägende Selbstbestimmung treten läßt.

In den dem Vortrage bei der Drucklegung angehängten Anmerkungen fällt Verworn Urteile über Roux's Entwicklungsmechanik und die cytologische Seite der Vererbungsforschung, die er bei ernsthafter Betrachtung der Sache hoffentlich selbst nicht gelten lassen wird.

J. Schaxel, Jena.

Kleine Mitteilungen.

Daß manche Metalle durch Bearbeitung in auffallender Weise fester werden, und daß sie beim Ausglühen diese vermehrte Festigkeit wieder verlieren, ist nicht nur den Technikern seit langer Zeit bekannt gewesen. Auch die Wissenschaft hat dieser Erscheinung ihre Aufmerksamkeit zugewandt, doch erst Tammann, dem Meister der Metallographie, ist es gelungen, eine befriedigende Erklärung dafür zu finden. (Über die Änderung der Eigenschaften der Metalle durch die Bearbeitung. Zeitschrift f. phys. Chem. Band 80, Seite 687.) Man hatte früher angenommen, daß bei der Bearbeitung die Kristallform sich ändere, oder auch, daß das Metall in den amorphen Zustand übergehe. Die

mikroskopischen Untersuchungen des Verfassers haben gezeigt, daß diese Auffassungen unhaltbar sind. Dagegen führten die Beobachtungen, daß bei der Verfestigung die elastischen Eigenschaften eines Metalls sich oft ganz außerordentlich ändern, der elektrische Widerstand fast immer zunimmt, während Dichte und elektromotorische Kraft keiner merklichen Änderung unterworfen sind, den Verfasser zu einer originellen Deutung der Verfestigung von Metallen durch Bearbeitung. Kristallite nennt *Tammann* die winzigen, aneinandergelagerten Kristalle, aus denen das Metall besteht. Es ist bekannt, daß Kristalle, auf die man einen Druck in bestimmter Richtung ausübt, diesem Druck ausweichen, indem sich sogenannte Gleitflächen ausbilden. Diesen Gleitflächen parallel findet eine Verschiebung der Teilchen bedeutend leichter statt, als in anderen Richtungen. Auf die Bildung von Gleitflächen beim Ziehen eines Drahtes oder beim Pressen eines Metallblocks führt *Tammann* die Verfestigung zurück. Die Kristallite verwandeln sich dabei in Zylinder aus feinen, übereinander gelagerten Lamellen. Beim Ausglühen des Drahtes dagegen findet eine Rekristallisation statt, durch welche neue Kristallite gebildet werden. Jedem Metall kommt ein besonderer Fließdruck, eine bestimmte Rekristallisationstemperatur zu. Sehen wir uns die Metalle unter diesen Gesichtspunkten an, so kommen wir zu überaus interessanten Ergebnissen. Bei Gold und beim Kupfer treten die Gleitflächen in den Kristalliten bereits bei einem kleineren Druck auf, als dem, bei welchem sich die ganzen Kristallite gegeneinander verschieben. Gold und Kupfer sind ungemein duktil. Beim Silber findet Gleiten und Kristallverschiebung bei dem gleichen Druck statt, während beim Eisen, Nickel, Zinn und anderen Metallen Gleitflächen deutlich erst nach Überschreitung der Konglomeratfestigkeit auftreten. — (Auch das Zugdehnungsdiagramm der Materialprüfungsmaschinen findet eine einfache Deutung durch die Tammannsche Annahme.) Am Gold und an einer Reihe von Legierungen findet der Verfasser die experimentelle Bestätigung seiner Annahmen. Immer zeigt es sich, daß die Festigkeit um so größer ist, je kleiner die Elementarkristalle des Kristallgefüges sind. Legierungen zeigen eine sehr viel höhere Druckfestigkeit, als die Komponenten, weil sie aus kleineren Kristalliten aufgebaut sind, als die reinen Metalle. Daher wächst auch die Festigkeit bei Überanstrengung durch Bearbeitung, wobei durch Gleitflächenbildung die Kristallite zerlegt werden. Die Festigkeit wird durch Ausglühen vermindert, weil durch Rekristallisation die Kristallite wachsen.

Gs.

Der im Jahre 1908 entdeckte achte *Jupitermond* zeichnet sich dadurch aus, daß seine Bewegungsrichtung den Bahnen der früher gefundenen Monde entgegengesetzt ist. *J. Troussot* (*Die Bahn des achten Jupitermondes. Comptes Rendus. 154. 1778, 1912.*) hat die Bahnelemente dieses Mondes in analytischer Form dargestellt, wobei seine rückläufige Bewegung keinerlei Schwierigkeit bereitet hat. Bemerkenswert ist, daß das Perijovium dieses Mondes eine sehr langsame Bewegung zeigt, so daß es den Bahnmittelpunkt erst nach 300 Umläufen umkreist, der Knotenpunkt bewegt sich dagegen schneller, indem er die Umlaufbahn schon innerhalb 40 Umläufen vollführt.

Mk.

Das *Hallsche Phänomen* besteht darin, daß in einer vom elektrischen Strom durchflossenen Platte durch ein zu der Platte senkrechtes Magnetfeld die Richtung der Strombahnen abgelenkt wird. Zwei Punkte der Platte,

zwischen denen ohne Einfluß eines Magnetfeldes keine Potentialdifferenz besteht, zeigen eine solche, sobald das Feld sich betätigt. Diese Abweichung wird positiv oder negativ genannt, je nachdem sie im Sinne der dem Magnetfeld entsprechenden Ampèreströme erfolgt oder nicht. Bei den meisten Metallen fällt der Halleffekt negativ aus. Seinen größten Wert hat man bisher beim Wismut beobachtet. — Von *Jean Becquerel* wurden Versuche mit einer senkrecht zur kristallographischen Hauptachse geschnittenen Wismutplatte angestellt, die 1,12 mm dick, 19 mm lang und 5,3 mm breit war und von einem Strom von 1 Ampère der Länge nach durchflossen wurde. (*Umkehrung des Hallschen Phänomens beim Wismut. Übereinanderlagerung von zwei entgegengesetzten elektromagnetischen Wirkungen, Comptes Rendus 154, 1795, 1912.*) In einer Temperatur von 20° stieg der Effekt zunächst proportional der Feldstärke, erreichte ein Maximum und sank dann wieder, so daß er bei 5900 Gauß sein Vorzeichen wechselte. Beim Richtungswechsel des Feldes tritt auch eine Umkehrung der Wirkung ein, doch verlaufen die Änderungen dann langsamer, so daß der Vorzeichenwechsel erst bei größerer Feldstärke eintritt. — Bei Abkühlung der Platte in einem mit flüssiger Luft gefüllten Dewarschen Gefäß auf —190° wurde der Effekt außerordentlich groß, so daß seine graphische Darstellung eine 100fache Verkleinerung erfordert. Die Vorzeichenumkehrung tritt bereits bei einem sehr schwachen Felde ein und der Effekt steigt von 3500 Gauß ab linear mit der Feldstärke; er ist dann positiv. — *Becquerel* stellt den Halleffekt als die Superposition zweier Wirkungen von entgegengesetztem Sinne dar. Die erste ist positiv und proportional der Feldstärke; die zweite negativ und erreicht einen Sättigungswert. Bei —190° ist die negative Wirkung $8\frac{1}{2}$ bis 10 mal größer als bei 20°; die positive dagegen 38—71 mal stärker, und überwiegt deswegen. Nach der Elektronentheorie, die in ihrer gegenwärtigen Auffassung den Transport der Elektrizität durch die negativen Elektronen allein bewirken läßt, müßte der Halleffekt negativ sein und ein lineares Gesetz befolgen. Die vorliegenden Beobachtungen widersprechen also dieser Auffassung. Versuche, die mit einer parallel zur Achse geschnittenen Platte angestellt wurden, zeigten gleichfalls ein Vorwiegen der positiven Wirkung beim Halleffekt.

Mk.

Deutscher Ausschuss für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Am 23. und 24. November hielt der DAMNU unter der Leitung seines Vorsitzenden, Professor Gutzmer-Halle a. S., eine Gesamtsitzung zu Berlin ab, an der neben zahlreichen Mitgliedern auch mehrere Gäste teilnahmen. Im Mittelpunkt der Verhandlungen stand einerseits der geographische Unterricht an höheren Schulen; für diesen hat Geheimrat Penck-Berlin eine Reihe von Leitsätzen aufgestellt, die sich in den wesentlichen Punkten mit den sogenannten Meraner Lehrplänen und Leitsätzen in Einklang befinden. Diese Leitsätze und der daran anknüpfende Beschluß des DAMNU werden demnächst im Jahresbericht über die Tätigkeit des Deutschen Ausschusses veröffentlicht werden. Des weiteren wurde die Frage des weiteren Fortbestehens des DAMNU erörtert, der von den an ihm beteiligten Gesellschaften vorläufig bis Ende 1913 eingesetzt worden ist. In voller Einstimmigkeit kam man zu dem Ergebnis, daß für die Erledigung der gestellten Aufgaben und für die Durchführung der Reformvorschläge der DAMNU noch einige Jahre weiter arbeiten müsse, und daß die in Betracht kommenden Gesellschaften gebeten werden sollen, dies in jeder Weise zu ermöglichen.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 3.

17. Januar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Kalischers Dressurmethode zur physiologischen Erforschung der Sinnesempfindungen. Von *Prof. R. du Bois-Reymond, Berlin.* S. 53.

Die Täler des Taurus und die Linie der Bagdadbahn. Von *Prof. Dr. F. Frech, Breslau.* S. 56.

Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände. Von *Prof. Dr. E. Gehrcke, Berlin.* S. 62.

Das Eindringen der naturwissenschaftlichen Methoden in die Geisteswissenschaften. Von

Privatdozent Dr. M. Brahn, Leipzig. S. 66.

Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst. Von *Prof. Dr. Otfried Müller, Tübingen.* S. 69.

Die Naturwissenschaften an den Lehrerbildungsanstalten. Von *Prof. Dr. F. Poske, Berlin Dahlem.* S. 73.

DAMNU S. 75.

Besprechungen S. 76. — **Kleine Mitteilungen** S. 78.

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE · HERAUSG. VON PROF. PAUL HINNEBERG

Die „Kultur der Gegenwart“ soll eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur darbieten, indem sie die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bedeutung für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklung in großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine Zahl erster Namen aus allen Gebieten der Wissenschaft und Praxis und bietet Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume. Demnächst gelangen zur Ausgabe:

Dritter Teil: Mathematik – Naturwissenschaften – Medizin

Bearbeitet unter Leitung von F. Klein, E. Lecher, R. v. Wettstein, Fr. v. Müller

III. Abt., 2. Band: **Chemie einschließl. Kristallographie u. Mineralogie.** Bandredakteure: E. v. Meyer u. Fr. Rinne

Inhalt: Entwicklung der Chemie von Robert Boyle bis Lavoisier [1660–1793]: E. v. Meyer. — Die Entwicklung der Chemie im 19. Jahrhundert durch Begründung und Ausbau der Atomtheorie: E. v. Meyer. — Anorganische Chemie: C. Engler u. L. Wöhler. — Organische Chemie: O. Wallach. — Physikalische Chemie: R. Luther u. W. Nernst. — Photochemie: R. Luther. — Elektrochemie: M. Le Blanc. — Beziehungen der Chemie zur Physiologie: A. Kossel. — Beziehungen der Chemie zum Ackerbau: O. Kellner u. R. Imendorf. — Wechselwirkungen zwischen der chemischen Forschung u. der chemischen Technik: O. Witt. — Kristallographie und Mineralogie: Fr. Rinne. [ca. 640 S.] Lex.-8. Geh. ca. M. 22.—, in Leinw. geb. ca. M. 24.—, in Halbfr. ca. M. 26.—

IV. Abt., 2. Band: **Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte**

Bandredakteure: O. Hertwig und weil. E. Strasburger — In zwei Teilbänden

Inhalt: I. Botanik: Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre: E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benecke. — II. Zoologie: Die einzelligen Organismen: R. v. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungsgeschichte: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen: K. Heider. — Die Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: F. Keibel. — Morphologie der Wirbeltiere: E. Gaupp. [ca. 640 S.] Lex.-8. Geh. ca. M. 22.—, in Leinw. geb. ca. M. 24.—, in Halbfr. ca. M. 26.—

Vierter Teil: Die technischen Kulturgebiete. Abteilungsleiter: W. v. Dyck und O. Kammerer

12. Band: **Technik des Kriegswesens.** Bandredakteur: M. Schwarte

Inhalt: Kriegsvorbereitung, Kriegsführung: M. Schwarte. — Waffentechnik. a) Die Waffentechnik in ihren Beziehungen zur Chemie: O. Poppenberg, b) zur Metallurgie: W. Schwinning, c) zur Konstruktionslehre: W. Schwinning, d) zur optischen Technik: Ritter von Eberhard, e) zur Physik und Mathematik: O. Becher. — Technik des Befestigungswesens: J. Schröter. — Kriegsschiffbau: O. Kretschmer. — Vorbereitung für den Seekrieg und Seekriegsführung: M. Glatzel. — Einfluß des Kriegswesens auf d. Gesamtkultur: A. Kersting. [ca. 900 S.] Lex.-8. Geh. ca. M. 26.—, in Leinw. geb. ca. M. 28.—, in Halbfr. ca. M. 30.—

Probeheft auf Wunsch umsonst und postfrei vom Verlag B.G. Teubner in Leipzig und Berlin

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite 11.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

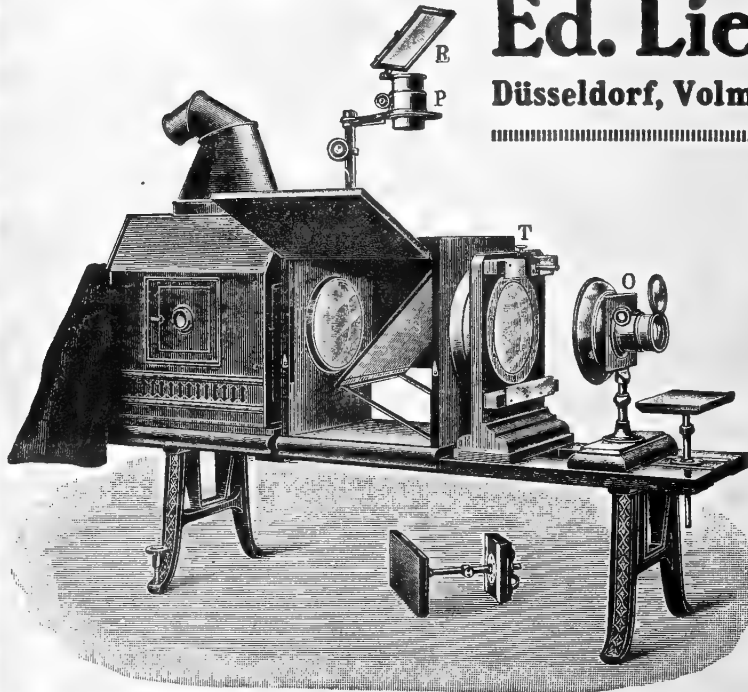
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

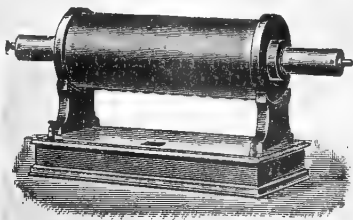
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Fr. Deuticke, Wien: Seite III — C. Kabitzsch, Würzburg: Seite III — Herm. Meusser, Berlin: Seite II — B. G. Teubner, Leipzig: Seite I — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV — George Westermann, Braunschweig u. Berlin: Seite III

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.
Lehrmittelanstalt J. Ehrhard & Co., Bensheim: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite II.

Kalischers Dressurmethode zur physiologischen Erforschung der Sinnesempfindungen.

Von Prof. R. du Bois-Reymond, Berlin.

Die Physiologie als Lehre von den Lebenserscheinungen hat auch solche Vorgänge zu erforschen, die sich nicht exakt nachweisen lassen, sondern in Gebiete hinüberreichen, von denen man nur durch innere eigene Erfahrung sichere Kenntnis hat. Ein solcher Vorgang ist jegliche Sinnesempfindung. Wenn ein Lichtstrahl in die Pupille fällt, so kann er eine Lichtwahrnehmung hervorrufen, wenn nämlich alle Teile des Sehorgans leistungsfähig sind. Ob eine Lichtwahrnehmung entsteht, oder nicht, kann aber nur das betreffende Individuum selbst angeben.

Bei Untersuchungen auf dem Gebiete der Sinnesphysiologie kommt es nun oft darauf an, feststellen zu können, ob ein Sinneseindruck stattgefunden hat, oder nicht. In diesen Fällen entsteht für den Untersucher die Schwierigkeit, daß er sich entweder auf Beobachtungen am Menschen beschränken muß, der ihm über seine Wahrnehmungen Rede stehen kann, oder, wenn er seine Studien an Tieren macht, darauf angewiesen ist, aus dem Verhalten der Tiere zu schließen, ob sie seine Empfindung gehabt haben oder nicht.

Wenn es nun z. B. gilt, festzustellen, welche Teile des Gehirns beim Zustandekommen einer Gesichtswahrnehmung tätig sind, so kann man diese Frage beantworten, indem man Menschen, die an bestimmten Stellen des Gehirns Verletzungen erlitten haben, auf ihre Gesichtseindrücke prüft. Dabei muß man natürlich mit solchen seltenen Fällen vorlieb nehmen, die gerade für die Untersuchung geeignet sind, und kann überdies nur ausnahmsweise den Ort der Verletzung am Gehirn genau genug bestimmen, um ein sicheres Ergebnis zu erhalten. Erst durch sehr umfassende Beobachtungsreihen wird also auf diese Weise Aufschluß gewonnen werden können. Demgegenüber bietet der Tierversuch den Vorteil, daß man durch Operation ganz bestimmte Hirnteile ausschalten kann, aber hier tritt der Nachteil ein, daß die etwa entstehenden Sehstörungen am Tiere sehr schwer nachzuweisen sind.

Aus diesem Beispiel wird ersichtlich sein, welchen Wert für die Physiologie ein Verfahren haben muß, das den Zweck erfüllt, von einem Versuchstier eine deutliche und bestimmte Angabe über seine Sinnesempfindungen zu erhalten. Das Verdienst, ein solches Verfahren erdacht, es in voller Erkenntnis seiner mannigfachen Anwendbarkeit ausgebildet und erprobt, und endlich es schon zur Beantwortung einer Reihe von Fragen benutzt zu haben, gebührt Prof. Dr. Otto Kalischer in Berlin. Es ist allerdings nicht ganz leicht, mit wenigen Worten anzu-

geben, worin das Neue von Kalischers Erfindung der „Dressurmethode“ liegt. Wie so häufig bei Erfindungen ist nicht der Grundgedanke das eigentlich Wertvolle, sondern die Tat des Erfinders liegt darin, die Verwertbarkeit eines an sich einfachen und nicht einmal neuen Gedankens richtig eingeschätzt zu haben.

Die Physiologen haben von jeher in einzelnen Fällen Tiere dressiert, um nachher zu beobachten, wie unter veränderten Bedingungen die angelernte Tätigkeit abgeändert werde. Tierseelenforscher haben ebenfalls Tiere dressiert, um über geistige Fähigkeiten, Erinnerungsvermögen und anderes mehr Aufschluß zu erlangen. In allen diesen Fällen aber war die Dressur auf einen ganz bestimmten Zweck zugeschnitten und forderte von dem Tier eine unnatürliche, oft sogar recht verwickelte Tätigkeit, die meist erst nach verhältnismäßig langer Mühe erlernt werden konnte. Daher war auch niemals von einer ausgedehnten allgemeinen Anwendung solcher Dressuren zum Zwecke physiologischer Untersuchungen die Rede.

Freilich ist ungefähr gleichzeitig mit Kalischers ersten Angaben über seine Methode aus Pawlows berühmtem Laboratorium in Petersburg ein Verfahren angegeben worden, das dem von Kalischer nahesteht. Pawlow und seine Schüler hatten gefunden, daß, da Hunde ihre Wunden zu lecken pflegen, beim Hunde Speichelfluß eintritt, wenn die Haut oberflächlich verletzt wird, ja, daß schon die Vorbereitung zu einem solchen Experiment, oder die Vorbereitung zur Fütterung Speichelfluß herbeiführte. Sie fanden ferner, daß sich, wenn man irgendeine äußere Bedingung längere Zeit hindurch regelmäßig zugleich mit der Fütterung einwirken läßt, ein sogenannter „bedingter Reflex“ ausbildet, eine maschinenmäßige Verkettung zwischen der Erregung des Nervensystems, die jene äußere Bedingung verursacht, und der Erregung der Speicheldrüsen. Ein Hund, der regelmäßig sein Futter beim Ertönen einer bestimmten Glocke erhält, bekommt Speichelfluß, sobald die Glocke ertönt, auch ohne daß ihm Futter gereicht wird. Pawlow hatte auch sogleich erkannt, daß diese Tatsache für mannigfache Untersuchungen nutzbar gemacht werden könne, weil sie ein deutliches Zeichen gewährt, daß das Tier eine bestimmte Sinnesempfindung gehabt habe. In der Theorie ist auch zwischen Pawlows Methode und der von Kalischer weder ein grundsätzlicher Unterschied noch ein wesentlicher Vorzug zugunsten Kalischers zu finden. In der praktischen Ausführung dagegen dürfte Kalischers Verfahren gegenüber dem Pawlowschen sehr viele Vorteile darbieten.

Kalischer ging von dem Plane aus, das Tier zu einer bestimmten Antwort auf ein gegebenes Zeichen zu erziehen, und wählte, zielbewußt, als einfachste solche Antwort eine Tätigkeit, die den

Tieren unter allen vielleicht die geläufigste ist, nämlich das Ergreifen dargebotenen Futters. Er dressierte zunächst Hunde so, daß er auf einem Harmonium einen bestimmten Ton angab, und dabei dem neben ihm stehenden Tiere Fleischstücke vorlegte. Nur während der Ton gehalten wurde, durfte der Hund fressen. Dann schritt er dazu fort, verschiedene Töne anzuschlagen, und auch dabei das Tier nur bei dem einen bestimmten Tone die dargebotenen Fleischstücke nehmen zu lassen. Schon nach wenigen solchen Sitzungen kamen die Hunde dahin, bei dem bestimmten Tone eifrig zuzugreifen, während sie bei allen anderen Tönen mit der Gebärde, als wollten sie einer Versuchung entgehen, den Kopf abwendeten.

Schon diese ersten Versuche führten zu einem erstaunlichen Ergebnis: Es zeigte sich, daß die Hunde Intervalle von nur einem halben Ton erkannten, daß sie den bekannten Ton wochenlang im Gedächtnis behielten, und daß sie ihn aus einem beliebigen Gemisch verschiedener Töne heraushören konnten. In diesem Punkte ging die Leistung der Hunde über die der besten Musiker hinaus, denen dies Kunststück nur in mittleren Tonlagen möglich ist, während es den Hunden auch in den tieferen Tonlagen gelang.

Selbstverständlich fehlte es diesem Ergebnis gegenüber nicht an Einwendungen, zumal da kurz vorher Herr v. Osten mit seinem „klugen Hans“ aufgetreten war. Zwischen dem Falle des „klugen Hans“ und dem der Hunde von *Kalischer* ist aber der große Unterschied, daß alle die Proben, die zur ernsthaften Prüfung des Pferdes vorgeschlagen wurden und schließlich auch zur „Entlarvung“ geführt haben, von *Kalischer* selbst in sehr verschärftem Grade im voraus ausgeführt worden waren. So hatte er die Hunde mit verbundenen Augen oder sogar ganz geblendet geprüft, sie von anderen Personen prüfen lassen, und, was am meisten ins Gewicht fällt, er hatte gezeigt, daß die Hunde, sobald sie taub gemacht wurden, vollkommen versagten. Hier sei auf einen Hauptvorteil von *Kalischers* Verfahren hingewiesen, daß er nämlich imstande war, ganze Reihen von Tieren zu solchen Gegenproben zu benutzen, weil seine Dressur verhältnismäßig so schnell und leicht ist. Wäre, wie nach *Pawlows* Verfahren, monatelange Gewöhnung nötig, um die erforderliche Sicherheit in der Dressur zu erlangen, so könnte der Untersucher sich nicht so leicht zu einer Gegenprobe, wie die durch Taubmachen des dressierten Tieres ent-schließen, weil dabei die ganze auf die Dressur verwendete Mühe geopfert wird.

Übrigens hat sich *Kalischer* nicht begnügt, diesen überraschenden Grad von Tonunterscheidung bei Hunden festgestellt zu haben, sondern er hat dieselbe Fähigkeit, wenn auch in geringerem Grade bei einem Esel und bei Katzen und Affen nachgewiesen.

Um sein Verfahren auch auf die Prüfung des Geruchssinnes anzuwenden, ließ sich *Kalischer* eine Anzahl Gefäße mit Siebeinsatz machen, in den Brocken von Hundekuchen gelegt wurden, während auf den Boden des Gefäßes ein Stück Filtrierpapier getan wurde, das mit riechender Flüssigkeit be-

feuchtet war. Die Hunde wurden darauf dressiert, nur aus Gefäßen zu fressen, die einen bestimmten Riechstoff enthielten, und die mit anderen Riechstoffen beschickten Gefäße abzulehnen. Die Dressur gelang ebenso leicht wie die Tondressur, und es zeigte sich, wie nach dem bekannten Spürvermögen der Hundennase zu erwarten war, daß die Hunde die Gefäße, an denen die menschliche Nase keine Spur eines Geruches wahrnehmen konnte, mit Sicherheit zu unterscheiden vermochten. Da die Gefäße alle gleich waren, so daß *Kalischer* selbst während seiner Versuche oft selbst nicht wußte, welchen Geruch er dem Hunde darbot, bildet diese Versuchsreihe zugleich einen auch für die anderen Versuche gültigen Beweis, daß die Hunde sich wirklich nach dem Geruchssinn, und nicht etwa nach irgendwelchen Anzeichen in dem Verhalten des Untersuchenden richteten. Die Hunde zeigten sich auch darin dem Menschen weit überlegen, daß sie einen bestimmten Geruch aus einer Mischung verschiedener Gerüche herausfinden konnten, selbst wenn er für menschliche Nasen durch viel stärkere Düfte vollständig verdeckt war. Sogar in einer Mischung von natürlichem und künstlichem Moschus vermochte ein auf natürlichen Moschus dressierter Hund die Gegenwart des natürlichen Moschus zu erkennen, während er künstlichen Moschus zurückwies. Die Dressur auf Gerüche schien besser als andere im Gedächtnis zu haften, so daß einer der Hunde noch nach fünfmonatlicher Unterbrechung der Prüfungen die Probe bestand.

Im Gebiete der Temperaturempfindung gestaltete *Kalischer* seine Methode so, daß er eine Pfote des Hundes in kaltes oder warmes Wasser tauchte, und das Tier gewöhnte, nur im einen oder anderen Falle die dargebotenen Fleischstücke anzunehmen. Bemerkenswert ist, daß die so dressierten Tiere alsbald auch richtig reagierten, wenn statt die Pfote einzutauchen, das kalte oder warme Gefäß an beliebige Körperstellen gehalten wurde. Diese Dressur wurde für eine Untersuchung über die Bahnen der Temperaturempfindung im Zentralnervensystem verwendet, auf die unten näher eingegangen werden soll.

Eine weitere Anwendung des Verfahrens betraf das sogenannte „Lagegefühl“. Der Hund wurde darauf dressiert, nur zu fressen, wenn der Untersucher einem der Fußgelenke des Tieres eine bestimmte Stellung gab. Um hierbei die Mitwirkung anderer Gefühlseindrücke auszuschalten, wurden während der Proben allerlei verschiedene Bewegungen in den anderen Gelenken des betreffenden Beines vorgenommen. Auch hierbei zeigte sich, daß die Hunde, bei denen die Dressur an einem Beine vollendet war, sogleich richtig reagierten, wenn die Probe an dem anderen Beine gemacht wurde. Auch diese Dressur war zum Zwecke besonderer sinnesphysiologischer Untersuchungen ausgeführt worden.

Endlich hat *Kalischer* sein Verfahren auch der Beantwortung der vielumstrittenen Frage nach dem Farbenunterscheidungsvermögen der Tiere dienstbar gemacht. Es lagen hierüber nur wenige Untersuchungen vor, die überdies zu entgegengesetzten

Ergebnissen geführt hatten. *Kalischer* bediente sich eines Schirmes aus Mattglas, der von dahinterstehenden Glühlampen mit verschiedenfarbigem Licht beleuchtet werden konnte. Hunde oder Affen wurden dressiert, nur bei Beleuchtung mit Licht von einer bestimmten Farbe zuzugreifen. Es ließ sich auf diese Weise zunächst mit Bestimmtheit erweisen, daß die Hunde verschiedene Farben unterscheiden können. Hunde, die auf rotes Licht dressiert waren, wichen bei blauem Licht unfehlbar von dem dargebotenen Futter zurück. Weniger sicher war die Unterscheidung von grünem, gelbem, violetterm Lichte. Daß dabei die Helligkeitsunterschiede keine Rolle spielten, konnte dadurch gezeigt werden, daß verschieden helle Lampen von verschiedenen Farben in beliebig wechselnder Weise angewendet wurden.

Die vorliegenden Angaben dürften genügen, zu zeigen, wie außerordentlich fruchtbar die Kalischersche Dressurmethode für die Erforschung der Sinnesindrücke von Tieren sein kann. Ihr Nutzen ist aber nicht darauf allein beschränkt, über das Wahrnehmungsvermögen der Tiere Aufschluß zu geben, sondern indem sie dies leistet, gewährt sie zugleich ein Mittel, die Art und Weise zu erforschen, wie eine Sinneswahrnehmung zustande kommt.

Es ist bekannt, daß die Sinnesorgane des Menschen und der Tiere so gebaut sind, daß sie durch gewisse äußere Vorgänge erregt werden, und daß die Erregung sich durch die Sinnesnerven gewissen Teilen des Gehirns mitteilt. Für viele Sinnesempfindungen, unter anderen die Temperaturempfindung ist nun die Bahn, der die Erregung im Zentralorgan folgt, unbekannt. *Kalischer* konnte nun zeigen, daß, wenn den Hunden, die er auf Wärme und Kälte dressiert hatte, das Rückenmark von einer Seite aus halb durchschnitten wurde, der Erfolg der Dressur für das Hinterbein der verletzten Seite bestehen blieb, dagegen auf der anderen Seite stark beeinträchtigt war. Dies ist ein Beweis, daß die Bahnen, die die Temperaturempfindung leiten, vorwiegend „gekreuzt“, das heißt in der entgegengesetzten Körperhälfte verlaufen.

Diejenigen Gehirnteile, die zu den einzelnen Sinnesorganen in Beziehung stehen, hat man dadurch zu ermitteln gesucht, daß man die Sinnesorgane beobachtete, und bei elektrischer Erregung bestimmter Hirnteile Bewegungen an den Sinnesorganen wahrnahm. Ergänzt wurden diese Untersuchungen dadurch, daß man die betreffenden Hirnteile operativ entfernte und aus dem Verhalten des Tieres Störungen im Gebiete des betreffenden Sinnes erkannte. Auf diese Weise hat der kürzlich verstorbene Physiologe *Hermann Munk* eine Anzahl verschiedener Gebiete auf der Oberfläche des Gehirns abgegrenzt, die er als „Sinnes-Sphären“ für das Gesicht, das Gehör, den Geruch und das Gefühl bezeichnete. Die Dressurmethode bietet ein Mittel, die Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane in manchen Beziehungen viel schärfer zu prüfen, als es bisher möglich war, wie dies zum Beispiel für den Gehörsinn aus dem, was oben über die Tondressur mitgeteilt ist, sehr deutlich ersichtlich wird. Nun

hatte man gefunden, daß nach Entfernung der „Hörspähre“ des Gehirns Hunde sich vollkommen taub erwiesen, und glaubte ferner festgestellt zu haben, daß, wenn der vordere Teil der Hörspähre entfernt worden war, der Hund für hohe Töne taub war, wenn der hintere Teil der Hörspähre entfernt worden war, für tiefe Töne. Diese Angaben prüfte *Kalischer* mit seiner Dressurmethode nach, indem er Hunden, die auf verschiedene Töne dressiert waren, die Hörspähre ganz oder zum Teil ausschnitt. Es zeigte sich, daß selbst nach völliger Entfernung der Hörspähre die Tondressur unverändert erhalten blieb, ja, daß die operierten Hunde imstande waren, eine neue Dressur auf andere Töne anzunehmen. Dies Ergebnis beweist, daß sich entweder die Verknüpfung zwischen Tonempfindung und Freßtigkeit in den unteren Teilen des Gehirns ohne Zutun des Bewußtseins vollzieht, oder daß auch die Funktionen dieser unteren Teile mit Bewußtseinsvorgängen verknüpft sind. In beiden Fällen sind für die Anschauung, die man sich von dem Zusammenhang zwischen Gehirntätigkeit und Bewußtsein zu machen sucht, neue bisher ungeahnte Grundlagen gegeben.

Auch in die Lehre von der Tätigkeit der Sinnesorgane selbst haben *Kalischers* Versuche mit seiner neuen Methode einen ganz unerwarteten Aufschluß gebracht, indem die von *Helmholtz* aufgestellte Theorie des Gehörorgans, die sogenannte Resonanztheorie, als unhaltbar erwiesen worden ist. Das Cortische Organ im inneren Ohr besteht aus einer Membrane, die von Tausenden nebeneinander wie Klaviersaiten ausgespannter Fäden durchzogen ist. Diese Saiten sind, ganz wie im Klavier, an einem Ende der Membrane länger, am anderen kürzer. Auf je einigen Saiten ruhen „Cortische Bögen“, die auf besondere Weise mit den Hörzellen, in denen die einzelnen Fasern des Hörnerven endigen, in Verbindung stehen. Die Deutung, die *Helmholtz* diesem Befunde gegeben hat, daß nämlich die Saiten je nach ihrer Länge mit Tönen von verschiedener Höhe mitschwingen, so daß jeder außen erklingende Ton von gegebener Höhe immer nur eine bestimmte Faser des Hörnerven erregt, und daß dadurch das Cortische Organ das Organ der Tonunterscheidung sei, scheint so einleuchtend, daß sie gar nicht angezweifelt werden kann, und sie ist so allgemein angenommen worden, daß sie selbst in die elementarsten Lehrbücher der Physik aufgenommen worden ist. Physiologen und Ohrenärzte aber, die mit den Einzelheiten des Baues der betreffenden Teile und mit deren Leistung genauer vertraut waren, haben nicht ohne Ausnahme der Resonanztheorie zugestimmt. Die Probe auf das Exempel ist offenbar, zuzusehen, ob nach Zerstörung eines Teiles des Cortischen Organs die Gehörwahrnehmung für einen entsprechenden Teil der Tonleiter aufgehoben ist. Solche Versuche sind angestellt worden und haben angeblich die Resonanztheorie bestätigt, doch war das Ergebnis wegen der Unsicherheit der Hörprüfung bei Tieren nicht recht sicher. *Kalischers* Tondressur gibt nun für diesen Versuch die allgünstigsten Bedingungen: Man braucht nur einige Hunde auf verschiedene Töne

zu dressieren, alsdann ihre Cortischen Organe zu verletzen, und zuzusehen, ob die Verletzung sie hindert, die bekannten Töne wahrzunehmen. Dies hat nun *Kalischer* nicht einmal, sondern oft wiederholt ausgeführt, und sich durch mikroskopische Untersuchung des Cortischen Organs vergewissert, welche Teile davon wirklich zerstört worden waren. Er fand, daß, solange überhaupt nur ein Teil des Cortischen Organs erhalten war, die Hunde alle Töne der Tonleiter zu unterscheiden vermochten. Die Helmholtzsche Resonanztheorie ist durch diese Versuche widerlegt.

Manche werden vielleicht geneigt sein, zu sagen: Wenn Herr *Kalischer* bei Hunden, denen die Hörsphäre entfernt ist, Gehörswahrnehmungen, bei Hunden, denen fast das ganze Cortische Organ fehlt, Tonunterscheidung findet und deshalb bisher anerkannte Lehren umstürzen will, so ist im Gegenteil zu schließen, daß Herr *Kalischer* sich täuscht, und daß — denn dieser Einwand kehrt immer wieder — die ganze Sache nur ein Seitenstück zum „klugen Hans“ darstellt. Dieser Auffassung sei hier nochmals mit der Bemerkung entgegengetreten, daß die Hunde nach gänzlicher Zerstörung des Cortischen Organs die Tondressur verloren, daß aber erst die mikroskopische Untersuchung, die Monate später stattfand, über diesen Punkt Entscheidung brachte. Es lag also bis dahin eine gänzlich objektive Prüfung vor. Wäre es gewesen wie beim klugen Hans, so hätten die Hunde auch ganz ohne Cortisches Organ die Tondressur gezeigt.

Literatur.

Über *Pawlows* „Methode der bedingten Reflexe“ vergleiche:

Otto Cohnheim. Die Innervation der Verdauung. Münchener Medicin. Wochenschr., Jg. 49 (1902), S. 2173, woselbst weitere Lit. angegeben.

Ferner:

Zeliony. Contribution à l'analyse des excitants complexes des réflexes conditionnels. Ib. p. 437.

Über *O. Kalischers* Versuche siehe:

O. Kalischer. Zur Funktion des Schlafenlappens des Großhirns. Sitzungsber. d. Berl. Akad. 21. Febr. 1907.

O. Kalischer. Weitere Mitteilung über die Ergebnisse der Dressur als physiologische Untersuchungsmethode auf den Gebieten des Gehör-, Geruchs- und Farbensinns. Arch. f. Physiol. 1910. S. 303.

Die Täler des Taurus und die Linie der Bagdadbahn.

Von Professor Dr. F. Frech, Breslau,

Direktor des Geologischen Instituts der Universität,

Die Talbildung in Anatolien.

Der Gegensatz der alten, durch Jahrmillionen abflußlos gebliebenen Zentralmasse Anatoliens und der durch junge Brüche gebildeten Küsten prägt sich vor allem in der Talbildung aus. Auch gegenwärtig ist im ganzen Innern des Landes westlich vom Halys der Jahresniederschlag nicht ausreichend, um Flußläufe mit dauernder Wasserführung zu

schaffen. Andererseits befinden sich an den vor geologisch kurzer Zeit gebildeten Küsten die Täler in fortdauerndem raschen Einschneiden und die Flußdeltas in unausgesetztem Wachstum. An der Nordküste schieben Halys und Iris ihre Ablagerungen unausgesetzt in das Schwarze Meer vor und die ganze kilikische Ebene ist im Grunde genommen nur das gewaltige Delta des Seihun, Dschihan und ihrer Nebenflüsse. Während hier ein allerdings durch Fieber beeinträchtigtes, fruchtbares Alluvialland unausgesetzt wächst, haben an der Westküste der Halbinsel die jungen Flußanschwemmungen die berühmten Häfen des Altertums ausnahmslos verschüttet. Ephesos und Milet gehören als Häfen und als Städte der Vergangenheit an, während uns von dem kilikischen Tarsus nur noch die Ueberlieferung die ehemalige Lage am Meere berichtet. Dagegen beruht die Blüte des Handels-Emporiums Smyrna darauf, daß ebenso wie auf den griechischen Inselhäfen Flüsse mit ihren verderblichen Schotter- und Sandmassen fehlen. Der Bosporus und der Hafen von Konstantinopel stellt ein „ertrunkenes“, d. h. vom Meere ausgefülltes ehemaliges Tal dar, und zwar ist der Bosporus das Tal eines tertiären Hauptstromes, das Goldene Horn das unter Wasser gesetzte Bett eines Nebenbaches. Die allgemeine Senkung hat hier wie bei Hamburg, London und New York gesicherte und ausgedehnte Ankerplätze geschaffen. Nun ist bei den genannten drei Welthandelsplätzen das Meer einfach in die vom Flusse ausgespülte Hohlform hineingeflossen. Am Bosporus ist der ganze Ober- und Unterlauf des Stromes als Pontus und Propontis unter das Meeresniveau gesunken und die zwischen beiden Senkungsgebieten als Horst stehen gebliebene bithynische Halbinsel wird von dem Ueberrest des Mittellaufes durchzogen, der sich dann zu einer Meerenge umgewandelt hat.

Das Studium der Talbildung ist somit für den Geologen und Ingenieur ebenso wichtig wie für den Nationalökonom. Den Erdbeben — den Bewegungen des anatolischen Felsgerüsts — entsprechen die katastrophalen Umgestaltungen, während das fließende Wasser noch vor unseren Augen dauernd und gleichmäßig gewaltige Leistungen beginnt und vollendet.

Die verschiedensten Formen der Talbildung finden sich in Anatolien nebeneinander. Ueberall am Marmara-Meer wie an der ägäischen Küste schneiden tiefe Einbrüche zwischen zwei Brüchen in östlicher Richtung in das Felsgefüge der Halbinsel ein. Aber nur an der Westküste folgen der Hermos (Sarabad-tschai) und der Mäander (Büyükmenderez) den durch den Gebirgsbau vorgezeichneten Linien. Von der Propontis aus schneiden die Meerbusen von Ismid und Mudania mit ihren Fortsetzungen, den Landseen von Sabandja und Isnik (Nikaea) in östlicher Richtung in das Land, ohne daß Flußläufe diesen Tiefenlinien folgten. Vielmehr durchbricht der Sakaria in tief eingerissenen Erosionsschluchten, deren südlicher die anatolische Bahn folgt, das aufragende westpontische Gebirge. Der wunderbar regellose Lauf des Halys und des Sakaria läßt erkennen, daß die rückwärts arbeitende

Erosion der Küstenflüsse verschiedenartige ältere Hohlformen — abflußlose Rinnsale des inneren Landes sowie die durch die Faltung gebildeten Senken der Randgebirge — zu einem einheitlichen Tal-system nachträglich vereinigt hat.

Das Flußgebiet des Sakaria gehört — ebenso wie die Umgebung des benachbarten Brussa, Ismid und Bolu — zu den noch durch Erdbeben stark heimgesuchten Teilen der Halbinsel. Die im Gefolge der Erdbeben eintretenden Änderungen der Höhenlage dürften auch hier den eigentümlichen Lauf des Flusses mit beeinflußt haben. Jedenfalls bestehen diese anatolischen Flußläufe des Nordens und des Südens aus jungen Durchbruchsstrecken mit zahlreichen Stromschnellen und aus geologisch alten Senken mit geringem Gefälle und Aufhäufung

gesichts der großen natürlichen Hindernisse nur eine Verbesserung kürzerer Strecken, nicht aber die Herstellung von durchgehenden Verbindungswegen bewirken.

Andererseits zeichnen die Durchbruchtäler den Schienenwegen die Trace vor, und die genauere Kenntnis der Entstehung der Taurustäler ist somit nicht nur von theoretisch-geographischem, sondern auch von großem verkehrspolitischen Interesse.

Die Durchbruchtäler des Taurus.

Der Taurus wird in der Mitte zwischen den beiden Haupterhebungen des Bulgar Dag (3600 m) und Ala Dag (rd. 3300 m) von den zwei gewaltigen



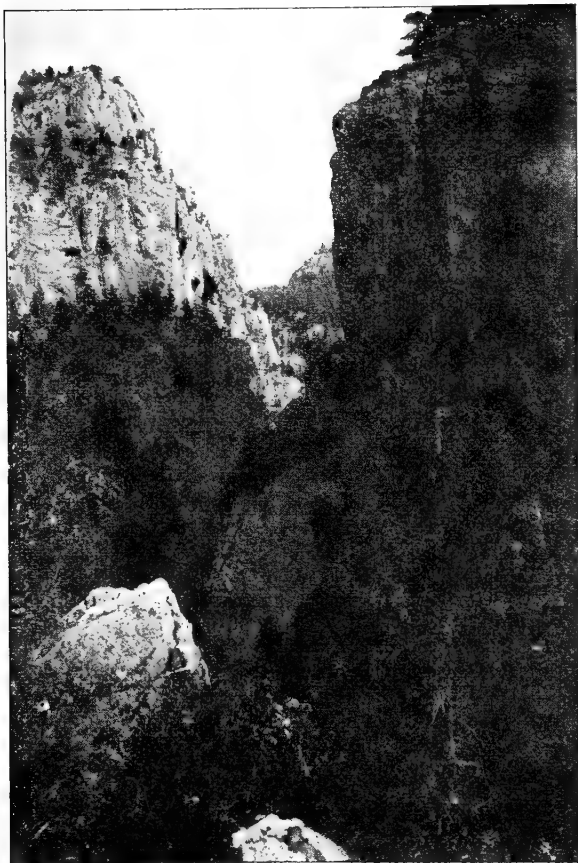
Der Hassan-dagh, ein Vulkan der (lykaonischen) Vulkanzone im Inneren Anatoliens. Im Vordergrund die nördlichen Vorberge des Kappadakischen Taurus bei Eregli (Heraklea Kybistra).

mächtiger Geröllmassen; all diese Stromsysteme sind in ihrer Gesamtheit für die Schifffahrt unbrauchbar. Das jugendliche Durchbruchstal des Euphrat, dessen Stromschnellen bekanntlich Moltke zuerst durchfahren hat, ist nur durch größeren Wasserreichtum von den ähnlich gestalteten Durchbrüchen des Sakaria, Kerkun und Tschakit verschieden. Überall ist es der Gegensatz der uralten Zentralmasse, der jüngeren tertiären Randgebirge und der geologisch ganz jugendlichen (quartären) Küsten, welcher den gänzlich unausgeglichene Lauf der Flüsse und Ströme bewirkt. Da die Schiffbarkeit aller Wasserläufe erst mit den Küstenebenen beginnt und auch hier durch den sehr unregelmäßigen Wasserstand und den Sedimentreichtum beeinträchtigt wird, bleibt für die Kommunikation nur der Schienenstrang übrig. Denn auch eine künstliche Beseitigung der Schifffahrtshindernisse würde in Anatolien an-

Schluchten des Tschakit- und Kerkun-tschai durchbrochen. Der Ursprung der beiden nicht allzu wasserreichen Flüsse liegt also auf der dem trockenen anatolischen Hochlande zugekehrten Seite, während die Stelle des Doppeldurchbruches durch die geringere, um etwa 1000 m hinter Bulgar und Ala Dag zurückbleibende Erhebung des mittleren Taurus bezeichnet wird. Wesentlich für die Ausbildung der tief eingerissenen Gebirgstäler ist außerdem die Regelmäßigkeit der Wasserführung. Der während des ganzen Sommers ausdauernde Wasserreichtum der beiden Flüsse findet eine verhältnismäßig einfache Erklärung in der Schneemenge der beiden bis 3600 und 3300 m aufragenden Gebirgsstöcke. Insbesondere sind auf dem Bulgar Dag, dem Ursprung der Tschakitgewässer, Schneeflecken bis tief in den Herbst sichtbar, und bei dem Ala Dag ersetzt die räum-

liche Ausdehnung der Massenerhebung die etwas geringere absolute Höhe.

Der größere Wasserreichtum und die enorme Steilheit der Wände des Kerkun-Cañon wird jedoch nicht allein durch die bedeutende plateauartige Erhebung des Ala Dagħ bedingt. Vielmehr begünstigt der Bau des Gebirges die Sammlung der nordwestwärts abfließenden Gewässer. Denn die große inner-aurische Senke — die sich von Kaisarié bis zur Straße von Gülek Bogħas ausdehnt — sammelt die Abflüsse des Ala Dagħ in einer Längsausdehnung von rd. 50 km.



Blick in den Nordeingang des Kerkun-Cañons. Der Kerkun bildet das unzugängliche Paralleltal des Tschakit im Kilikischen Taurus (Hochgebirgskalk der Oberkreide).

Diese besonders zur Zeit der Schneeschmelze und in den herbstlichen Äquinoktien gewaltig anschwellenden Hochwässer erklären die Schnelligkeit des Einschneidens in die Tiefe und die enorme Steilheit der Wände in der Kerkunschlucht, die selbst für die Kunst moderner Ingenieure ein unüberwindliches Hindernis bildet. Nur die Royal Gorge im Staate Colorado kommt an Steilheit den Kerkunwänden gleich, die sie jedoch an Höhe um das vier- bis fünffache übertrifft. In den zugespitzten Kämmen des Bulgar Dagħ sind die Vorbedingungen für die Ansammlung des Schnees geringer, ferner ist hier die für die Sammlung der Gewässer in Betracht kommende Längsausdehnung der innertaurischen

Senke weniger bedeutend. Infolgedessen findet in dem eigentlichen Hochgebirge ein weniger rasches Einsägen statt und auf den nur im Vergleich zum Kerkun-Cañon minder steilen Wänden der Tschakitschlucht ist der Bahnbau bei reichlicher Verwendung von Tunneln möglich.

Die beiden Durchbruchstäler des Taurus erinnern im verkleinerten Maße an den Bramahputra. Der Ursprung auf der inneren kontinentalen Seite, der Durchbruch eines gewaltigen Hochgebirges und die Mündungslage in einer durch die eigenen Ablagerungen geschaffenen Tiefebene sind hier wie dort die gleichen, so daß möglicherweise die Erforschung der besser zugänglichen anatolischen Täler auch Fingerzeige für die Deutung des in dieser Hinsicht noch unbekannten indischen Stromes gibt. Wenn auch die englische in das Gebiet des Abors entsandte Expedition in geographischer Hinsicht wenig Erfolg gehabt hat, so steht doch soviel fest, daß der Bramahputra nicht mit einem großen Wasserfall, sondern in einer Reihe von Stromschnellen die Himalaya-Kette durchbricht. Auch in dieser Hinsicht stimmen Tschakit und Kerkun mit dem indischen Strome überein.

Auch in landschaftlicher Hinsicht umschließt der Verlauf der Durchbruchstäler die größten Gegensätze. Auf die alten denudierten kappadokischen Schieferberge mit ihrer dürftigen Steppenvegetation folgen die wild eingerissenen Cañons des von reichem Baumwuchs bedeckten Hochgebirges. Das Mündungsgebiet ist die gut bewässerte kilikische Ebene, deren Baumwoll- und Zuckerrohrpflanzungen, deren Maulbeerbäume, Palmen und Opuntien schon manche Ähnlichkeit mit den Subtropen besitzen. Dem Übergang zwischen den Aleppo-Kiefern, Zedern und Apollotannen der hohen Gebirge und den Kulturfeldern entsprechen die mediterranen immergrünen Wälder und Macchien der Vorberge, in denen neben Lorbeer- und Granatbäumen das üppige Wachstum der wilden Olive besonders bemerkenswert ist. An der Küste selbst wird allerdings die Sumpffläche der rasch wachsenden Deltas durch öde Dünenreihen unterbrochen.

Die Entstehung des Tschakit-Durchbruches.

Das Verhältnis der Gebirgsgeschichte zu der Erosionsarbeit erheischt noch eine nähere Besprechung.

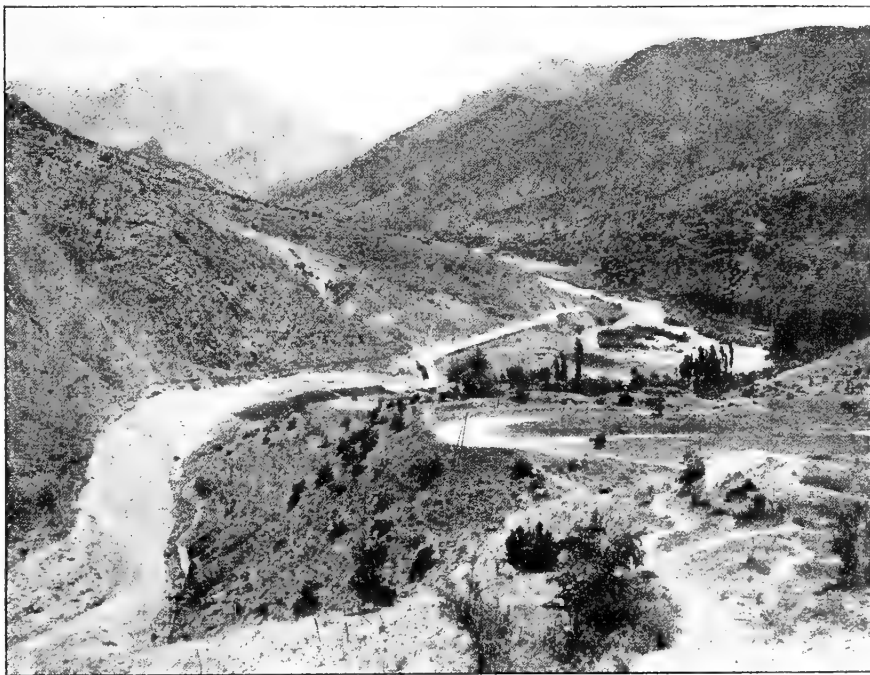
Den Ausgang der Durchsägung der beiden Taurusketten bildete der in geologischer Vorzeit (im Anfang der Tertiärperiode) entstandene Einbruch der nordöstlichen, im Innern des Gebirges liegenden Senke.

Von dieser innertaurischen oder Tekir-Senke aus bildeten sich nun Erosionsrisse, welche die Kalkmauern jederseits anschnitten. Insbesondere ist das weite, mit Nebenbächen durchsetzte Gebiet der kleinen Tschakitschlucht (von Bosanti-han bis Beledik) ein älteres Talgebiet von verhältnismäßig reifen Erosionsformen. Der Bahnbau begegnet dementsprechend in diesem Bereiche keinen Schwierigkeiten. Noch rascher arbeitete von der kilikischen Ebene aus rückwärts einseitig die Erosion, da hier die größten Wassermengen allwinterlich nieder-

fallen. Der oberirdischen Erosion wurde durch die Erosion der Höhlenflüsse vorgearbeitet, bis die von beiden Seiten aus arbeitenden Flußläufe sich in der Mitte begegneten. Nachdem die Vereinigung erfolgt war, arbeitete die Erosion auf der Südseite in besonders raschem Tempo, da hier sowohl größere Niederschläge wie stärkeres Gefälle vorhanden war. Diese Arbeitsstätte jugendlicher Erosion ist die Große Tschakitschlucht mit ihren gewaltigen 1000 bis 1300 m messenden Steilwänden, die auf den ersten Blick von der reifen Form der Kleinen Schlucht zu unterscheiden sind.

In ähnlicher Weise wie die ausschließlich aus Kalk bestehende Masse des kilikischen Taurus wurde auch die Hauptkette der kappadokischen Zone von Osten und Westen aus gleichzeitig ausgeschnitten.

Die jüngste Entwicklung der Durchbruchstäler zeigt demnach folgende Etappen: Während der jüngeren Tertiärzeit bildete sich auf beiden Seiten der durch die innertaurische Senke geschiedenen zwei Hochgebirgszonen ein regelmäßiges Abflußsystem aus. Dann setzte die Pluvialperiode mit einer gewaltigen Niederschlagsmenge ein und vereinigte die durch den Einsturz der Höhlenflüsse gebildeten Talstücke der Wasserläufe zu einem offenen Cañon. Wahrscheinlich ist noch während der Pluvialperiode der Tschakit in mehr westlicher Richtung, etwa der heutigen Bahntrasse folgend, durch den kilikischen Taurus abgeflossen und der letzte Durchbruch zur kilikischen Ebene ist somit erst ein Werk der letzten Vergangenheit. Es handelt sich also im wesentlichen um einen Vorgang der rück-



Oberes Tschakit-Tal im Kappadokischen Taurus mit dem Blick auf Tschifte-han. Die alte Straße Alexanders des Großen und der Kreuzzüge (km 262—263 der Bagdadbahn).

In den niedrigeren Schieferbergen, welche die innere Hochfläche überragen, waren geringere Höhenunterschiede zu überwinden, in der höheren Kohlenkalkzone des Bulgar Dagħ arbeitete wiederum die Höhlenerosion dem oberirdischen Einschnitten vor. Daß auch hier — trotz oder vielleicht auch wegen der dem Kalk eingelagerten Schiefer — das unterirdische Abflußsystem sehr ausgebildet ist, zeigt die mächtige Quelle, welche am rechten Tschakit-Ufer unmittelbar oberhalb Aköprü entspringt. Ihr Zusammenhang mit den höheren, dauernd mit Schnee bedeckten Erhebungen des Bulgar Dagħ geht aus zwei Tatsachen hervor: Die Temperatur der Quelle ist sehr niedrig (3 bis 4° C.) und das Wasser rinnt das ganze Jahr über. Hingegen verliert der Blautopf am Eingange der Kleinen Schlucht, der nur von 2000 m hohen Bergen überragt wird, sein Wasser am Beginn des Herbstes vollkommen.

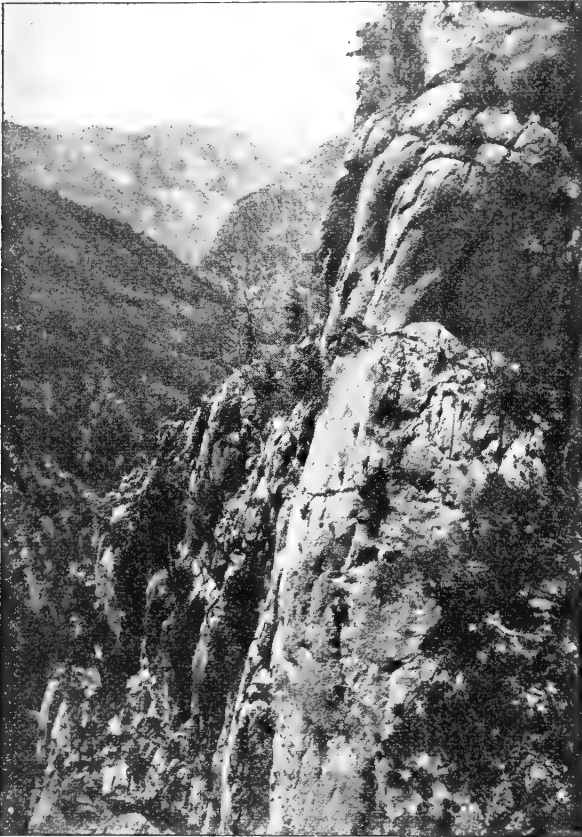
schreitenden Erosion, die, verbunden mit der unterirdischen Tätigkeit der Höhlenflüsse eines Karstgebirges, die Kalkkette schließlich an der schmalsten Stelle durchbrach.

Dem am Tschakit und Kerkun vollendeten Durchbruch des Kalkgebirges geht ein Stadium voraus, das wir weiter westlich in den Quellengebieten des Eurymedon und Kestros beobachten können. Beide Flüsse entspringen mit den im Kalkgebirge gewöhnlichen großen Wassermengen westlich und östlich des Egerdir-göl. Dieser See ist eine der im randlichen Gebiete des inneren Anatoliens vorkommenden Süßwasseransammlungen mit unterirdischem Abfluß. Der Abfluß, der — nach F. Sarre — genau südlich des Sees in einigen Abflußklüften oder Katavothren verschwindet, liegt zwischen den Quellen des Eurymedon und Kestros. Eine unterirdische Verbindung zwischen dem ver-

schwindenden Seeabfluß und den Flußquellen ist somit mehr als wahrscheinlich. Sobald also diese Höhlenflüsse sich durch allmählichen Einsturz des Höhlendaches in oberirdische Cañons umgewandelt haben werden, wird im Bereiche der pamphylopidischen Kalkgebirge dieselbe Form der Durchbruchstäler entstehen, die sich in Kilikien bereits zweimal ausgebildet hat.

Zusammenfassung über die Durchbruchstäler.

Die Entstehung der großen Durchbruchsschlucht des Tschakit beruht in erster Linie auf komplizierten Vorgängen der rückschreitenden Erosion.



Die große Tschakitschlucht bei km 304 der Bagdadbahn. Blick nach Norden. Hochgebirgskalk der Oberkreide. Die Bahnstraße führt auf dem Westhang, etwa 200 m über den Fluß, vorwiegend durch Tunnels.

1. Die Menge des im Taurus niederfallenden Regens ist im Sommer unerheblich, steigt aber im Winter weit über das in anderen Hochgebirgen beobachtete Maß hinaus. In den drei Weihnachtstagen 1911 sind z. B. bei Kuschdjular (im Süden der großen Tschakitschlucht) fast 900 mm (genau 870 mm) Regen gefallen. Diese in kurzer Zeit niederfallenden Wassermassen erklären die gewaltige Arbeitsleistung der Erosion.

2. Der kappadokische Taurus wird von der kilikischen Kalkkette durch ein großes natürliches Längstal — einen alten Grabenbruch — getrennt. In dieser innertaurischen Senke sammeln sich die

Gewässer des Kerkun und Tschakit-tschai, durchbrechen in zwei Erosionsschluchten den Wall des Kreidekalkes und erreichen dann die kilikische Ebene. Diesem Durchbruch wurde vorgearbeitet durch die unterirdische Erosion, deren Arbeit wir noch jetzt in zahlreichen Höhlenbildungen und plötzlich auftretenden kräftigen Quellen (Blautöpfen) beobachten können. Die Länge der geologischen Vergangenheit des südlichen Kalkgebirges erklärt die Tatsache, daß die unterirdischen Erosionshöhlen sich bereits in oberirdische Abflußformen umwandeln konnten.

3. Die beiden Durchbrüche erfolgten dort, wo die breite, hochragende Kalkmauer des kilikischen Taurus eine weniger massige Entwicklung zeigt, nämlich

a) im Zuge des oberen Kerkuntales ist der Kreidekalk durch leicht verwitternde Tiefengesteine (Hypersthenit) und durch Schiefer großenteils ersetzt;

b) in der kleinen Tschakitschlucht wird die Oberfläche des Gebirges durch Kohlenkalk gebildet, der geringere Härte und geringere Höhe besitzt als die Hochgebirgskalke der Oberkreide.

Die natürliche Brücke des Tschakit: „Yer-köprü“.

Am Ausgang der großen Tschakitschlucht, d. h. dort, wo der Fluß aus den harten, wandbildenden Kreidekalken in die weicheren Kalkschiefer und Dolomite des Karbon übergeht, liegt die eigenartige, schon von Strabo beschriebene, natürliche Brücke („Yer-köprü“). Die ganze Wassermenge verschwindet bei normalem Wasserstand zwischen einem Gewirr gewaltiger Blöcke, um nach ca. 150 m wieder zum Vorschein zu kommen. Die fast vollkommen ebene Oberfläche der natürlichen Brücke und das Vorhandensein eines ziemlich mächtigen Lagers von fein zerriebenem Kalksand auf ihrer Oberfläche beweist, daß bei Hochwasser ein Teil der Wassermengen über die Brücke strömt. Ferner beobachtet man eine Menge klarer Quellen, die nahe dem Wiedererscheinen des Flusses, aber vollkommen unabhängig von diesem am Fuße der Wände entspringen und alsbald eine kleine, oberhalb des wiedererscheinenden Flußwassers befindliche Mühle treiben. Es handelt sich hiernach nicht um den letzten Überrest des Höhlenlaufes des Tschakit, sondern um eine Reihe ziemlich verwickelter Vorgänge, als deren Ergebnis die natürliche Brücke vor uns steht.

Die Entstehung der ca. 150 m langen, gelegentlich bei Hochwasser vom Tschakit überschwemmten natürlichen Brücke ist folgendermaßen zu erklären. Von den steilen Dolomitwänden des linken Ufers des Tschakit erfolgen bis in die Gegenwart hinein Bergstürze, wie gewaltige, die Oberfläche bedeckende Blöcke beweisen, die jedoch die Brücke nicht durchschlagen haben.

Ein den noch jetzt vorkommenden Ereignissen ähnlicher, älterer Bergsturz dürfte nun die Schlucht zum Teil angefüllt haben, ohne jedoch das Hindurchlaufen des Flußwassers zwischen den großen Blöcken zu verhindern. Die zahlreichen, am Fuße der Wände mündenden, kalkreichen Quellen haben dann

etwas später durch reichlichen Travertin-Absatz das Blockgewirr zu einer „Brücke“ verbunden und an seiner Oberfläche zementiert, ohne jedoch das Hindurchdringen des Flußwassers in der Tiefe zu hindern. Oberflächlich beobachtet man jedenfalls nur Travertin, der von feinen, kalkigen Flußsanden als Beweis der gelegentlichen Überflutung bedeckt wird. Bergsturzböcke sind inmitten des Traver-tins nicht sichtbar, doch beweist die gewaltige Steilheit des linken Gehänges sowie die noch jetzt auf der Brücke lagernden jungen Bergsturstrümmer, daß die obige Annahme den natürlichen Vorgängen entspricht.

Auf der nur in 300 m Meereshöhe liegenden natürlichen Brücke hat sich unter dem Einfluß der zahlreichen Quellen eine üppige Vegetation ange-

linie mit dem besprochenen Oberlaufe des Tschakit zusammen. Bei der großen Karawanseraï Bosanti han (Posidonion) führt die alte Heerstraße — immer noch in dem nordsüdlichen durch den Gebirgsbau vorgezeichneten Längstal — fast 700 m zu dem rd. 1400 m hohen Tekir-Paß empor und dann durch die enge kilikische Pforte (Gülek oder Külek boghas), den Beginn eines neuen Durchbruchtales zur Ebene abwärts. Die verlorene Steigung von 700 m mußte im Sinne eines rationellen Bahnbetriebes vermieden werden und die Linie folgt daher dem Tschakittal, das in der „Kleinen Schlucht“ mit ihren, in dem tonreichen Kohlenkalk ausgearbeiteten („reifen“) Bergformen keine technischen Hindernisse bietet.

Um so schwierigere Aufgaben erwarten den In-



Der (von der Bagdadbahn umgangene) südlichste Durchbruch des Tschakit in der kilikischen Ebene (Hochgebirgskette der Oberkreide).

siedelt. Feigen, wilde Weinstöcke und Granatbäume, die sonst der näheren Umgebung fehlen, fallen bei Yer-köprü durch ihren kräftigen Wuchs besonders ins Auge. Leider bewirken die zahlreichen, von den Quellen herrührenden Tümpel das Gedeihen der Mücken und das Auftreten der Malaria in den Sommermonaten.

Die Bahnlinie im Hohen Taurus.

Von Konia bis Eregli und weiter bis zu dem großen nordsüdlichen innertaurischen Längstal folgt die Bahnlinie der alten Heerstraße, auf der schon der jüngere Kyros, Alexander der Große und die Scharen des ersten Kreuzzuges dahingezogen sind. Im 19. Jahrhundert fanden hier Kämpfe zwischen Ibrahim Pascha und den türkischen Truppen statt, an die noch manche Festungswerke erinnern. Von Ulu-Kischla (östlich von Eregli) an fällt die Bahn-

genieur in der Cañonlandschaft der in den gleichmäßig harten Kreidekalk eingeschnittenen Großen Schlucht mit ihren enorm steilen, durch zahlreiche Steinschläge gefährdeten Wänden. Hier handelte es sich besonders um die durch eingehende geologische Untersuchungen zu lösende Frage, ob eine Linienführung im Bereiche der Wände teils auf offener Strecke, teils unter Ausführung kleiner Tunnels und Galerien möglich sei, oder ob Erdbebengefahr und Steinschlag die Anlage weniger größerer (1.5 bis 3 km langer) Tunnels erfordern. In den Vordergrund trat dabei weniger die Frage der Kosten, die sich angesichts der schwierigen Verhältnisse auch bei vorwiegend offener Linienführung recht hoch stellen, als vielmehr die Zeitdauer der Bauausführung.

Die geologische Untersuchung der jüngsten Ablagerungen und der Bauzustand der mittelalterlichen

Burgruinen ließ nun erkennen, daß im Taurus zerstörende Erdbeben nicht zu befürchten sind. Jedoch gab die in der Großen Schlucht überall beobachtete Steinschlaggefahr, die am Nordeingang im Bereiche eines ausgedehnten alten Bergsturzes besonders groß ist, den Ausschlag zugunsten der drei großen Tunnel. Die Vollendung der Gesamtlinie wird durch diese langwierigen Taurusbauten nicht aufgehalten werden, da der schon begonnene Amanos-Tunnel bei Bagtschó (zwischen Aleppo und Adana) fast 5 km lang ist und daher trotz der hier ebenfalls günstigen Gesteinsbeschaffenheit längere Zeit beansprucht wird.

Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände.

Von Prof. Dr. E. Gehrke, Berlin.

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In letzter Zeit, d. h. seit etwa einem Jahre, sind gegen die Einsteinsche Relativitätstheorie mehrfach Einwände erhoben worden, über die hier kurz berichtet werden soll.

Die Relativitätstheorie ist nichts anderes, als eine völlig neuartige Interpretation einer schon von Lorentz entwickelten Theorie der Elektrodynamik und Optik bewegter Körper. Das Charakteristikum der Relativitätstheorie besteht *nicht* in der Aufstellung wesentlich neuer Gleichungen, sondern in der Aufstellung einer wesentlich neuen *Interpretation* der bekannten Transformationsgleichungen von Lorentz. Gegen diese *Interpretation* richten sich die gemachten Einwände, nicht gegen die Gleichungen selbst, die, wie gesagt, keine *Einstein*-schen, sondern *Lorentz*-sche Gleichungen sind und die bis heute unangegriffen dastehen.

Die von *Einstein* vorgeschlagene Interpretation*) der Lorentz'schen Gleichungen ist außerordentlich anders geartet als irgendeine bis dahin in der Physik bekannt gewordene. In anderen Disziplinen, z. B. in der Mathematik und besonders in der Philosophie, sind Lehren, die von fundamentalen, allgemein als gültig angesehenen Ansichten grundverschieden sind, nichts Auffallendes mehr. In der neueren Physik war man derartiges aber bisher nicht gewohnt, und daher ist es verständlich, daß die Lehre *Einsteins* so viel Aufsehen erregte.

Die Einsteinsche Relativitätstheorie greift in *alle* Spezialgebiete der Physik ein, da sie ganz allgemeine Grundlagen, die man bisher für gesichert hielt, erschütterte. Zwar wurde die Theorie zunächst für die Elektrodynamik aufgestellt, aber gerade die Apostel der Relativitätstheorie haben oft betont, daß die Theorie allgemeine Bedeutung habe.***) Es ist bisher von keiner Seite in Abrede gestellt worden, daß die neuen Grundanschauungen auch auf andere Gebiete übertragbar sind und übertragbar sein müssen. Z. B. erscheint es nicht angängig, daß die relativistische Elektrodynamik bewegter Körper den „Äther“ abschafft und ihn für

die Optik ruhender Körper zuläßt. Die Abschaffung des Äthers muß eine radikale sein, wenn die Theorie sich behaupten will. Um ein zweites Beispiel zu nennen, erscheint es nicht angängig, die neue Definition der Zeit für die Elektrodynamik zu akzeptieren, und etwa für die Mechanik die alte, gewöhnliche Zeit bestehen zu lassen. Wir können die Tatsachen der physikalischen Wirklichkeit nicht gleichzeitig in *zwei* Zeiten, in einer *Einsteinschen* und in der alten, gewöhnlichen Zeit, begreifen; auch der Ersatz der bisherigen Auffassung von der Zeit durch eine *neue* Zeit muß ein radikaler sein, wenn die Relativitätstheorie sich behaupten will. Kompromisse sind hier ausgeschlossen.

Über alles dies herrscht offenbar Einigkeit unter den verschiedenen Autoren, die sich hierzu in der Literatur geäußert haben; jedenfalls ist die Auffassung, daß die Relativitätstheorie, *wenn* sie richtig ist, *allgemeine* Anwendbarkeit besitze, bisher nicht bestritten worden. Bevor ich nun diejenigen Punkte erläutere, in denen *keine* Einigkeit unter den verschiedenen Autoren herrscht, will ich zunächst eine Bemerkung über die angewandten *Methoden* der theoretischen Untersuchungen machen.

Wenn eine neue physikalische Theorie auftaucht, so ist es allgemein üblich und hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, die Prüfung der Theorie dadurch vorzunehmen, daß man Folgerungen aus ihr zieht und daß man durch immer weiter entwickelte Konsequenzen schließlich zu Schlußfolgerungen vordringt, die direkt durch das Experiment geprüft werden können. So war es auch bei der Relativitätstheorie. In den verschiedensten Richtungen, z. B. hinsichtlich der Elektrodynamik schnell bewegter Elektronen, hinsichtlich der Mechanik und Thermodynamik hat man solche Folgerungen entwickelt, indem man an die Einsteinschen Grundgedanken anknüpfte, und man hat so eine große Zahl von Konsequenzen abgeleitet.

Unglücklicherweise liegen nun aber die Verhältnisse hier insofern sehr ungünstig, als die errechneten Effekte in fast allen Fällen von einer solchen Kleinheit sind, daß die experimentelle Prüfung ungemein schwierig, ja meistens mit den heutigen technischen Mitteln unausführbar ist. Man muß sich unter diesen Umständen damit begnügen, in einigen wenigen Fällen, in denen Beobachtungen möglich sind, die der Theorie nicht direkt widersprechen, eine *vorläufige* Bestätigung der Theorie zu erblicken. Hier sind besonders die Versuche zu erwähnen, die über die Abhängigkeit der magnetischen Ablenkbarkeit schneller Elektronenstrahlen von der Geschwindigkeit ausgeführt wurden*). Der bekannte Michelsonsche Versuch kann als Konsequenz der Relativitätstheorie nicht herangezogen werden, da sein Ergebnis, die Unabhängigkeit der optischen Erscheinungen von der absoluten Bewegung, nicht als Folgerung, sondern als eine der Voraussetzungen der Relativitätstheorie angesehen werden muß.

Man kann nun aber auch noch auf einem anderen

*) *Einstein*, Ann. d. Phys. 17, 891, 1905.

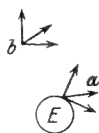
**) Vergl. z. B. *Laue*. Das Relativitätsprinzip, Vieweg u. S. 1911, S. 7.

*) *Bucherer*, Ann. d. Phys. 28, 585, 1909. *Hupka*, ebenda, 31, 169, 1910.

Wege die Zulässigkeit einer physikalischen Theorie prüfen, auf einem Wege, der zwar in vielen Fällen nicht zum Ziel führen wird, der aber überall da, wo prinzipielle Grundlagen in Frage kommen, wenigstens versucht werden sollte. Dieser Weg besteht darin, daß man die begriffliche Bedeutung und den Umfang der Grundsätze einer Theorie möglichst scharf umschreibt und so die Grenzen dieser Grundsätze feststellt. Wenn das geschehen ist, so sieht man weiter zu, ob und in wiefern die Grundbegriffe ineinandergreifen, oder ob sie sich etwa widersprechen. Findet man, daß die Grundbegriffe und Grundsätze unabhängig voneinander sind und daß sie sich gegenseitig nicht stören, so ist die Theorie als zulässig im logischen Sinne zu erachten. Ist dies nicht der Fall, so ist die Theorie falsch und muß geändert werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus kann man die Grundsätze der Relativitätstheorie analysieren. Betrachten wir zunächst:

1. *Das Relativitätsprinzip.* Was darunter zu verstehen ist, darüber sind die Meinungen keine ganz eindeutigen, selbst der Erfinder der Theorie hat sich hierüber im Laufe der Zeit keine feste Meinung bewahrt. *Einstein**) hat 1907 dieses Prinzip so formuliert: Das Relativitätsprinzip ist die Voraussetzung der Unabhängigkeit der Naturgesetze vom Bewegungszustande des Bezugssystems. — An einem Beispiel erläutert, würde dieses Prinzip folgendes aussagen: Denken wir uns irgendeinen beliebigen Körper, z. B. die Erde *E*.



Mit ihr sei ein Koordinatensystem *a* fest verbunden. Denken wir uns dann fernerhin noch irgendwo ein zweites Koordinatensystem *b*, so sagt das obige Relativitätsprinzip aus, daß die auf der Erde beobachteten Naturgesetze unabhängig davon sind, wie sich das Bezugssystem *a* mitsamt der Erde relativ zu dem beliebigen Koordinatensystem *b* bewegen mag.

Ferner sagt *Einstein*, daß das Relativitätsprinzip bisher nur auf beschleunigungsfreie Bezugssysteme angewandt worden sei. Auf unser Beispiel übertragen heißt dies, daß man bis dahin nur solche Fälle der Bewegung von *a* relativ zu *b* betrachtet hatte, die keine Beschleunigungskomponenten enthielten, in denen also nur Geschwindigkeiten vorkamen. *Einstein* stellt sich die Frage, ob das Prinzip auch für Bezugssysteme gilt, die *beschleunigt* sind. Er bejaht diese Frage**) und erweitert***) das Prinzip ausdrücklich auf den Fall gleichförmiger Beschleunigung des Bezugssystems.

*) *Einstein*, Jahrbuch d. Radioakt. u. Elektronik, 4, 454, 1907.

**) *Einstein*, Jahrbuch d. Radioakt. u. Elektronik, 4, 454, 1907.

***). Vergl. auch *Planck*, Ann. d. Phys. 26, 13, 1908; *Sommerfeld*, Phys. ZS. 10, 817, 1909.

Ich will einen älteren Einwand, der schon vor mehreren Jahren gemacht wurde, übergehen, nämlich den Einwand von Herrn *Ehrenfest**). Dieser Einwand ist von Herrn *Planck***) vor mehreren Jahren widerlegt worden. Ich will gleich zu einem von mir***) gemachten, sehr einfachen Einwand übergehen. Denken wir uns etwa obiges Koordinatensystem *b* mit dem Fixsternhimmel fest verbunden. Dann sieht man, daß nach unseren heutigen physikalischen Kenntnissen jede reine, gleichförmige Translation von *a* gegen *b* keine Unterschiede im Verhalten der Erscheinungen auf der mit *a* fest verbundenen Erde erzeugen würde; für diese Art von Bewegung wäre also das Relativitätsprinzip gültig. Wohl aber erzeugt die *rotatorische* Bewegung von *a* gegen *b* besondere Erscheinungen auf der Erde, nämlich Zentrifugalkräfte, die sich experimentell auch aufzeigen lassen, z. B. durch Pendelversuche. Für *rotatorische* Bewegungen gilt mithin das Relativitätsprinzip nicht, hier liegt eine Grenze des Prinzips vor; das Prinzip umfaßt also nicht alle Fälle von Bewegung und ist darum kein allgemeines Prinzip.

Diese Konsequenz wurde nicht von allen Autoren für richtig befunden. Besonders wurde sie bekämpft von Herrn *Grünbaum*†); Herr *Ishiwara*††) hat sich der Meinung von Herrn *Grünbaum* angeschlossen. Auch Herr *Petzold*†††) verteidigt das metaphysische Postulat, daß die an bewegten Naturkörpern beobachteten Erscheinungen, inklusive die bei der Rotation auftretenden, nur durch relative Bewegungen der Körper zueinander und nicht durch sogenannte absolute Bewegungen§) bedingt sein dürfen. Dieser manchen Menschen sympathische Satz, der nichts anderes ist als ein allgemeines Relativitätsprinzip für *ponderable* Körper, verdankt seine Entstehung offenbar der außerordentlich *phoronomischen* Naturbetrachtung. *Einstein* selbst hat ursprünglich§§) das Relativitätsprinzip nur angewendet auf gleichförmige Translationen, dann hat er es, wie erwähnt, erweitert auf beschleunigte Translationen, und endlich hat er es in einer mehrere Monate nach der meinigen erschienenen Veröffentlichung wieder beschränkt§§§) auf vollkommen gleichförmige Translationen. Herr *Einstein* teilt also augenscheinlich die Ansicht der Herren *Grünbaum*, *Ishiwara* und *Petzold* in seinen bisherigen Publikationen nicht.

Nun fragen wir uns: was folgt daraus, wenn wir die Ansicht, daß das Relativitätsprinzip auf gleich-

*) *Ehrenfest*, Phys. ZS. 10, 918, 1909.

**) *Planck*, Phys. ZS. 11, 294, 1910.

***). *Gehreke*, Verh. D. Phys. Ges. 13, 665, 990, 1911; 14, 294, 1912.

†) *Grünbaum*, Verh. D. Phys. Ges. 13, 851, 1911; 14, 288, 1912.

††) *Ishiwara*, Jahrbuch d. Radioaktivität u. Elektronik, 9, 560, 1912.

†††) *Petzold*, Verh. D. Phys. Ges. 14, 1055, 1912.

§) Über den Sinn der absoluten Bewegung vergl. *Gehreke*, Sitzungsber. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. München 1912, S. 209.

§§) *Einstein*, Ann. d. Phys. 17, 891, 1905.

§§§) *Einstein*, Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. 56, 1, 1912.

förmige Translationen beschränkt bleibt, annehmen? Wir beschränken dann also die gesamte Relativitätstheorie auf genau gleichförmige Translation. Daraus aber folgt, daß irdische Physiker, die in irdischen Laboratorien Versuche anstellen, die Theorie nicht auf ihre Experimente anwenden können. Denn wir befinden uns auf der relativ zum Fixsternhimmel rotierenden Erde und bewegen uns außerdem im Kreise um die Sonne. *Einstein* hat also mit der Beschränkung des Relativitätsprinzips auf gleichförmige Translation die Theorie vom Erdboden getilgt. Man müßte sich einen Himmelskörper suchen, der keine rotatorischen Bewegungskomponenten hat; die auf diesem Himmelskörper wohnenden Physiker hätten allenfalls noch Aussicht, die Relativitätstheorie anzuwenden, aber nur dann, wenn sie keine Apparaturen haben, in denen Zentrifugalkräfte auftreten. Beschränkung ist hier gleichbedeutend mit Vernichtung der Theorie. Dies ist der eine gegen die Relativitätstheorie erhobene Einwand.

2. Der zweite Einwand betrifft die *Einstein*-sche Zeitdefinition in ihrer Stellung zum Relativitätsprinzip. Zur Illustration dieser Zeitdefinition knüpfen wir etwa an folgendes, von *Einstein**) erläuterte Beispiel an, durch das Herr *Einstein* klarer als durch sonst ein Beispiel und klarer als in seiner ersten, in den Annalen der Physik 1905 erschienenen Publikation auseinandersetzt, wie er sich die von ihm erfundene Ansicht über die Zeit denkt:

Wir stellen uns zwei Uhren, *A* und *B*, vor. Die

$$\textcircled{A} \textcircled{B} \longrightarrow$$

Uhren sollen relativ zueinander ruhen. Dann gehen sie, wenn sie zu irgendeiner Zeit gleich gingen, auch ferner genau gleich, solange die relative Ruhe zwischen *A* und *B* erhalten bleibt. Jetzt möge aber die eine Uhr, etwa *B*, von *A* fortbewegt werden mit einer Geschwindigkeit *v*, gemessen mit Hilfe der Uhr *A*. Der Zeitablauf auf der Uhr *B* soll jetzt nach *Einstein* ein anderer sein gemäß der Formel:

$t_B = t_A \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, wo t_A die Zeit von *A*, t_B diejenige von *B*, *c* eine Konstante ($= 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec.) bedeutet. Ein mit *B* mitbewegter Beobachter würde zwar nichts von dem geänderten Zeitablauf merken, da er ja auf seine Uhr *B* angewiesen ist und da nicht nur diese seine Uhr *B*, sondern auch alle Naturprozesse an ihm und an mitbewegten Körpern in gleicher Weise zeitlich modifiziert werden sollen. *Einstein* denkt sich aber auf folgende Weise die veränderte Gangart der Uhr *B* feststellbar: Man bewegt *B* erst eine

$$\textcircled{A} \textcircled{B} \longleftrightarrow$$

Weile fort, dann kehrt man die Bewegung plötzlich um, so daß *B* mit der Geschwindigkeit $-v$ zu *A* zurückkehrt. Nunmehr tritt ein Unterschied der

Angaben beider Uhren zutage: die bewegte Uhr *B* geht, wenn sie wieder bei *A* angekommen ist nach, und zwar um einen Betrag, der sich aus obiger Formel leicht ableiten läßt.

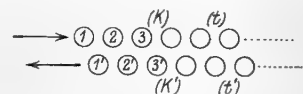
Dieses relativtheoretische Beispiel einer durch Bewegung hervorgerufenen Verzögerung des zeitlichen Ablaufes kann noch drastischer veranschaulicht werden, wenn man sich statt der Uhren *A* und *B* Organismen vorstellt. Hören wir Herrn *Einstein* selbst: „Wenn wir z. B. einen lebenden Organismus in eine Schachtel hineinbrächten und ihn dieselbe Hin- und Herbewegung ausführen ließen wie vorher die Uhr, so könnte man es erreichen, daß dieser Organismus nach einem beliebig langen Fluge beliebig wenig geändert wieder an seinen ursprünglichen Ort zurückkehrt, während ganz entsprechend beschaffene Organismen, welche an dem ursprünglichen Orte ruhend geblieben sind, bereits längst neuen Generationen Platz gemacht haben. Für den bewegten Organismus war die lange Zeit der Reise nur ein Augenblick, falls die Bewegung annähernd mit Lichtgeschwindigkeit erfolgte! Das ist eine unabwiesbare Konsequenz der von uns zugrunde gelegten Prinzipien, die die Erfahrung uns aufdrängt.“ Der durch Bewegung gehemmte Zeitablauf soll also hiernach nicht nur unter gewissen Voraussetzungen vom Standpunkt eines ruhenden Systems aus subjektiv behauptet werden dürfen, der gehemmte Zeitablauf soll objektive, physikalische Realität haben.

Anknüpfend an dieses Beispiel läßt sich folgender Einwand*) gegen die *Einstein*-sche Relativitätstheorie herleiten: Denken wir uns den obigen Vorgang derart wiederholt, daß jetzt die Uhr *B* die

$$\longleftrightarrow \textcircled{A} \textcircled{B}$$

ruhende, *A* die bewegte ist. Dann sind in obiger Formel die Indices *A* und *B* zu vertauschen, es muß also jetzt die Uhr *A* nachgehen. Wir können uns den Vorgang der Bewegung von *A* so ausgeführt denken, daß er phoronomisch in relativer Hinsicht gleich dem obigen ist, wo *B* bewegt wurde und wo also dementsprechend *B* nachging. Zwei in phoronomisch-relativer Hinsicht identische Bewegungsvorgänge ergeben also voneinander verschiedene Endresultate. Hieraus ist zu erkennen, daß die *Einstein*-sche Zeitdefinition mit dem Relativitätsprinzip in Widerspruch ist, auch wenn dieses auf gleichförmige Translation beschränkt bleibt. Gegen die *Einstein*-sche Zeitdefinition selbst wird also kein Einwand erhoben, sondern gegen ihre Kombination mit dem auf Seite 63 (1) formulierten Relativitätsprinzip in ein und demselben theoretischen System.

Wer sich daran stößt, daß in dem von Herrn *Einstein* erörterten Beispiel plötzliche Geschwindigkeitsänderungen, also Beschleunigungen, vorkommen, mag den folgenden Fall betrachten: Eine



*) *Einstein*, Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges., Zürich. 56, 1912, S. 11 u. folg.

*) *Gehrcke*, Sitzungsber. d. Königl. Akad. d. Wiss., München. 1912, S. 220 ff.

Reihe von Uhren (oder Organismen) 1, 2, 3, ... die ein *stets* in gleichförmiger Translation begriffenes System K bilden, werde an einer Reihe 1', 2', 3', ... von Uhren (oder Organismen) eines Systems K' , das ebenfalls *stets* in gleichförmiger Translation begriffen war, parallel und nahe vorbeibewegt. Dann hat jedes der Systeme K und K' seine Eigenzeit t resp. t' . Die Eigenzeiten sind unabhängig vom Ort, d. h. alle Uhren 1, 2, 3, ... zeigen das Gleiche (oder alle Organismen 1, 2, 3, ... sind im gleichen Entwicklungsstadium), und auch alle Uhren 1', 2', 3' ... zeigen das Gleiche (oder alle Organismen 1', 2', 3' ... sind im gleichen Entwicklungsstadium). Die Differenz der Zeitangaben der Uhren beider Systeme K und K' sei $\Delta = t - t'$ (oder die Differenz der Entwicklungsstadien der Organismen, gegeben etwa durch die Körperlänge, sei Δ). Dann muß es nach *Einsteins* Zeitvorstellung einen Unterschied machen, ob das System K' relativ zu K , oder ob K relativ zu K' bewegt wird: Wenn K' bewegt wird und K ruht, so wird die Zeit t' relativ zu t gehemmt, also die Größe Δ wird *zunehmen*; ist K' ruhend, K bewegt, so wird die Zeit t relativ zu t' gehemmt, d. h. Δ muß *abnehmen*. Wir kommen also auch hier, wo keinerlei Beschleunigungen vorhanden sind, zu verschiedenen Ergebnissen, wenn zwei Bewegungen in phoronomisch relativer Hinsicht identisch sind.

Dieses Ergebnis eines logischen Widerspruchs innerhalb der Relativitätstheorie folgt auch unabhängig von jedem speziellen Beispiel direkt aus der *Einsteinschen* Zeitformel. In ihr wird, mag man die Theorie drehen und wenden, wie man will, von vornherein ein prinzipieller Unterschied zwischen Bewegung und Ruhe eingeführt. Das Festhalten an einer Zeitfunktion wie derjenigen von *Einstein* muß darum notwendig auf *absolute* Translationen führen, d. h. zum Ausschluß des Relativitätsprinzips. Andererseits basiert die Relativitätstheorie auf *beiden* Voraussetzungen: auf der Zeitdefinition und dem Relativitätsprinzip. Die Theorie enthält also zwei logisch unvereinbare Annahmen und daher ist zu schließen, daß sie falsch ist.

Man kann die Theorie dadurch zu retten suchen, daß man das Relativitätsprinzip der Seite 63 (1) über Bord wirft. Diesen Weg hat *Wiechert**) eingeschlagen. Auf diese Weise wird augenscheinlich erreicht, daß die *Wiechertsche* Theorie in sich konsequent zu gestalten ist. Diese Relativitätstheorie wird jedoch, wie es nicht anders sein kann, zu einer Absoluttheorie, da *Wiechert* absolute Translationen einführen muß, die er „Schreitungen“ nennt. Wohl aber scheint mir diese Theorie auch auf beschleunigte Bewegungen anwendbar zu sein.

Es sei noch bemerkt, daß nur eine einzige Zeitfunktion gefunden wurde, die mit dem Relativitätsprinzip in obigem Beispiel der bewegten Uhren vereinbar erscheint, nämlich $t_A = t_B \cdot a^v$, wo a eine Konstante. Diese Zeitfunktion wäre aber unvereinbar mit der Voraussetzung einer Gleichförmigkeit des Raumes.

*) *Wiechert*, Phys. ZS. 12, 689, 737, 1911.

3. Der dritte Einwand gegen die Einsteinsche Lehre betrifft eine von dieser aufgestellte und viel erörterte These, nämlich die These, daß es keinen Sinn habe, einen Äther in die Physik einzuführen. Das Relativitätsprinzip bezieht sich zwar allgemein auf *irgendwelche* Bezugssysteme, aber diese nehmen *stets* Bezug auf Körper, Atome, Elektronen u. dergl., nie auf einen Äther, und es wurde als ein Fortschritt und als ein Vorteil der Relativitätstheorie bezeichnet, daß sie den hypothetischen „Äther“ entbehrllich mache und ihn als unnötiges und willkürliches Phantasieprodukt aus der Physik verbanne. Nun kann man aber zeigen, daß die Annahme eines „Äthers“ nicht nur mit dem Prinzip der Relativität verträglich ist, sondern im Gegenteil durch ein *allgemeines* Relativitätsprinzip nahe gelegt wird. Denken wir uns etwa irgendeinen, relativ zu den Fixsternen rotierenden Körper. Daß die Spannungen, die in dem Körper bei Bewegung relativ zum Fixsternhimmel auftreten, irgend etwas mit den Fixsternen zu tun hätten, wäre eine absurde Idee; die Zentrifugalkräfte entstehen also durch „absolute“ Bewegung. Dieser Gedanke macht eine gewisse Schwierigkeit, weil man nach einem Standpunkt sucht, relativ zu dem die Rotation vor sich gehen soll. Sobald wir uns aber denken, im Raum wäre noch irgendeine unsichtbare, imponderable Materie vorhanden — ob kontinuierlich oder diskontinuierlich, das ist hier belanglos —, so haben wir die Möglichkeit, ein allgemeines Relativitätsprinzip aufrechtzuerhalten, ohne zunächst mit irgendwelchen Beobachtungen in Widerspruch zu kommen. Auch die Zentrifugalkräfte rotierender Körper wären dann durch Bewegung relativ zum Äther gegeben*); wir müßten jetzt allerdings annehmen, daß ebenso wie bei absoluter Rotation des Körpers auch bei absoluter Rotation des den Körper umgebenden und durchdringenden Äthers Zentrifugalkräfte an dem absolut ruhenden Körper als saugende Kräfte entstehen. Die Annahme des Äthers erscheint also geeignet, ein allgemeines Relativitätsprinzip für die Physik zu vermitteln.

Äther und Relativitätsprinzip stützen sich hier nach gegenseitig, während die Relativitätstheoretiker behauptet hatten, daß sie sich gegenseitig ausschließen. Dieser Einwand gegen die Relativitätstheorie wurde, wenn auch in wesentlich anderer Form als hier, von *Wiechert***) zum Gegenstand längerer Ausführungen gemacht. Trotzdem diese Arbeit *Wiecherts* offenkundig etwas Richtiges zum Ziel hat, ist sie von *Laue*†) und *Campbell*††) bekämpft worden, von dem letzteren in ziemlich starken Ausdrücken.

4. Der vierte Einwand gegen die Relativitätstheorie läßt sich gleichfalls sehr einfach darlegen. Wenn diese Theorie eine allgemeine Bedeutung haben soll, so müssen sich nicht nur die Erscheinungen der Elektrodynamik und Optik, sondern es

*) *Gehrcke*, Verh. D. Phys. Ges. 13, 667, 1911; Sitzungsber. d. Kgl. Bayer. Akad. München. 1912, S. 222.

**) *Wiechert*, I. c.

†) *Laue*, Phys. ZS. 13, 118, 1912.

††) *Campbell*, Phys. ZS. 13, 120, 1912.

muß sich z. B. auch die Gravitation in das System einfügen lassen. *Einstein* selbst hat dies versucht, nach ihm haben *Abraham**) und *Nordström***) von relativtheoretischer Grundlage aus ebenfalls eine Theorie der Gravitation zu geben versucht. Der Standpunkt der verschiedenen Autoren in den hierbei erörterten Fragen ist nicht ganz einfach zu charakterisieren, weil mehrfach in den verschiedenen Abhandlungen ein und desselben Autors die verschiedenartigsten Standpunkte eingenommen werden. Es fehlt nicht viel, und das Relativitätsprinzip greift noch auf das literarische Gebiet über: es erhält, ganz entsprechend dem in der Relativitätstheorie üblichen Verfahren, irgendeine von irgendeinem Autor zu irgendeiner Zeit gemachte Angabe über die Gravitation erst dann einen Sinn, wenn auch der Ort der Veröffentlichung angegeben wird. — Neuerdings hat Herr *Abraham*†) gegen die Relativitätstheorie eingewendet, daß in dieser kein Platz für die Gravitationserscheinungen sei; in der Tat sind in den verschiedenen Stadien von *Einstein*s Gravitationstheorie die wesentlichen Postulate der Relativitätstheorie, nämlich die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und die Invarianz der Gleichungen bei *Lorentz*-Transformationen fallen gelassen oder bis zur Unkenntlichkeit verändert worden. Dieses Bedenken gegen die Relativitätstheorie erscheint Herrn *Abraham* so gravierend, daß er die Theorie eine „gestrige“ nennt.

Der *Abrahamsche* Einwand ist von demselben Gewicht für die Theorie wie derjenige, betreffend die Rotation, über den oben berichtet wurde: wenn die allgemeinen relativtheoretischen Grundlagen auf irgendein physikalisches Erscheinungsgebiet nicht anwendbar sind, so ist die Anwendung dieser Grundlagen für jedes Erscheinungsgebiet, also auch für die Elektrodynamik, als physikalisch unhaltbar erkannt, selbst wenn die Theorie mathematische Vorzüge besitzt und wenn sie in sich vollkommen logisch konsequent wäre. Ein solcher Schluß ist natürlich auf die *Lorentzsche* Theorie, welche mit der *Einstein*schen in den Hauptgleichungen identisch ist, nicht übertragbar, da die *Lorentzsche* Theorie von vornherein auf die Elektrodynamik und Optik beschränkt bleibt und die Grundlagen der Phoronomie und Mechanik unberührt läßt.

Wir kommen hiernach zu dem Schluß, daß die *Einstein*sche Interpretation der *Lorentz*schen Gleichungen undurchführbar ist und daß die Elektrodynamik fürs erste auf den Standpunkt, auf dem sie sich vor der *Einstein*schen Interpretation befand, zurückkehren muß. Die Frage kann nur noch die sein, ob sich unter den Trümmern der alten Relativitätstheorie irgendwelche brauchbaren Stücke befinden. Am ehesten erscheint es mir aussichtsvoll, zu versuchen, ob sich ein allgemeines Relativitätsprinzip, das auch die Rotation umfaßt, ohne eine neue Zeitdefinition, in Anlehnung an die von der Relativitätstheorie verworfene Ätherhypothese, durchführen und

fruchtbar verwenden läßt. Andererseits ist es von vornherein nicht ausgeschlossen, in Anlehnung an *Wiechert* (s. oben) eine physikalische Absoluttheorie auszubilden, die ein Gegenstück zur nichteuklidischen Geometrie sein würde*). In einer solchen Theorie könnte die *Einstein*sche Zeitdefinition beibehalten werden, aber das auf S. 63 (1) zitierte Prinzip der Relativität müßte allgemein (auch für gleichförmige Translationen) fallen gelassen werden; selbstverständlich müßte diese Theorie u. a. auch die Gravitation mit umfassen. Die „klassische Relativitätstheorie“, welche ein Gemisch von einander widersprechenden Prämissen darstellt, ist aber jedenfalls ein interessanter Fall von Massensuggestion in der Physik gewesen, besonders in den Ländern der deutschen Zunge. Vor etwa zehn Jahren war Frankreich der Hauptschauplatz einer physikalischen Massensuggestion, als in Nancy die N-Strahlen „entdeckt“ waren, deren Dasein dann von den verschiedensten Beobachtern bestätigt wurde. Man kann nun die Frage aufwerfen: Wo wird die nächste große Massensuggestion auf physikalischem Gebiet in Szene gesetzt werden?

Das Eindringen der naturwissenschaftlichen Methoden in die Geisteswissenschaften.

Von Privatdozent Dr. M. Brahn, Leipzig.

Erst als die Mathematik grundsätzlich in die Physik eingedrungen war, wurde diese eine strenge und methodisch geordnete Wissenschaft. Nach langer Zeit der Forschung kam man so weit, die Physik in die Physiologie einzuführen, womit diese wiederum einen neuen Grad der Genauigkeit bekam. Die hochentwickelte Physiologie übertrug erst auf ganz begrenzte, dann auf immer weitere Gebiete der Psychologie ihre Methoden. So ist ein Fortschreiten exakter Methoden auf Gebiete von immer größerer Komplikation in stetiger geschichtlicher Entwicklung zu verzeichnen.

Die Fachphilosophen, bis tief ins 19. Jahrhundert hinein neben den Theologen die Vertreter der Psychologie, zeterten über diesen Einbruch so unbequemer Methoden in ihr bisher so bequem zu bebauendes Feld. Sie bewiesen sogar haarscharf, daß es unmöglich ist, Experiment und Mathematik auf die Psychologie anzuwenden — die Unmöglichkeit alles Neuen ist ja von jeher gern bewiesen worden. Jetzt kann nur noch darüber Streit herrschen, wie weit das Experiment sich auf die Psychologie ausdehnen läßt, und wie weit andere Methoden ergänzend eintreten müssen. Schon geht der Siegeszug der naturwissenschaftlichen Methode aber weiter, und wiederum lächeln die Geisteswissenschaftler, und werden auch schnell beweisen, wie ganz unmöglich es ist, die Methoden der Naturwissenschaft auf die Geisteswissenschaften anzuwenden. Das Experiment aber, die Statistik und die gesamte naturwissen-

*) *Abraham*, Phys. ZS. 13, 1, 1912.

**) *Nordström*, Phys. ZS. 13, 1126, 1912.

†) *Abraham*, Ann. d. Phys. 38, 1056, 1912; 39, 444, 1912.

*) *Varičak*, Jahresber. d. Deutschen Mathem. Vereinigung 21, 103, 1912.

schaffliche Anschauung und Methodik der modernen Vererbungslehre drängen sich immer tiefer in die Geisteswissenschaften herein, immer kritischer freilich sich ihrer Grenzen bewußt werdend. Niemand glaubt mehr, daß sich die Arbeit der Geisteswissenschaft in Experiment und Statistik erschöpfen lasse, aber immer mehr lernt man die Hilfe kennen, die zunächst von den Methoden der Psychologie her für die Geisteswissenschaft geleistet werden kann. In den Grundlagen, in der Erforschung der Urtatsachen kann sich wohl keine Disziplin mehr der Methoden entschlagen, die ihr von der Psychologie als experimenteller Wissenschaft geboten werden.

Den Anfang machte *die Pädagogik*; das liegt wohl daran, daß in einer Wissenschaft, die praktisch angewandt wird, die Fehler, die Reste der alten Methode am deutlichsten erkannt werden: daß man sich hier am meisten dessen bewußt wird, wie wenig positive Kenntnisse als Grundlagen der unterrichtlichen Tätigkeit vorhanden sind. In den anderen Wissenschaften, etwa in der Geschichte, kann man sich darüber viel leichter täuschen; es gibt keine Anwendung, die das Unzureichende der Kenntnisse so stark zeigt; die Persönlichkeit kann durch Ideenreichtum über die *Sicherheit* der Grundlagen und der Ergebnisse forttäuschen. In der Pädagogik aber brauchte man bei der zunehmenden Feinheit des Unterrichts und den wachsenden Ansprüchen an die Schule eine genaue Kenntnis des Kindes, der Methoden, der Grundlagen für die Einrichtung der Schulorganisation. Nicht die Erfindung neuer Methoden oder neuer Schulorganisationen ist die Hauptaufgabe des Experiments geworden, vielmehr noch ihre Durchprüfung, ihre Ausfeilung, Verbesserung. Man kann verschiedener Meinung darüber sein, welche Bedeutung die bisherigen Ergebnisse des Experiments für die Praxis haben; der Einfluß aber, den das Experiment auf die Gesamtaufassung der Wissenschaft gehabt hat, ist enorm. Man wagt es nicht mehr, leichtfertig irgend eine kleine subjektive Erfahrung zu verallgemeinern; überall legt man durch Massenbeobachtungen eine bessere Grundlage, und wo es irgend angängig ist, macht man Experimente, um sich über die Tragfähigkeit der Behauptungen zu unterrichten.

Neben das Experiment tritt sehr stark die statistische Untersuchung, in doppelter Weise. Sie richtet sich in unseren modernen Massenschulen auf große *Durchschnittswerte* äußerer Verhältnisse, die für die Schule von Bedeutung sind, etwa auf die Schlafslängen der Schüler, die Wohnungsverhältnisse, soziale Lage, Abhängigkeit der Leistung von der sozialen Lage. Sie versucht aber auch, die Leistungen des Schülers, seine Anlagen, seine Neigungen, seine Ideale, durch umfangreiche Statistiken festzustellen, und so zu erfahren, wie sich der Schüler im Durchschnitt zur Welt stellt.

Die Methoden selbst erfahren eine starke Umgestaltung, sobald sie in die Praxis der Geisteswissenschaften eindringen, und man wird einst dazu kommen, neue Regeln über die Methodik des Experimentes selber aufzustellen, zu erweitern und zu ändern, was man bisher als reines Experiment be-

zeichnet hat. Am deutlichsten läßt sich das vielleicht machen, wenn man den Unterschied der physikalischen und der biologischen Untersuchung auf die Psychologie überträgt. In dem einen Falle ist die völlige Sicherheit und Genauigkeit aller Bedingungen die Grundlage des richtigen Ergebnisses, in dem anderen wird die Intensität der Genauigkeit durch die große Zahl ersetzt, und die Wahrscheinlichkeit, ein sicheres Ergebnis zu haben, wächst mit der Anzahl der Fälle, die nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitslehre verrechnet werden. Man will ja oft in der praktischen Wissenschaft etwas ganz anderes als in der theoretischen: in dieser allgemeine Gesetze, in jener Kenntnis von Durchschnittswerten, Regeln und noch mehr von Einzelfällen, Persönlichkeiten und persönlichen Eigenschaften.

Ein zweites Gebiet, auf das sich das Experiment jetzt zu erstrecken beginnt, ist das des wirtschaftlichen Lebens, d. h. die *Nationalökonomie*. Die *Statistik* hat in der Nationalökonomie seit langem eine Rolle gespielt, und es gibt Menschen, die höchstens noch die historische Methode der Vergleichung anerkennen, sonst aber glauben, daß die Nationalökonomie nur so weit eine Wissenschaft ist, als sie auf Statistik ruht. Dazu kommt nun die Übertragung des Experimentes direkt aus der Psychologie in die Nationalökonomie. Deutsche und Amerikaner wetteifern seit den letzten 3 Jahren in der Übertragung experimentell-psychologischer Methoden auf das Wirtschaftsleben. Zuerst waren es wohl die Fragen, welche die moderne Arbeitsweise aufgibt, deren Lösung hier versucht wurde. Wann der Arbeiter am besten arbeitet, wann er am schlechtesten arbeitet, welchen Einfluß die Monotonie, welchen Einfluß die Abwechslung hat; wie die Verkürzung der Arbeitszeiten auf die Leistungen wirkt, und wodurch sie wirkt, das sind Fragen, die mit psychologischen Methoden allein zu beantworten sind. Die moderne Arbeitsweise kommt der Anwendung solcher Methoden entgegen, weil sie außerordentlich gleichförmig ist, und daher von selbst sehr regelmäßige Bedingungen herstellt, bei denen man leicht aus den Wirkungen auf bestimmte Ursachen schließen kann. Daher wählt man zur Untersuchung am besten solche Arbeitsformen, die wie die Arbeit beim Schriftsetzer oder in einer modernen Textilfabrik recht gleichmäßig verlaufen. Da läßt sich die vorhandene Ermüdung auf verhältnismäßig einfache Faktoren zurückführen.

Viel weiter gehend versucht man in Amerika die experimentellen Methoden auf das Wirtschaftsleben anzuwenden. Es bilden sich bereits Vereinigungen, um praktisch in die Wirtschaft auf Grund psychologischer Experimente einzugreifen. Man möchte feststellen, welche Persönlichkeiten am geeignetsten für bestimmte Berufe sind, indem man untersucht, welche besonderen Eigenschaften etwa die Wagenführer der elektrischen Bahnen haben müssen, um möglichst sicher und gut zu fahren. Es gehören dazu gewisse Eigenschaften der Aufmerksamkeit, die Fähigkeit, das Gesamtstraßenbild leicht zu überschauen, auf Einzelheiten zu achten und schnell auf etwaige Störungen mit Hebelbewegungen zu rea-

gieren. Sowohl diese Leistung der Aufmerksamkeit, wie die Geschwindigkeit der Reaktion lassen sich experimentell untersuchen. Darauf also richteten sich die Versuche, Taugliche und Untaugliche zu unterscheiden. So wurden Telephonistinnen, Arbeiter verschiedener Berufe, Schiffsoffiziere untersucht, und da auch in Deutschland bei der immer schärfer werdenden Konkurrenz in den Berufen sich Komitees zur Beratung bei der Berufswahl gebildet haben, so wird es an der Zeit sein, auch bei uns an solche Versuche heranzugehen. Nach einer ganz anderen Richtung gehen die amerikanischen Experimente über die psychologischen Wirkungen etwa der Anzeigen, der Reklamemittel, der Feststellung unerlaubter Nachahmungen usw. Es läßt sich z. B. zeigen, daß eine Inschrift, die eine ganze Seite einnimmt, nicht etwa viermal so gut im Gedächtnis haftet, wie eine solche von einer viertel Seite, sondern viel kräftiger, daß also die alte Erfahrung, daß „je größer die Reklame ist, sie auch um so mehr wirkt“, sich bestätigt.

Nach einer anderen Seite gehen die naturwissenschaftlichen Methoden da, wo sie mit oder ohne Experiment sich mit der Auslese der Arbeiter, mit den Wirkungen des Alkohols auf die Generationen, mit dem Verfall der großstädtischen Familien der Arbeiter und ähnlichen wichtigen Problemen beschäftigen. Da sind es besonders die Engländer, die bereits in einem besonderen Eugenik-Institut die Wirkungen der Vererbung, der Umgebung, der Arbeitsweise auf die Geschlechter untersuchen. Viele falsche Anschauungen werden dadurch zerstört; so etwa zeigte sich, daß man den Alkoholismus in seiner Bedeutung für die Nachkommenschaft sicherlich überschätzt hat, es zeigt sich die Vererbung der Intelligenz und vieles sonst, das für das Verständnis der wirtschaftlichen Dinge wichtig ist.

Auf dem letzten Juristentage ist bereits davon gesprochen worden, daß es nötig sei, die jungen *Juristen* mit der Psychologie, natürlich in der Form der modernen experimentellen Psychologie vertraut zu machen. Es waren zwei große Komplexe, die auf die Bedeutung solcher exakter Untersuchungen für die Jurisprudenz aufmerksam machten: die Zeugenaussage und die Willensfreiheit. Aus vielen rein experimentellen Untersuchungen ging hervor, in welchem enormen Maße die Aussagen Erwachsener, ganz besonders aber der Kinder, ungenau sind. Man machte Erfahrungen darüber, in welchen Punkten man sich auf die Aussagen verlassen kann, in welchen man das nicht kann, und jetzt kommt es bereits vor, daß der Psychologe als Sachverständiger über den Wert von Zeugenaussagen vernommen wird. Da aber die Zeugenaussagen unser Prozeßsystem in weitestem Umfange beherrschen, ist die Bedeutung dieser Untersuchungen noch gar nicht abzusehen, wenn es erst einmal psychologisch gebildete Juristen geben wird, die sich mit voller Kenntnis der Bedingungen der Disziplin annehmen.

Dann hat die Entwicklung der modernen Strafrechtswissenschaft dazu geführt, die Freiheit des menschlichen Willens nicht nur grundsätzlich zu behandeln. Man ist davon abgekommen, anzunehmen, daß man eine Handlung entweder mit voller Willens-

freiheit vollzieht, oder willenlos sich ihr hingibt. Die sogenannte verminderte Zurechnungsfähigkeit erobert sich, wenn vielleicht nicht das Gesetz, so doch das Bewußtsein der Richter. Eine Analyse aber der Vorgänge, die den Willen im einzelnen bestimmen, kann natürlich in strenger Weise nur das psychologische Experiment leisten. Und so kommt denn das ganze Strafrecht mit seinen Strafbestimmungen immer mehr unter psychologischen Einfluß.

Eine besondere Form, in der die Erkenntnisse der experimentellen Psychologie vom Juristen verwendet werden, ist die Jugendkunde, die der modernen Einrichtung des Jugendgerichts erhebliche Dienste geleistet hat. Auch da begnügt man sich nicht mehr mit dem Schematismus, daß jemand bis zum 12. Jahre straffrei, dann in bestimmter Weise straffähig ist, sondern man sucht je nach dem besonderen Entwicklungsalter, nach den Einflüssen, die in jedem Alter in Betracht kommen, von Fall zu Fall die Strafe weniger dem Verbrechen als dem Verbrecher anzupassen. In demselben Maße nun, wie die Jugendkunde selbst sich immer mehr auf den Boden des Experimentes aufbaut, muß es auch die Tätigkeit der Jugendrichter tun.

Die oben erwähnte Psychologie der Aussage erstreckt ihre Bedeutung aber auch noch auf ein anderes geisteswissenschaftliches Gebiet, auf die *Geschichte und Philologie*. Diese haben ja dauernd mit der Prüfung von Zeugen direkter oder indirekter Art zu tun, denn alle Urkunden, aus denen sie schöpfen, sind schriftlich niedergelegte Zeugenaussagen. Die Methodik der Geschichtswissenschaft hat sich ja nach dieser Seite schon lange stark entwickelt; ihr bedeutendster Vertreter, *Bernheim*, hat anerkannt, wieviel die experimentelle Psychologie der Aussage zu leisten vermag. Die bisherige Methodik bewegt sich gar zu sehr auf dem Gebiet wenn auch langer und sorgfältiger, so doch zufälliger Erfahrungen. Über die verschiedenen Formen und Ursachen der Irrtümer in Berichten kann man sich nicht klar sein, ehe nicht ein kausales Verständnis durch das Experiment gewonnen ist. Auf ein Gebiet von Bedeutung hat z. B. *Carl Marbe* hingewiesen, auf die psychischen Gleichförmigkeiten. Er hat gefunden, daß eine Anzahl Menschen über einen Gegenstand in einer unerwartet gleichmäßigen Weise aussagen, daß z. B., wenn man beliebige Farbennamen aufschreiben läßt, die meisten Menschen „rot“ schreiben, daß, wenn man eine beliebige Zahl von 1 bis 10, von 11 bis 20 aufschreiben läßt, meist die Zahlen mit der Endziffer 5 oder die um die 5 herumliegenden Zahlen geschrieben werden, und daß eine Zahl um so seltener auftritt, je mehr ihre Endziffer von 5 abweicht. Solche Gleichförmigkeiten kommen vor, auch wo Kulturen voneinander ganz verschieden sind, und sie zeigen, wie wenig man Ähnlichkeiten und Abhängigkeiten miteinander verwechseln darf, worauf wiederum *Marbe* besonders hingewiesen hat. Auf einem ähnlichen Gebiete liegt die vom Experiment begonnene Untersuchung des ungeheuren Einflusses der Suggestion, der die Berichte gerade über die interessantesten Vorgänge völlig zu verfälschen vermag.

Für die *Geschichte* hat die experimentelle Psychologie eine noch größere Bedeutung da, wo die Geschichte selbst anfängt, immer mehr eine psychologische Wissenschaft zu werden. Es bleibt natürlich immer dabei, daß das letzte und feinste der nachfühlende Historiker ohne Experiment und Statistik schaffen muß; aber die Vorbereitung für dessen zusammenfassendes Werk, das Verständnis für normale und krankhafte Entwicklung einer Zeit, die Ursachen, aus denen Veränderungen und Erschütterungen hervorgehen, kann heute nur noch aus dem Studium der experimentellen Psychologie, zum Teil sogar der Psychologie der geistigen Erkrankungen gewonnen werden. Daher hat auch ein Mann wie *Lamprecht*, der den Versuch macht, die Geschichte im höchsten Grade kausal zu bearbeiten, aus den Seelenregungen einer Zeit deren Verhalten zu verstehen, sich unmittelbar an die Psychologie *Wundts* und *Lipps'* angeschlossen.

Doch auch der *naturwissenschaftlichen und statistischen Methode* vermag sich die Geschichte nicht mehr zu entziehen. Je mehr sie die Wirtschaftsgeschichte betreibt und als einen der wesentlichsten Faktoren der Entwicklung ansieht, um so mehr braucht sie statistische Grundlagen. Aber auch die rein politische Geschichte bedarf naturwissenschaftlicher Grundlagen, insofern als sie etwa das Wesen, die Eigenart der Herrscher in der Genealogie immer mehr aus den Gesetzen der Vererbung zu verstehen sucht und hier nun in bezug auf die Häupter der Staaten einen Untersuchungsweg einschlägt, der, auf die Völker selbst bezogen, schon lange begangen wird. Die Bedeutung der *Rasse* für die Geschichte gehört ja zu den beliebtesten Problemen unserer Zeit, und nur die naturwissenschaftliche Theorie wird letzten Endes darüber zu entscheiden haben, ob es überhaupt möglich ist, eine einheitliche Rasse festzustellen, und ob die *Merkmale der Rasse genau bestimmt werden können*. Sollte das geglückt sein, dann wird die Psychologie in der Form einer besonderen experimentellen Rassenpsychologie zunächst einmal festzulegen haben, wie sich in den einfachen und höheren Funktionen die Rassen voneinander unterscheiden, und dann erst wird es möglich sein, Schlüsse auf die geistig verschiedenen Wesen der Rasse zu ziehen. Solange hier diese beiden Wissenschaften nicht gesprochen haben, wird auch die Geschichte im Dunkeln tappen, und da zeigt sich am deutlichsten, wie einer der wichtigsten Faktoren, nach einigen der wichtigste der geschichtlichen Betrachtung, ohne naturwissenschaftlichen Geist nicht zu lösen ist. Auf Vorurteile schlimmster Art stößt man, wenn man diese nun einmal nicht zu umgehenden Probleme von Kulturhistorikern auf eigene Faust gelöst sieht, sei es, daß sie wie *Taine* alles auf das Milieu oder in der Weise *Chamberlains* alles auf die Rasse zurückführen. Die junge Wissenschaft der Soziologie vermag, wie der letzte Soziologentag wieder aufs deutlichste gezeigt hat, keinen rechten Schritt vorwärts zu kommen, weil die naturwissenschaftlichen Grundlagen für die letzten Probleme fehlen. Da heißt es vorläufig abwarten, bis die Naturwissenschaft gesprochen hat.

Es geht hier die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Methoden für die Geisteswissenschaften am deutlichsten hervor. Sie bedeuten niemals für das Gestalten der letzten Ideen das wesentliche Moment; weder der Historiker, noch der Pädagoge können mit ihnen ihr Werk schaffen; dazu gehört eine Ausweitung der Betrachtung, die nur die Phantasie schaffen kann, dazu gehört ein weiterer Faktor, ein instinktives Verhalten, das nicht von der Naturwissenschaft ausgeht. Aber die Grundlagen in allen Wissenschaften werden zunehmend mehr von dem Geiste gelenkt werden, der keinen besseren Ausdruck gefunden hat, als in den Methoden der Naturwissenschaft, die zunächst die Psychologie übernahm. Sie werden den Unterbau in zunehmendem Maße liefern; wie weit sie es gestatten werden, auch die höheren Stufen auszubauen, ja, wohl sogar die Ornamentik zweckmäßig zu gestalten, das vermag niemand vorherzusagen. Denn allen Beweisen zum Trotz wehet auch dieser Geist, eben weil er einer der höchsten Formen des Menschengeistes ist, wohin er will.

Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst. *)

Von Prof. Dr. Otfried Müller,
Direktor der medizinischen Klinik in Tübingen.

Man liest häufig: die medizinische Wissenschaft hat das Wesen einer bisher unaufgeklärten Krankheit ergründet; aber man hört auch oft: der ärztlichen Kunst ist es gelungen, diesen oder jenen Menschen dem Leben zu erhalten. Von unserer gelehrten Tätigkeit hat man im allgemeinen den mehr unpersönlichen Eindruck einer exakten Wissenschaft gewonnen, von unserem ärztlichen Wirken aber den mehr persönlichen einer Art künstlerischen Schaffens beibehalten. Wie weit besteht wohl dieser vom Publikum halb unbewußt gemachte Unterschied wirklich zu Recht, und wie weit ist etwa Aussicht vorhanden, daß er sich im Laufe der Zeiten mehr und mehr verwischt, daß sich aus einer rationellen Wissenschaft eine ebensolche Therapie entwickelt, daß unsere ganze Tätigkeit eine einheitliche werden mag und kann?

Zur Beantwortung dieser Frage muß zunächst erörtert werden, in welchem Sinne unsere heutige klinische Wissenschaft eine exakte genannt werden kann, und wie weit sie demgemäß wirklich von einer einheitlichen Methode beherrscht wird. Während in früheren Zeiten die Medizin grobenteils von der Spekulation geführt wurde, während man bald diesem, bald jenem aprioristischen System folgte und zahlreiche verschiedene Schulmeinungen einander ablösten, begann man in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts sich allmählich den Tatsachen zuzuwenden.

Zuerst in Paris, später in Wien wurden die Grundlagen für den einen Eckpfeiler der modernen Medizin gelegt; die Lehre von den durch krankhafte Prozesse im Körper gesetzten morphologischen Veränderungen, die pathologische Anatomie wurde in den Vordergrund der Betrachtung gerückt und zu einer exakten Wissenschaft erhoben.

*) Eine Antrittsvorlesung.

Die große Fruchtbarkeit pathologisch-anatomischer Betrachtungsweise für die Klinik zeigte sich alsbald in dem raschen Aufblühen der diagnostisch und symptomatologisch eine neue Epoche heraufführenden Wiener Schule. Aber zugleich wurden auch die schwachen Seiten einseitiger anatomischer Behandlung klinischer Dinge in dem praktisch ärztlichen Versagen der alten Wiener Richtung, in ihrem bekannten therapeutischen Nihilismus erkennbar.

Hier brachte erst der andere Grundpfeiler der modernen Klinik wieder Abhilfe und Rückkehr zu gesunden Zuständen, die Lehre von den in kranken Tagen vor sich gehenden funktionellen Veränderungen des Körpers, die pathologische Physiologie. Dieser Lehre als einer der ersten Bahn gebrochen zu haben, ist das unvergängliche Verdienst eines erst 26 jährigen Tübinger Dozenten, nachmals Inhabers des gleichen Lehrstuhles, den zu vertreten ich die Ehre habe, *Karl August Wunderlich*.

Dieser gründete im Jahre 1841 zusammen mit *Roser* das Archiv für physiologische Heilkunde, das zuerst unumwunden die Forderung stellte, es müsse mit den damals geläufigen Vorstellungen teils der Symptomatiker, teils der Idealisten, teils der Naturhistoriker gebrochen und durch eine andere, der Physiologie sich anschließende Methode eine geläuterte Grundlage für die Erfahrung gewonnen werden.

„Der Ausdruck physiologische Heilkunst,“ so sagt *Wunderlich*. „von uns gewählt, um auszudrücken, daß die Pathologie im Gegensatz zu allen ontologischen und personifikatorischen Auffassungen nur die Physiologie des kranken Menschen sei, andererseits, um zu erinnern, daß sie derselben Mittel und Methoden zur Festlegung der Tatsachen und derselben Logik in Durchführung der Beweise bedürfe, wie bei der Lehre von dem gesunden Menschen bereits anerkannt war — dieser Ausdruck wurde das Stichwort der Zeit, und viele rühmten sich, der physiologischen Richtung anzugehören, welche weder die Aufgabe erfaßt hatten, noch die Mittel, ihr zu entsprechen, besaßen.“ Man könnte meinen, diese in den vierziger Jahren geschriebenen Worte entstammten der allerjüngsten Zeit. Sie sind heute so aktuell, wie damals. Ja sogar das jetzt so geläufige Wort „pathologische Physiologie“ kommt als Titel einer Studie über das Blut bereits bei *Wunderlich* vor.

Und so kann man auch jetzt noch in ganz gleicher Weise definierend und ungrenzend mit *Wunderlich* sagen: „Die Medizin der Gegenwart kennt ihre Aufgabe und ihre Pflichten als einen Teil der unermesslichen und erhabenen Wissenschaft von der Natur. Sie ist sich klar geworden, daß ihre Grundlagen nur die Tatsachen sind und daß das Verständnis der Tatsachen, soweit es überhaupt möglich ist, nur in der Verbindung der Tatsachen selbst zu finden ist. Sie weiß aber auch, daß wahrhaftige Tatsachen nur durch strengste Anforderung an die Methode der Forschung und durch die stete Erinnerung an die Fehlerquellen gewonnen werden.

Man hält nicht mehr den Geist für verbannt, weil er gezwungen wird, an den Methoden zu arbeiten und seine Einfälle der scharfen Kontrolle einer disziplinierten Logik zu unterwerfen. Man denkt nicht mehr daran, der Natur ein System aufzuzwingen, sondern man strebt, das Sein und Geschehen, wie es ist und wo es ist, in möglichster Reinheit aufzudecken.

Die Gegenwart will nichts von pathologisch-anatomischen Einseitigkeiten, aber sie begreift, daß man über Zustände, bei welchen Organe verändert sind, nichts weiß, solange man die Veränderungen an diesen nicht kennt; sie läßt weder eine ausschließliche Pathologie der Säfte noch der Solida gelten, denn sie vergißt nicht, daß die einen wie die anderen zum Organismus gehören; sie meint nicht von Übertragung ausschließlicher chemischer Konjekturen Aufschlüsse zu erhalten, aber sie muß verlangen, daß die Verbindungen und Trennungen der Stoffe auch im kranken Menschen verfolgt und aufgeklärt werden; sie wähnt nicht, daß durch Vordringen bis zur äußersten Grenze des Sichtbaren die Geheimnisse des Lebens sich erschließen; aber sie hält keine Tatsache für unwert, mag sie der groben Masse entnommen oder an den minimalsten Partikeln des Körpers gefunden sein. Sie sieht in dem kranken Menschen einen Organismus, dessen Verhältnisse niemals gründlich und allseitig genug zu durchforschen und aufzuklären sind, und sofern sie nichts mehr und nichts weniger als eine Lehre von der Natur des kranken Menschen in allen Gestaltungen seines Krankseins zu sein sucht, kann die Medizin der Gegenwart eine physiologische heißen.

Läßt unsere Wissenschaft heutzutage das Übergewicht eines ihrer Einzelbezirke nicht mehr zu, so weist sie mit noch entschiedenerem Proteste die Einmischung von außen ab. Aber sie hat auch aufgehört, über Punkte zu diskutieren, die sie, so sehr sie ihre allgemeine Wichtigkeit anerkennt, nicht in den Kreis der Betrachtung zu ziehen vermag. Transzendente Probleme liegen jenseits ihrer Grenze, und sie hat für sie keine Antwort und kein Urteil. Sie hat gegen sie von ihrem Standpunkt aus das Recht und die Pflicht einer achtungsvollen aber strengen Neutralität. Niemand mehr als der Arzt hat Gelegenheit, sich zu überzeugen, daß das Gemüt berechnete Bedürfnisse hat, zu deren Befriedigung alles Wissen von der Natur insuffizient ist, und niemand mehr als der Arzt hat die Pflicht, die Ruhe des Gemütes und das Glück des Herzens in dem Besitze ideeller Güter als ein Heiligtum zu achten. Wenn dessen ungeachtet in unserer Zeit von einzelnen beklagenswerte Übergriffe in der Naturforschung fremde Gebiete gemacht worden sind, so haben solche im Moment des Übergreifens aufgehört, Naturforscher zu sein. Die Naturlehre hat sich zu bescheiden mit dem Stück Wahrheit, das in den Erscheinungen liegt, und dieses Stück ist kein kleines.“

So sprach *Wunderlich* im Jahre 1859. Es dürfte kaum möglich sein, Inhalt, Umgrenzung und Ziel unserer klinischen Wissenschaft heute würdiger, ja auch nur moderner zu präzisieren. So bleibt uns

nur festzustellen, was ist inzwischen von dem großen unverrückbar gegebenen Programm erfüllt worden, wie weit sind wir seither in der vorgezeichneten Richtung fortgeschritten, und vor allem, sind uns Rückschritte und Irrwege dabei erspart geblieben? Einiges davon sei hier erörtert:

Was zunächst die naturwissenschaftliche Behandlung des klinischen Stoffes betrifft, so ist sie heute ausnahmslos im ganzen Bereiche der speziellen Pathologie durchgeführt. Die Methodik aber, mittels deren das geschieht, ist noch keine einheitliche. Die roh empirische, beschreibende, deduktive Form, die Methode *Linnés* und *Curiers*, macht der biologischen, induktiven, auf physiologischer Grundlage aufgebauten, dem was in der Botanik und Zoologie das natürliche System gebracht hat, noch immer einen breiten Raum streitig.

Am meisten macht sich dieser Gegensatz beim Lehren und Lernen geltend. Wo man induktiv vorgehen kann, wo sich gesetzmäßig das ganze Wesen eines Krankheitsprozesses oder doch seine wichtigsten Züge von den Ursachen über den Werdegang zu den voll ausgebildeten Symptomen und zur Lösung des Konfliktes im einen oder anderen Sinne aufbauen lassen, da tun Lehrende wie Lernende leicht; da bedarf es nur einigen Verstandes und Interesses, um bald ein bleibendes Bild zu gewinnen. Wo aber deduktiv verfahren werden muß, wo es heißt: diese und jene oft scheinbar unzusammenhängenden Symptome kommen nebeneinander in einem Krankheitsbild vor, ihre Ursachen kennt man nicht, ihre Entwicklung pflegt erfahrungsgemäß die und die zu sein, da beginnen für beide Teile große Schwierigkeiten. Die Fülle des empirischen Materiales drückt und scheucht den Anfänger, er droht im uferlosen Meer scheinbar zusammenhangloser Tatsachen zu versinken. „Von einer scharfen Beobachtungsgabe, der Fähigkeit zu kombinieren, und dem Besitz einer großen Anzahl von Erinnerungsbildern,“ so sagt *Krehl*, „wird hier der Erfolg abhängen,“ der sich naturgemäß erst dem Älteren, Erfahreneren erschließen kann.

Hoffen wir, daß es der emsigen Arbeit unserer Zeit in immer rascherem Tempo gelingen möge, die weißen Flecken der reinen, rohen Empirie auf der Landkarte der medizinischen Wissenschaft einzuzengen und sie durch die wohlcharakterisierten Bilder rationalistisch-induktiver Forschungsergebnisse zu ersetzen.

Während auf dem Gebiete physiologischer Durchdringung unserer Materie gewaltige Fortschritte zu verzeichnen sind, muß man sich ernsthaft fragen, ob das an anderen Punkten des Wunderlichen Programmes in gleicher Weise der Fall ist. Wenn wir die berechtigte Forderung ins Auge fassen, unsere Wissenschaft solle heutzutage das Übergewicht eines ihrer Einzelbereiche nicht mehr zulassen, sie möge z. B. nichts von pathologisch-anatomischen Einseitigkeiten mehr wissen und lasse weder eine ausschließliche Pathologie der Säfte noch der Solida gelten, da eben beide zum Organismus gehören, so springt in die Augen, daß wir nicht immer so weitschauend, so objektiv und gleichmäßig gerecht nach allen Seiten hin geblieben sind.

Wer wie ich *Virchow*-Schüler gewesen ist, erinnert sich lebhaft der Zeit, als alle Probleme innerhalb der Zelle begrenzt waren, so daß derjenige Gefahr lief, für einen Phantasten gehalten zu werden, der auch im Säftestrom etwas suchte. Heute wiederum, nachdem die Morphologie in ausgiebigster Weise fruktifiziert ist, haben die serologischen Verfahren aussichtsreiche Gebiete erschlossen, die Probleme liegen jetzt wieder mehr zwischen den Zellen, und die Wissenschaft ist in der bekannten Spiralbewegung neuerdings bei humoralpathologischen Anschauungen angelangt.

In ähnlicher Weise ist es mit der Chemie gegangen. Es liegt ja nun einmal in der Eigenart der Medizin als Naturwissenschaft, daß die Methodik jeweils eine große Rolle spielt. Neue Methoden erlauben für neue Gedankenkreise den Boden der Erfahrung zu sichern. Als daher die organische Chemie in ungeahnter Weise ausgebaut worden war, kam auch für die Medizin eine überwiegend chemische Ära. So schrieb *r. Noorden* in der Einleitung zur ersten Auflage seiner Pathologie des Stoffwechsels, die Chemie sei das bevorzugte Forschungsgebiet der nächst folgenden Zeit und gleichzeitig dasjenige, auf welchem allein eine rationelle Therapie dauernd festen Grund finden könne. Das schoß nun bei weitem über das Ziel hinaus. Auf *Peltenkofer-Voil* ist *Rubner* gefolgt, auf die Stoffbilanz die Energiebilanz, und allenthalben haben uns mechanische, elektrische, thermische und optische Methoden zu schönen Erfolgen auf klinischem, wie therapeutischem Gebiete geführt. Besonders *Romberg* hat gezeigt, daß sich neben dem chemischen auch das physikalische Arbeitsgebiet im Rahmen der gesamten Medizin ebenbürtig sehen lassen darf.

Wir sollten daher wirklich im Sinne der Wunderlichen Forderungen heute kein, immer von Subjektivität zeugendes, Primat der einen oder anderen Arbeitsrichtung mehr zulassen. Was entscheidet, muß allemal der Erfolg sein. Ob man beim Goldgraben die Hacke oder den Spaten verwendet, ist gleichgültig. Die allein wichtige Frage ist, ob man mit seinem Gerät wirklich etwas Rechtes findet und fördert.

Daß es weiter bei der enormen Ausdehnung der für die Medizin in Betracht kommenden Hilfswissenschaften zu einer Arbeitsteilung, zur Spezialisierung der produktiven Arbeit kommen mußte, ist selbstverständlich, und die Klage über Einseitigkeit auf produktivem Gebiet ist oft eher schädlich als nützlich gewesen. Ich erinnere mich, daß ein Mann wie *Emil Fischer* vor ca. 20 Jahren sein Kolleg mit dem Hinweis darauf begann, selbst bevorzugte Köpfe vermöchten nicht mehr, das Gebiet der Chemie und der Physik gemeinsam zu überschauen und auf beiden Seiten produktiv zu arbeiten. Wie sollen wir Mediziner es dann vermögen, die nur einen Teil ihrer Arbeitskraft der rein wissenschaftlichen Tätigkeit widmen dürfen? Das müßte notwendig zur Zerplitterung und Oberflächlichkeit führen; und so kennen wir denn in der Tat heute gerade in der Medizin auch manchen, von dem das bekannte Wort gilt: „Es glänzen viele in der Welt, sie wissen von allem zu sagen.“ Aber es dürfte uns andererseits

schwer fallen, die Namen derer zu nennen, die auf chemischem, physikalischem und meinetwegen bakteriologisch-serologischem Gebiet gleichzeitig mit wirklichem Erfolg neben ihrem ärztlichen und Lehrberuf produktiv tätig sind. „Wer etwas Tüchtiges leisten will,“ von dem heißt es heute mehr denn je, „er sammele still und unerschlaft im kleinsten Punkte die höchste Kraft“.

Die ernstesten Gefahren der Einseitigkeit lassen sich durch die rezeptive Tätigkeit, namentlich durch den Zwang guten Unterrichtes leicht vermindern. Hier ist schon gesorgt, daß man immer bewußt bleibt, von welchem Baum der Zweig stammt, auf dem die Frucht der eignen Spezialforschung reift. Auch die Praxis und der Umgang mit den in der Praxis stehenden Kollegen tut hier das Ihre.

Und schließlich macht sich noch ein weiterer Punkt bei der Durchführung des biologischen Programmes von Zeit zu Zeit recht störend und irreführend bemerkbar. Gewiß war es gut und notwendig, daß wir aus der Philosophie herauskamen, soweit es sich um rein metaphysische Dinge handelt. Daß aber in unserem Werdegang logische und erkenntnistheoretische Studien seit vielen Generationen völlig fehlen und durch eine sehr reiche naturwissenschaftliche Ausbildung ausschließlich ersetzt sind, macht sich in einem erschreckenden Mangel an Kritik gelegentlich sehr deutlich bemerkbar.

Würden wir, die wir eine Erfahrungswissenschaft betreiben sollen, auch nur einmal in unserem Bildungsgange auf die Grenzen hingewiesen, innerhalb deren Erfahrung allein möglich ist, so dürfte es seltener so gehen, wie in jenem berühmten ersten Gespräch unserer beiden größten Dichter. Dabei skizzierte *Goethe* bekanntlich *Schillern* mit einigen Strichen das Bild der Urpflanze, wie es sich im Anschauen der italienischen Pflanzenwelt seinem geistigen Auge entwickelt hatte, und das er, weil im Anschauen gewonnen, für seine Erfahrung hielt. *Schiller* aber, der unter dem frischen Eindruck *Kants* stand, antwortete ihm prompt: „Das ist keine Erfahrung, das ist eine Idee.“ So geht es heute noch jeden Tag, und daher stammt *Schmiedebergs* berühmtes Urteil über gewisse pharmakologische Schriften, daß deren Verfasser sich damit begnügen, die Eindrücke zu erzählen, die sie über die Erfolge der angewandten Mittel empfinden, indem sie ihre subjektive Überzeugung mit der Erfahrung verwechseln.

Das krassste Beispiel, wohin der Mangel an philosophischer Kritik und namentlich die Unfähigkeit der Unterscheidung zwischen Idee und Erfahrung uns praktisch gelegentlich führt, ergibt sich aus der Lehre von den Drüsen mit innerer Sekretion. Es ist noch gar nicht lange her, daß man unter dem Einflusse postdarwinistischer Ideen alle Drüsen und drüsenartigen Gebilde, die gar keinen oder einen obliterierten Ausführungsgang haben, für entwicklungsgeschichtliche Relikte, für überflüssige, sinnlos gewordene sog. rudimentäre Organe hielt. Der Mensch erschien keineswegs mehr als die Krone der Schöpfung, dessen Organe weitgehend als integrierende Bestandteile des Ganzen bestehen, sondern,

wie ein bitterer Kritiker dieser Richtung bemerkte, als eine organische Rumpelkammer.

Ohne es zu wollen, machte man die experimentelle Probe auf das Exempel dieser für Erfahrung gehaltenen, weil aus vergleichender Anschauung gewonnenen Ideen. Man entfernte die ganze Schilddrüse, der Erfolg war eintretender Schwachsinn. Seitdem ist man nun kritisch experimentell vorgegangen, und da hat sich für die allermeisten sog. rudimentären Organe eine wichtige Funktion ergeben, und heute ist die Lehre von den inneren Sekretionen, von der sog. chemischen Korrelation der Organe eines der fruchtbarsten Gebiete unserer Wissenschaft.

Auch an der Hand eines Beispiels aus der eigenen Tätigkeit sei noch auf die Fruchtbarkeit, ja Notwendigkeit eines richtig eingestellten Wechselspiels zwischen Idee und Erfahrung für unsere Wissenschaft hingewiesen. Seit *Claude-Bernard*, *Brown-Sequard* und *Carl-Ludwig* zeigte sich immer mehr die äußerst feine und ganz der Idee einer inneren Zweckmäßigkeit im Sinne *Kants* entsprechende Anordnung der Gefäßinnervation, welche es gestattet, daß jedes Organ ganz nach dem jeweiligen Bedürfnis mehr oder weniger Blut erhält. Nur im Gehirn konnte man trotz häufig wiederholter Untersuchungen keine derartigen Einrichtungen mit Sicherheit nachweisen, und hervorragende englische Physiologen gingen soweit, anzunehmen, die Blutversorgung des Gehirns sei lediglich von den Schwankungen des allgemeinen Blutdrucks abhängig, unser wichtigstes und feinst differenziertes Organ besitze keine Selbststeuerung seiner Blutzufuhr. Angesichts der heuristisch überaus fruchtbaren Vorstellung von der inneren Zweckmäßigkeit der Organismen schien mir diese mechanistische Auffassung a priori schon äußerst unwahrscheinlich. Und in der Tat ergaben denn auch daraufhin vorgenommene eingehende Untersuchungen, die ich zusammen mit *Siebeck* anstellte, das tatsächliche Vorhandensein von Vasomotoren auch im Gehirn. Die Resultate sind inzwischen von physiologischer Seite nachgeprüft und ihrem Wesen nach bestätigt worden. Man kann also heute von ihnen als einer gesicherten Erfahrungstatsache reden.

Es dürfte mithin nichts schaden, wenn unsere jungen Leute auch im Unterricht darauf hingewiesen würden, daß man im Anschauen der Dinge zunächst Ideen gewinnt, und daß diese erst durch richtig gewählte experimentelle Untersuchungen an der Hand der Methoden in den gesicherten Bestand der Erfahrung hinübergeführt werden können. Gerade der Mediziner, der mehr als andere am Strom des Lebens steht, und dem sich naturgemäß teils aus sich selbst, teils aus dem Munde des Volkes tausendfältige Ideen und Meinungen aufdrängen, gerade er braucht die Kritik am meisten und gerade ihm wird sie im Unterricht dauernd und völlig vorenthalten, so daß er im besten Falle auf diesem Gebiet Autodidakt ist. Das war zu *Wunderlichs* Zeiten noch anders, und das merkt man auch deutlich an der Art seiner Ausführungen.

(Schluß folgt.)

Die Naturwissenschaften an den Lehrerbildungsanstalten.

Von Prof. Dr. F. Poske, Berlin-Dahlem.

Während für die höheren Schulen schon seit einer Reihe von Jahren eine immer mehr um sich greifende Reformbewegung im Gange ist, hat sich erst in letzter Zeit das Interesse weiterer Kreise auch den Lehrerbildungsanstalten zugewandt. Und doch handelt es sich hier um ein Problem, das die Gesamtheit der Gebildeten angeht. Die Hebung der naturwissenschaftlichen Bildung in der großen Masse des Volkes ist eine wichtige Kulturaufgabe; will man diese richtig anfassen, so muß man den Hebel vor allem an der Stelle ansetzen, wo die Lehrer des Volkes, die Volksschullehrer, ihre Ausbildung erhalten.

In richtiger Würdigung dieser Sachlage hat sich denn auch neuerdings der Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (D. A.) einer intensiven Erörterung des Unterrichts an den Lehrerseminaren zugewandt und das Ergebnis seiner Beratungen in einer umfangreichen Denkschrift*) niedergelegt, die an alle maßgebenden Stellen im Deutschen Reich, insbesondere an die Unterrichtsbehörden, versandt worden ist. Daß sich hier Hochschullehrer und Lehrer höherer Schulen vereinigt haben, um Pläne für die Reform der Volksschullehrerbildung auszuarbeiten, wird hoffentlich von keiner Seite als Eingriff in ein fremdes Gebiet angesehen werden, vielmehr dürfte den reformfreundlichen und reformverlangenden unter den Seminar- und Volksschullehrern eine solche Mitwirkung nur erwünscht sein, wie denn auch von seiten der Unterrichtsverwaltungen den Vorschlägen das regste Interesse entgegengebracht ist.

Die Denkschrift beginnt mit einer Reihe von Leitsätzen über Charakter und Organisation der Volksschullehrerseminare, aus denen folgendes hervorgehoben sei: Das Seminar ist einerseits in seinem Betriebe, der Ausstattung mit Lehrmitteln und der Vorbildung der Lehrkräfte den höheren Schulen soweit wie möglich anzunähern; es ist aber doch anderseits im Gegensatz zu den höheren Schulen eine *Berufsschule*; die von ihm zu gebende Allgemeinbildung hat daher in erster Linie die Aufgaben des Volkserziehers zu berücksichtigen. . . . Unter den Lehrfächern sind diejenigen zu bevorzugen, zu deren Beherrschung praktische Übung und Ausbildung, Benutzung von Sammlungen, Apparaten und dergl. erforderlich ist; dagegen können solche Lehrfächer eingeschränkt werden, die sich später mit Hilfe guter Bücher weiterpflegen lassen. . . . Das Hauptziel des Unterrichts muß (im Gegensatz zu dem jetzt vielfach üblichen Drill) auf die Erziehung zu Selbsttätigkeit und Urteilsfähig-

keit auf Grund eigener geistiger Arbeit gerichtet sein. . . . Damit dies Ziel um so sicherer erreicht werde, wird für die oberste Stufe eine Gabelung vorgeschlagen, wodurch der verschiedenen Begabung der Schüler Rechnung getragen und ihnen eine freiere Entfaltung ihrer Kräfte ermöglicht werden kann. . . . Dem allzu reichlichen Betrieb von Fremdsprachen, namentlich der obligatorischen Einführung zweier Fremdsprachen, wird mit Entschiedenheit entgegengetreten, da für den künftigen Volksschullehrer die Aneignung praktischer und namentlich auch naturwissenschaftlicher Kenntnisse unbedingt als bei weitem wertvoller erachtet werden muß. . . . Nicht unwichtig ist auch die Frage der Vorbildung der am Seminar unterrichtenden Lehrer. Diese müssen imstande sein, den Unterricht auf allen Stufen in wissenschaftlichem Geiste zu erteilen; es dürfte nicht mehr vorkommen, daß bloße Volksschullehrerbildung zur Erteilung dieses Unterrichts als genügend erachtet wird, oder daß die Lehrer am Seminar genötigt werden, je nach den Augenbedürfnissen sich in allen möglichen Unterrichtsfächern zu betätigen.

Die Lehrplanentwürfe des D. A. beziehen sich auf Mathematik, Naturwissenschaften und Erdkunde. Für die Mathematik wird an die Grundsätze angeknüpft, die in den sog. Meraner Lehrplänen von der Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte (der Vorgängerin des D. A.) aufgestellt worden sind; es werden nicht mehr Stunden gefordert, als schon jetzt in der Regel diesem Fache zugewiesen sind. Der Lehrstoff erstreckt sich bis zu Logarithmen, Trigonometrie und den einfachsten Konstruktionen der darstellenden Geometrie.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht dagegen wird ein Mehr von 18 Wochenstunden (einschließlich 10 Stunden praktischer Übungen) gegenüber den jetzigen preußischen Lehrplänen auf den fünf unteren Jahrgängen des Seminars gefordert. Um dies zu rechtfertigen, wird die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Unterrichts für die Ausbildung des künftigen Volksschullehrers aufs eingehendste dargelegt. Besonders beachtenswert ist der Hinweis darauf, wie notwendig für diesen das Verständnis des modernen Wirtschaftslebens ist, in dem die Naturobjekte und Naturkräfte eine beherrschende Rolle spielen. Noch wichtiger ist die Kennzeichnung des Wertes der naturwissenschaftlichen Bildung für die gesamte Welt- und Lebensauffassung. „Heute fehlt dem nicht naturwissenschaftlich Geschulten vielfach das sichere Urteil, das ihn feit gegen die Macht des Aberglaubens wie gegen die unbewiesenen und unbeweisbaren Hypothesen derer, die das Weltgetriebe restlos erklären zu können glauben. Erst der in echt wissenschaftlichem Sinne betriebene Unterricht in den Naturwissenschaften kann hier Wandel schaffen; er wird den ins Leben tretenden jungen Menschen die unverrückbare Grenze erkennen lehren zwischen Wissen und Glauben, wird ihn bewahren vor einseitiger Parteinahme und schroff verdamnendem Urteil in dem über alles Wissen hinausgehenden rein persönlichen Gebiet des Glaubens. Wissen macht

*) Vorschläge für den mathematischen, naturwissenschaftlichen und erdkundlichen Unterricht an Lehrerseminaren. Unter Mitwirkung von Fachmännern ausgearbeitet vom Deutschen Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. (Schriften des Deutschen Ausschusses Heft 14.) Leipzig, B. G. Teubner 1912. 49 S.

frei — behauptet ein alter Satz; aber es macht auch bescheiden und schafft sittlich reife, nach festen Lebensgrundsätzen handelnde Persönlichkeiten.“

Der Raum gestattet nicht, auf die Pläne für die einzelnen Naturwissenschaften näher einzugehen; man wird in ihnen durchweg die sorgfältig abgewogene, dem besonderen Zweck angepaßte Auswahl und Anordnung des Stoffes anerkennen müssen. Eine besonders wichtige Forderung ist die, daß praktische naturwissenschaftliche Übungen den Unterricht in allen diesen Fächern zu begleiten haben, ja daß dieser in gewissem Sinne geradezu auf solchen Übungen aufzubauen ist. Dies ist um so nötiger, als der Schüler des Seminars in der künftigen eigenen Lehrertätigkeit allen Anforderungen gewachsen sein muß, die das Experiment und die Demonstration der Naturobjekte an seine technische Ausbildung stellen. Von den 10 Übungsstunden, die in dem vorliegenden Plan auf die ersten fünf Unterrichtsjahre entfallen, kommen 9 Stunden der Physik, 4 der Chemie und 7 der Botanik und Zoologie zugute. Überdies ist daran gedacht, daß durch Exkursionen auf allen diesen Gebieten, wie auch namentlich dem geologischen, die Anschauung gepflegt und bereichert wird.

Für den erdkundlichen Unterricht endlich sind die Reformvorschläge maßgebend gewesen, die der deutsche Geographentag 1911 für den Unterricht an höheren Schulen aufgestellt hat; auch hier werden verbindliche Unterrichtsausflüge und Schulreisen behufs Ergänzung des Vorstellungskreises und zur Belebung der Anschauung in Aussicht genommen.—

Eine zweite Schrift über Lehrerbildung ist von dem Hamburger Seminardirektor Dr. *Umlauf* im Auftrage des Bundes für Schulreform soeben herausgegeben*). Sie enthält die Ergebnisse einer Rundfrage, die in betreff der gesamten Unterrichtsverhältnisse in Mathematik und Naturwissenschaften an eine große Zahl deutscher Lehrerseminarien gerichtet worden ist. Die Genehmigung dazu wurde in Preußen und Mecklenburg bedauerlicherweise verweigert, in allen übrigen Bundesstaaten anstandslos erteilt. Da die Seminare in den verschiedenen Staaten sehr abweichende Verfassungen haben, so fielen auch die Antworten sehr verschieden aus, aber doch ergibt sich im ganzen ein deutliches und zuverlässiges Bild der jetzt bestehenden Zustände, soweit sich ein solches überhaupt auf schriftlichem Wege und ohne persönliche Kenntnisnahme gewinnen läßt. Wie es freilich hier und da noch zugeht, ist aus mitgeteilten privaten Äußerungen früherer Seminaristen ersichtlich, in deren einer es heißt: „Im Unterricht ist stets nur geredet worden; zu einem wirklichen Arbeiten, Beobachten, Präparieren sind wir *nie* gekommen . . . ein Mikroskop habe ich *nie* gesehen; in drei Jahren habe ich nur eine Exkursion gemacht.“ Klagen über die Pflege bloßen Wortwissens und Mangel an wissenschaftlicher Bildung bei den

Fachlehrern kehren in vielen Zuschriften wieder. Andererseits legen Urteile sächsischer Seminarlehrer Zeugnis von einer hohen Stufe des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den betreffenden Anstalten ab. Eine ganz bevorzugte Stellung nehmen die Naturwissenschaften an dem Lehrerseminar in Lübeck ein; dort ist ihnen fast genau die gleiche Stundenzahl zugewiesen, wie die in den Vorschlägen des D. A. geforderte; auch das Hamburger Seminar hat in seinem neuen Lehrplan vom 5. März 1912 nahezu die gleiche Zahl von Stunden für den naturwissenschaftlichen Unterricht angesetzt. Damit ist bereits die Durchführbarkeit der vom D. A. geforderten Stundenzuteilung erwiesen.

An die Darstellung der Ergebnisse der Rundfrage schließen sich Vorschläge des Ausschusses von Fachleuten, der dem Verfasser bei der Bearbeitung zur Seite gestanden hat. In diesen wird an erster Stelle der Wert der Mathematik für die gesamte geistige Schulung hervorgehoben und eine Stoffbegrenzung ähnlich der vom D. A. empfohlenen gutgeheißen. Besonderes Gewicht wird dabei auf die mathematische Geographie gelegt, als auf ein Gebiet, das eine wundervolle Synthese von Mathematik, Physik und Chemie darstelle und vorzüglich geeignet sei, in die reine Sphäre wissenschaftlicher und philosophischer Ideen hinaufzuführen. Was die Naturwissenschaften betrifft, so trat bisher die Physik an Stundenzahl auffallend hinter der Naturgeschichte zurück; die Stundenzahl schwankt an den sechsklassigen Anstalten zwischen 7 und 12, an den fünfklassigen sind 5 das Maximum. Die Reformvorschläge beziehen sich auf Gesamtstundenzahl, Lehrplan und Methode, Räumlichkeiten, Geldmittel, Ausbildung und Fortbildung der Lehrer. Auch der Chemieunterricht befindet sich an den meisten Anstalten in einer überaus schwierigen Lage. Die Fachlehrer halten eine Besserung für ausgeschlossen, bevor nicht eine grundlegende Änderung in der Organisation der Anstalten eintritt. Die Lage der Biologie ist, wohl infolge einer alten Tradition, im allgemeinen günstiger als die der übrigen Naturwissenschaften, doch fehlt sie z. B. in Bayern, Preußen und Sachsen in den oberen Klassen noch ganz; daß dies anders werden müsse, ist eine der dringlichsten Forderungen der Reform, wozu dann weiter noch die Ergänzung durch praktische Übungen hier wie in den übrigen naturwissenschaftlichen Fächern treten muß. —

Die Übereinstimmung der beiden kurz nacheinander erschienenen Schriften ist in allen wesentlichen Forderungen so gut wie vollständig. Man muß hoffen, daß angesichts solcher wohlwogener und wohlbegründeter Vorschläge die deutschen Regierungen sich entschließen werden, so grundlegende Änderungen vorzunehmen, daß die Naturwissenschaften an diesen Anstalten endlich zu ihrem Recht kommen — im Interesse nicht bloß der Lehrerbildung, sondern der gesamten Volksbildung. Ist doch dem Lehrer auch in dem jetzt erst aufblühenden Fortbildungsunterricht für die schulentlassene Jugend eine bedeutsame Rolle auch auf naturwissenschaftlichem Gebiet zugewiesen. Ein Wort von K. *Umlauf* von durchschlagender Überzeugungs-

*) Mathematik und Naturwissenschaften an den deutschen Lehrerbildungsanstalten. Von Prof. Dr. *Umlauf* (Arbeiten des Bundes für Schulreform Nr. 3). Leipzig, B. G. Teubner, 1912. 124 S. und 4 Tafeln.

kraft mag den Schluß dieser Darlegungen bilden: „Man kann sich immerhin einen Gymnasialprofessor ohne naturwissenschaftliche Bildung denken, nicht aber einen Volksschullehrer!“

DAMNU.

Der *Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht* hielt am 23. und 24. November 1912 eine Gesamtsitzung in Berlin ab, an der die Vertreter einer großen Zahl wissenschaftlicher Gesellschaften unter dem Vorsitz von Prof. Dr. A. Gutzmer (Halle) teilnahmen.

Den ersten Gegenstand der Verhandlungen bildete die Frage des *Fortbestandes* des D. A. über das Jahr 1913 hinaus; das Tätigkeitsfeld des D. A. hat sich so sehr erweitert, daß die Versammlung einstimmig das Fortbestehen auf zunächst weitere fünf Jahre für notwendig erklärte und beschloß, sich in diesem Sinne an die in Betracht kommenden Gesellschaften zu wenden.

In der *Oberrealschulfrage* hat sich die Notwendigkeit ergeben, erneut Stellung zu nehmen zu gunsten einer stärkeren Betonung der naturwissenschaftlichen Seite des Unterrichts; es wird von einem Mitgliede des D. A. eine hierauf bezügliche Denkschrift ausgearbeitet werden, deren Entwurf der Versammlung bereits vorlag.

Den Kern der diesmaligen Verhandlungen bildete der *Geographie-Unterricht* an den höheren Schulen. Am Schlusse eines ausführlichen Berichts über diesen Gegenstand stellte Herr G. R. Prof. Penck (Berlin) eine Reihe von Leitsätzen auf, aus denen folgendes hervorgehoben sei:

„Der Geographie-Unterricht kann nicht darauf verzichten, den Schülern bereits in den unteren Klassen in primitiver Form einzelne Tatsachen geophysischer Natur darzubieten, welche vom Unterrichte der Mathematik und Physik in den oberen Klassen behandelt werden. Dies gilt namentlich von der Globuslehre. Er kann ferner nicht darauf verzichten, einzelne biologische Tatsachen, wie die Verbreitungsgrenzen wichtiger Kultur- und Charakterpflanzen im Zusammenhange mit der Klimalehre zu behandeln sowie namentlich auf Höhen- und Vegetationsgrenzen einzugehen. Aber ein spezielles Eingehen auf Kultur- und Charakterpflanzen bleibt dem Unterrichte der Biologie vorbehalten. Es kann ferner der Geographie-Unterricht nicht darauf verzichten, bei Betrachtung der Formen der Erdoberfläche den Inhalt der Formen nach Gesteinsbeschaffenheit und geologischer Struktur zu würdigen, und es wird dementsprechend der Geographie-Unterricht in den unteren Klassen vielfach, namentlich auf Ausflügen, dem Geologie-Unterricht in den oberen Klassen vorarbeiten, dem ein näheres Eingehen auf Struktur und Beschaffenheit der Erdkruste sowie die Behandlung der Erdgeschichte vorbehalten ist.

Um seiner chorologischen Aufgabe voll und ganz gerecht zu werden, bedarf der Geographie-Unterricht der Ausdehnung auf die oberen Klassen, in welchen bei dem Schüler das nötige Verständnis für das Ineinandergreifen verschiedener Erscheinungen an ein und derselben Erdenstelle vorhanden ist, und in welchen er durch den Unterricht der Mathematik, Physik und Biologie bereits mit der Art der verschiedenen ineinandergreifenden Naturerscheinungen bekannt gemacht worden ist.

Für eine eingehendere Behandlung im länderkundlichen Unterrichte der oberen Klassen empfehlen sich das Deutsche Reich und seine europäischen Nachbarländer sowie der deutsche Kolonialbesitz, einzelne historisch wichtige Gebiete, wie z. B. die Mittelmeerländer

und Vorderasien, Gebiete, welche für die Weltwirtschaft wichtig sind, wie beispielsweise die Vereinigten Staaten von Amerika, Indien und der Indische Archipel, China und Japan, endlich Gebiete, welche vom Standpunkte der allgemeinen Erdkunde besonders interessant sind, wie die Länder des Wüstengürtels und die Polargebiete. Die Verbreitung und Verteilung des Menschen auf den einzelnen Erdstellen stehen auf allen Stufen des länderkundlichen Unterrichtes im Vordergrund. Selbstverständlich können dabei die Rassenunterschiede der Menschheit nicht unerwähnt bleiben. Aber ein tieferes Eingehen auf diese Rassenunterschiede kann dem biologischen Unterricht überlassen werden. Nachdrücklich betont der geographische Unterricht die wirtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Länder zueinander und würdigt daher die Hauptverkehrswege, namentlich auch die auf dem Meere, in ihren Beziehungen zu den natürlichen Verhältnissen.“

Nach eingehender Beratung faßte der D. A. in bezug auf den Geographie-Unterricht folgende Beschlüsse:

„Im Interesse einer zeitgemäßen Ausbildung der heranwachsenden Generation hält der Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht für nötig, dieselbe bekannt zu machen mit den Erscheinungen der Umwelt nach Art, räumlichem Zusammenwirken auf der Erdoberfläche und zeitlicher Entwicklung.

Er legt daher Gewicht darauf, daß neben der Physik, Chemie und Biologie auch Geographie und Geologie als besondere Unterrichtsgegenstände auf den höheren Schulen gepflegt werden, und zwar hält er in Uebereinstimmung mit den Meraner Beschlüssen für einen gezielten Unterricht der Geographie für unerlässlich, daß derselbe von fachlich vorgebildeten Lehrern in allen Klassen der höheren Schulen erteilt wird.

Dabei ist die Geographie als Chorologie der Erdoberfläche zu pflegen, d. h. als Wissenschaft von der Vergesellschaftung verschiedener Erscheinungen auf der Erdoberfläche, wobei Gewicht auf deren gegenseitige Wechselwirkung und eine spezielle Kenntnis der Erdoberfläche zu legen ist. Unter den an der Erdoberfläche vorhandenen Erscheinungen spielt der Mensch eine sehr wesentliche Rolle, die Geographie tritt daher in ebensolche Fühlung mit den Wissenschaften vom Menschen, wie mit den Naturwissenschaften; es ist daher nicht ratsam, sie mit einer einzigen anderen Wissenschaft, sei es Geschichte oder Geologie, beim Unterrichte zusammenzufassen; es könnte aber auch die Aufgabe des Geographie-Unterrichts nicht durch gelegentliche Ausblicke von seiten anderer Fächer zweckentsprechend behandelt werden.

Der Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht erklärt ausdrücklich, daß eine notwendige Verstärkung des Geographie-Unterrichts an den höheren Schulen weder auf Kosten der Mathematik, noch der der Physik und Chemie, noch der der Biologie und Geologie geschehen darf, und daß andererseits die erwünschte größere Pflege der letztgenannten nicht auf Kosten der Geographie durchgeführt werden soll.

Der Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht erklärt sich mit den von A. Penck aufgestellten Leitsätzen für den Geographie-Unterricht an höheren Schulen einverstanden und sieht der Ausarbeitung von einschlägigen Lehrplänen entgegen, welche Rücksicht nehmen auf die von ihm bereits ausgearbeiteten Lehrpläne für Mathematik, Physik, Biologie und Geologie und wird in Erwägung ziehen, an denselben die Änderungen vorzunehmen, welche im Interesse des Geographie-Unterrichts nötig sein sollten.“

Der D. A. beriet weiter über einen Antrag betreffend die Einrichtung von *Fachseminaren* für Lehramtskandidaten der Mathematik und der Naturwissenschaften an den höheren Schulen. Der Antrag wird nach endgültiger Redaktion dem preußischen Unterrichtsminister überreicht werden.

Anlaß zu Erörterungen gab auch die neue bayerische *Prüfungsordnung* für das Lehramt an höheren Schulen; Bedenken erregte es namentlich, daß die Gleichberechtigung der drei Schularten insofern wieder aufgehoben erscheint, als für manche Fächer Gymnasialvorbildung, für andere Realgymnasialvorbildung verlangt wird. Eine Stellungnahme zu den Einzelheiten der Prüfungsordnung wird der Zukunft vorbehalten.

In betreff des *Volksschulwesens* sind Vorarbeiten im Gange, die in Gemeinschaft mit dem Bunde für Schulreform auf eine Rundfrage bei einer größeren Zahl von Volksschülern gestützt sind, und auf Grund deren zunächst eine Verhandlung über den mathematischen Unterricht in den Volksschulen in Aussicht genommen ist.

Poske.

Besprechungen.

Die Vollendung von F. v. Richthofens Chinawerk).*

Der vor mehr als drei Jahrzehnten erschienene erste Band von *Richthofens China* eröffnete den Ausblick auf ein in wissenschaftlicher Hinsicht kaum bekanntes großes Land. Die von *Richthofen* großenteils im Auftrage der Handelskammer von Shang-hai, d. h. zu praktisch-geologischen und handelsgeographischen Zwecken unternommenen Reisen verwandelten sich unter seinen Händen zu einer vollständigen, tiefgründigen Erforschung in geographisch-naturwissenschaftlicher Hinsicht. Bei der späteren Bearbeitung wurden mit diesen Ergebnissen eigener Reisen alle Untersuchungen vereinigt, die China und die angrenzenden Teile Zentralasiens betrafen.

Ebenso bedeutsam wie die räumliche Erweiterung unserer geographischen Kenntnisse waren die *allgemeinen, wissenschaftlichen und politischen* Ergebnisse von *F. v. Richthofens* Reisen. Der erste Band, der die allgemeinen Verhältnisse von ganz China behandelt, ist gleichzeitig grundlegend geworden für die Kenntnis der geologisch-geographischen Arbeit der bewegten Luft im Innern der Kontinente. Der Löß, eine weitverbreitete, bisher in ihrer Entstehung rätselhafte, lehmige Ablagerung, wurde als Ablagerung der Staubstürme in Steppengebieten nachgewiesen und in seiner Verbreitung fast über die ganze Erde verfolgt. Der Nordchina behandelnde zweite Band, der ebenfalls noch bei Lebzeiten des großen Forschers erschien, ist in politischer Hinsicht bedeutungsvoll geworden. Beruht doch die Besitzergreifung Tsingtaus auf der genauen Kenntnis der natürlichen Küstenformen, der Handelswege und der Kohlenreichtümer Schantung, die erst durch *Richthofens* Forschungen entschleiert worden sind. Während der vierte, schon vor Jahren herausgekommene, und der fünfte — gleichzeitig mit dem dritten Band erschienene Teil — die Bearbeitung der geologischen Sammlungen aus der Feder verschiedener Paläontologen enthalten, war der dritte Band wie der zugehörige Atlas bei dem Tode des Meisters unvollendet zurückgeblieben. Daher trat die von *Richthofen* geleitete Berliner Gesellschaft für Erdkunde an den Kaiser mit einer —

alsbald bewilligten — Bitte um Unterstützung für die Herausgabe heran. Ebenso gewährte die Berliner Akademie der Wissenschaften einen größeren Beitrag für die Kosten der umfangreichen Arbeit. Die Bearbeitung des Textes wurde Dr. *E. Tießen*, die Ausführung des die geographischen und geologischen Karten enthaltenden Atlas Dr. *E. Groll* anvertraut, auf die *Richthofen* noch selbst hingewiesen hatte. Der Text wurde derart bearbeitet, daß zu dem hinterlassenen Manuskript, das ganz besonders die große Provinz Szechuan und das angrenzende Tibet behandelte, Teile des mustergültig geführten Tagebuches hinzugenommen wurden. Die durch neuere Literatur oder durch etwaige Lücken in dem hinterlassenen Manuskript veranlaßten Zusätze des Herausgebers wurden besonders kenntlich gemacht. Dr. *E. Tießen* hat so in jahrelanger, selbstverleugnender Arbeit das Werk des Meisters in einer allen Anforderungen entsprechenden Form zu vollenden vermocht; auf gleicher Höhe stehen die kartographischen Darstellungen *Grolls*, die ebenfalls auch die zerstreuten, seit den ersten Entwürfen bekanntgewordenen geographischen Beobachtungen verwerten.

Die erste der drei Hauptabteilungen*) des dritten Bandes behandelt Sz'tshwan, die größte und wichtigste Provinz Chinas. Ein in großen Zügen gefaßter Überblick des ganzen südwestlichen China und seiner natürlichen Landschaften bildet die Einführung; die Darstellung der Provinz selbst ruht — wie überall — unter Beifügung von Profilen, auf geologischer Grundlage, berücksichtigt aber — wie stets in *Richthofens* Werk — die allgemeine Kulturentwicklung und die Handelswege. Der zweite Hauptteil geht von den Gebirgen im westlichen Sz'tshwan aus und schildert in meisterhafter Weise die Grundlinien des Gebirgsbaus in der nordöstlichen Hälfte von Tibet, wobei alle bis 1905 reichenden Forschungen berücksichtigt werden. Die dritte und umfangreichste Abteilung behandelt das südöstliche China, d. h. ein unerforschtes, seit *F. v. Richthofen* kaum wieder untersuchtes Gebiet.

Wie die sich jährlich erneuernden wissenschaftlichen

*) *Erste Abteilung: Das südwestliche China.* Einleitung: Das südliche China. — I. Das südwestliche China. — II. Beobachtungen an dem Reiseweg durch die Provinz Sz'tshwan. — III. Fragmente einer physischen Geographie von Sz'tshwan: 1. Geologische Kenntnis, Formationsfolge, Tektonik; 2. Die meridionale Ostabsenkung der tibetischen Bodenschwelle; 3. Allgemeine Übersicht des Gebirgsbaues; 4. Die Stromanlage im Mittellauf des Yangtszekiang. — IV. Einzelne Teile von Sz'tshwan. Wirtschaftliche Verhältnisse und Besiedlung. — V. Die Provinz Kwéitshou.

Zweite Abteilung: Tibet. VI. Das Gebirgsgefüge von Tibet: 1. Das Gebirgsland des Westens von Sz'tshwan; 2. Die Gebirgsgruppe des Nan-shan und die Anembar-Zone; 3. Das nordwestliche Randgebirge von Tibet; 4. Der Bayankhara-Gebirgszug; 5. Die Gebirge im Quellgebiet des Yangtszekiang und ihre Fortsetzungen; 6. Das Tangla-Gebirge; 7. Das Stromgebiet des Nu-shu; 8. Das Stromgebiet des oberen Lan-tsan-kiang (Mekong) und das Gebirgsland zwischen Nu-tshu und Dre-tshu. Das Gebiet der meridionalen Stromfurchen zwischen den Breiten von Batang und Ta-lif-u.

Dritte Abteilung: Das südöstliche China. VII. Das südöstliche China. Allgemeine Übersicht. VIII. Beobachtungen am Reisewege in Kwantung und Hunan. — IX. Übersicht der Provinzen Kwantung und Hunan. — X. Die Provinz Hupei. — XI. Reise auf dem unteren Yangtszekiang und durch die Provinzen Kiangsi und Nganhwéi nach Tshekiang. — XII. Beobachtungen an den Reisewegen durch die Provinzen Tshekiang und Nganhwéi. — XIII. Reisen und Forschungen in der Provinz Kiangsu. — Schluß: Altersfolge der Formationen in den Provinzen am unteren Yangtszekiang.

*) China, Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien. III. Das südliche China, herausgegeben von *E. Tießen*. Mit Atlas von *Groll*. Berlin, Dietrich Reimer, 1912.

Zusammenkünfte der alten Schüler *Richt Hofens*, so gibt auch der sieben Jahre nach dem Tode erschienene Schluß des Chinawerkes Kunde von dem geistigen Einfluß einer in seiner Art einzigdastehenden Persönlichkeit.

Prech.

van't Hoff, J. H., Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen des Staßfurter Salzlagere. Herausgegeben von H. Precht und E. Cohen. 374 Seiten. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Preis M. 16,—.

In dem vorliegenden Bande sind die Untersuchungen vereinigt, die *van't Hoff* in den Jahren 1897 bis 1908 mit einer großen Zahl von Mitarbeitern (deren Namen auf dem Titelblatt des Buches angeführt sind) ausgeführt hat.

Diese Untersuchungen waren bisher nur in den Sitzungsberichten der preußischen Akademie veröffentlicht worden. Da diese Zeitschrift verhältnismäßig unzugänglich ist, bot das Studium der über viele Bände zerstreuten 51 Abhandlungen große Unbequemlichkeiten, und die Buchausgabe ist deshalb entschieden zu begrüßen.

Zwar hat *van't Hoff* selbst die Ergebnisse dieser Arbeiten in einer Monographie zusammenfassend dargestellt (Braunschweig, 1905 und 1909), doch vermag diese Darstellung die Originalabhandlungen nicht zu ersetzen. Vor allem ist dort das Experimentelle nur so weit berücksichtigt, als es zum Verständnis der Ergebnisse notwendig ist, außerdem aber ist die Monographie in dem für *van't Hoff* so charakteristischen, knappen Stil geschrieben, der nicht nur dem Anfänger oft Schwierigkeiten bereitet. Einen weiteren Vorzug der vorliegenden Sammlung bilden schließlich die zweifarbigen Tafeln der Originalfiguren. Dagegen haben die Herausgeber leider unterlassen, die Seiten- bzw. Band- und Jahreszahlen der Originalabhandlungen anzuführen.

Es ist natürlich nicht möglich, hier den Inhalt dieses Buches auszugsweise wiederzugeben. Eine kurze Darstellung der wichtigsten Ergebnisse findet man bereits in einigen Büchern, z. B. in *van't Hoff's* Chicagoer Vorträgen (Braunschweig 1902). Es handelt sich um das Problem, einen der beiden Hauptvorgänge, die bei der Bildung der Erdkruste eine Rolle gespielt haben, die Eintrocknung des Meereswassers, unter allmählicher Ausscheidung verschiedener fester Stoffe, physikalisch-chemisch aufzuklären. Es mußte also festgestellt werden, welche Salze sich der Reihe nach abscheiden, wenn Meerwasser bei bestimmter Temperatur verdunstet. Dieses Problem war bereits ein halbes Jahrhundert früher von *Usiglio* in Angriff genommen worden. Doch fehlten damals alle Grundlagen zu seiner Lösung. Erst nachdem die Theorie der Lösungen und die Lehre vom chemischen Gleichgewicht, speziell von der Bildung und Spaltung der Doppelsalze, sich entwickelt hatten, konnte ein so kompliziertes Naturproblem mit Erfolg in Angriff genommen werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind nun, abgesehen von dem rein physikalisch-chemischen Interesse, welches die dadurch gewonnene Kenntnis einer großen Zahl von Gleichgewichten und ihrer Beeinflussung durch verschiedene Faktoren bietet, auch vom allgemein naturwissenschaftlichen Standpunkt sehr bemerkenswert. Denn die Entstehung der ozeanischen Ablagerungen ist nun im wesentlichen aufgedeckt und es sind z. B. sichere Schlüsse in bezug auf die Temperaturen möglich geworden, bei denen sich die einzelnen Schichten abgesetzt haben („Geologisches Thermometer“). Auch die Aufklärung der Existenz- bzw. Entstehungsbedingungen einzelner Minerale sind von allgemeinerem Interesse, es

sei nur auf die Untersuchungen über Gips und Anhydrit hingewiesen (Abb. 18, 22, 24).

Da man von weiteren Untersuchungen sowohl wissenschaftliche als wirtschaftliche Erfolge erwartet, hat sich ein Verband für die wissenschaftliche Erforschung der deutschen Kalisalzlager gebildet. *Van't Hoff* hat für diesen Verband zwei Berichte ausgearbeitet, die in das vorliegende Buch mit aufgenommen wurden. Außerdem enthält das Buch noch eine Gedächtnisrede auf *van't Hoff* von *Emil Fischer*.

Die Tatsache, daß *van't Hoff* den Untersuchungen über die ozeanischen Salzablagerungen zehn Jahre seines Lebens gewidmet hat, ist häufig der Gegenstand von Erörterungen gewesen. Manche haben darin ein Zeichen dafür gesehen, daß der große Forscher seinen Ideen-vorrat durch seine früheren Arbeiten erschöpft hatte, andere erblickten die Ursache darin, daß das experimentelle Material vorerst keine weiteren Theorien hervorzubringen vermochte. Wie dem auch sei, der Vergleich mit *van't Hoff's* früheren Arbeiten ist nicht geeignet, zu einer richtigen Wertung dieses Werkes zu führen. Läßt man es als Ganzes unbefangenen auf sich wirken, dann kann man sich dem Eindruck nicht entziehen, daß auch hier etwas in seiner Art großartiges vorliegt, das wohl kein geringerer so zu vollbringen vermocht hätte.

H. von Halban.

Handbuch der praktischen Kinematographie. Die verschiedenen Konstruktionsformen des Kinematographen, die Darstellung der lebenden Lichtbilder, sowie das kinematographische Aufnahme-Verfahren von F. Paul Liesegang. Mit 231 Abbildungen, dritte bedeutend vermehrte Auflage. Ed. Liesengangs Verlag (M. Eger), Leipzig.

Mit Befriedigung begrüßen wir die neue Auflage von *Liesengangs* Handbuch. In seiner klaren übersichtlichen Fassung ist es nicht nur dem Laien, sondern auch dem Praktiker und Fachmann ein wertvoller Ratgeber in allem, was mit Kinematographie zusammenhängt.

Die Haupteinteilung des Werkes ist dieselbe geblieben wie bei den früheren Auflagen. Zunächst ein kurzer Überblick über Wesen und Wirkungsweise der Kinematographen, es folgt die Konstruktion der Apparatur, die optische Ausrüstung, die Projektionslichtquellen, die verschiedenen Zubehörteile und schließlich das praktische Arbeiten mit dem Kinematographen. Ein anderer Teil ist der Herstellung der Aufnahme- und Positivfilms gewidmet, sowie den mannigfachen Trickfilms. Eine wertvolle Bereicherung der neuen Auflage bilden verschiedene Spezialkapitel der Kinematographie, so die Kinematographie mit kontinuierlich laufendem Film, die Funken-, Röntgen- und Farbenkinematographie, sowie das Problem der stereoskopischen Projektion. Daran schließt sich ein ganz vorzügliches, erschöpfendes Literaturverzeichnis.

Bezüglich des Wesens der kinematographischen Wirkung ist *Liesegang* der physiologischen Anschauung *Marbes*, gegenüber der psychologischen *Linkes*. Hervorheben möchte ich besonders jene Abschnitte, in denen *Liesegang* als eminenter Praktiker seine Ratschläge erteilt. So die Kapitel Ausführung des kinematographischen Mechanismus und Auswahl, die Behandlung der verschiedenen Kalklichtsysteme, Verkleben und Ausbessern der Films, Instandhaltung des Mechanismus, fehlerhafte Erscheinungen beim Arbeiten mit dem Kinematographen. Sehr gut ist auch das Kapitel über die Feuergefahr bei kinematographischen Vorstellungen. Speziell für den Fachmann haben auch die Kapitel Vorführung und Programmwahl, sowie über Verbindung von Kinematograph und Sprechmaschine großes Interesse.

Sehr eingehend ist die Behandlung der Aufnahme von Reihenbildern und ist ein gutes Rezeptmaterial für Tonung und Kolorierung beigegeben. Die Herstellung der Trickaufnahmen hat manche Bereicherung erfahren und wurde durch zahlreiche Films illustriert. Sehr eingehend, ja mit erschöpfender Vollständigkeit ist die Kinematographie mit kontinuierlich laufendem Filmband, von *Liesegang* treffend als Kinematograph mit optischem Ausgleich bezeichnet, behandelt. Die Funkenkinematographie, die Mikro- und vor allem die Röntgenkinematographie sind auch besprochen, was speziell bezüglich der letzteren um so wünschenswerter war, als die bisherige Literatur hierüber recht dürftig war. In der Farbenkinematographie ist besonders das Kinemakolor-Verfahren eingehender besprochen. Im Schlußkapitel finden die Anwendung der Kinematographie und die Geschäftsausancen des Filmgeschäftes ihre Behandlung. Das Werk *Liesegangs* wird seinem Namen als praktisches Handbuch vollkommen gerecht, und es kann jedem, der sich für Kinematographie interessiert, aufs wärmste empfohlen werden.

v. Schrott.

Speemann, H., Über die Entwicklung umgedrehter Hirnteile bei Amphibienembryonen. In: Zool. Jahrb., Suppl. 15, Bd. 3, S. 1 bis 48. 1912.

Verfasser legt sich die Frage vor, inwieweit eine beliebige Hirnpartei in ihrer Entwicklung durch die Nachbaranteile beeinflusst wird. Die Versuche sind an Fröschen, Kröten und Tritonen in der Weise angestellt, daß ein Teil des Gehirns beim ersten Sichtbarwerden seiner Anlage ausgeschnitten, in umgedrehter Lage wieder einheilt und so zur Weiterentwicklung gebracht wurde. Dabei zeigte sich, daß die betreffenden Stücke sich genau so weiter entwickeln, wie wenn sie sich noch in normalem Kontakt mit dem Ganzen befänden. Da nun das Auge stets von dem Gehirn aus gebildet wird, die zugehörige Linse jedoch aus der Epidermis hervorgeht, so verdient es besondere Beachtung, festzustellen, ob die Linse auch dann an der normalen Stelle entsteht, wenn die Augenanlage durch die beschriebene Operation nach hinten von ihrer ursprünglichen Lage gebracht wird. Das Ergebnis war, daß die Augen sich zwar ganz normal, doch ohne jede Spur von Linse entwickeln. Daß beim Wasserschlauch auch vorn an der normalen Stelle keine Linsenbildung eintritt, ist um so bemerkenswerter, als bei dieser Art nach Ausschneiden einer oder beider Augenanlagen die Linsen selbständig entstehen. Wird die Operation so ausgeführt, daß das umgedrehte Stück nicht die ganze Augenanlage enthält, so löst das zurückbleibende Augenfragment die Bildung einer Linse aus, die an Größe dem Augenfragment entspricht.

Die Untersuchung sowohl der Form als auch der Histologie des gedrehten Stückes zeigt übereinstimmend die frühzeitige und weitgehende Determinierung der Anlagen dieser Teile. Das umgedrehte eingeheilte Stück entwickelt sich so, daß es aussieht, als sei es erst nach seiner fertigen Ausbildung verpflanzt worden. Entwickelt sich das vordere linke Auge besonders klein, so ist das aus demselben Anlagekomplex stammende rechte hintere Auge entsprechend größer und umgekehrt. Dies wird nur verständlich durch die Annahme einer schon scharfen Begrenzung der bei der Operation noch flach ausgebreiteten Augenanlage. Aus dem histologischen Bau der Augenfragmente läßt sich auch noch innerhalb dieser Anlagen eine weitgehende Differenzierung erschließen. Wie gering der Einfluß der umgebenden Gewebspartien ist, zeigt die Tatsache, daß die histologische Ausdifferenzierung des gedrehten Stückes ungehindert bis an den Schnitttrand reicht, obwohl sich hier die Zellen in ganz abnormer Nachbarschaft befinden. Es scheint demnach, daß die Regulationsfähigkeit

der Augenanlage nur darin besteht, daß das Retinafragment unabhängig von seiner Größe die Tendenz hat, sich zu einem Becher einzukrümmen, und daß die Retinalelemente und das Tapetum versuchen, sich in ein normales gegenseitiges Verhältnis zu bringen. Demoll.

Kleine Mitteilungen.

Auf der Tagung der British Association 1912 wurde eine Abhandlung von *F. W. Dyson* verlesen, nach der **Radium in der Chromosphäre der Sonne** vorhanden sein soll. Bei der Untersuchung der Photogramme, die während der Jahre 1900, 1901, 1905 und 1908 von den Sonnenfinsternissen aufgenommen wurden, hat *Dyson* sechs Linien von den Intensitäten 100, 50, 50, 50, 20, 20 gefunden, die hinsichtlich ihrer Lage und Intensität mit Radiumlinien übereinstimmen. — In derselben Versammlung berichtete *Chapman* über eine **neue Schätzung der Zahl der Sterne**. Diese ist auf photographische Größenklassen begründet und gibt bis zur 17. Klasse 50—60 Millionen, eine Zahl, die erheblich geringer ist als die früheren Schätzungen.

Mk.

Von *Costa Lobo* ist auf Grund seiner kinematographischen Aufnahme der Sonnenfinsternis am 17. April 1912 behauptet worden (*Comptes Rendus*, 154, 1397), daß der Mond in der Richtung senkrecht zu seiner Bahn um 4 bis 12 Kilometer abgeplattet sei. Dies veranlaßt *Fred Vlès* zu einigen Bemerkungen über **die Gestalt von Sonne und Mond** (*Comptes Rendus*, 155, 545), zu denen er bei genauer Durchsicht seiner eigenen Beobachtungen dieser Sonnenfinsternis gelangt ist. Da die Finsternis für den von ihm eingenommenen Beobachtungsort weniger zentral war, als für *Costa Lobo*, so blieb für ihn die Sonne als eine den Rand des Mondes umkreisende Sichel sichtbar. Dieser Vorgang hätte symmetrisch sein müssen zu dem Zeitpunkt der größten Bedeckung, wenn *Costa Lobos* Behauptung, nach der außerdem die Sonne kreisrund sein soll, richtig wäre. *Vlès* hat aber aus seinen kinematographischen Aufnahmen festgestellt, daß die Verfinsternis vor und nach der größten Bedeckung durchaus unsymmetrisch verlaufen ist. Es muß also entweder sowohl Sonne wie Mond elliptisch gestaltet sein oder der Mond ist kreisrund und die Sonne elliptisch, oder endlich, falls die Sonne kreisrund ist, muß der Mond in einer anderen als der zu seiner Bahn senkrechten Richtung abgeplattet sein. Im Anschluß an diese Bemerkungen weist der Verfasser darauf hin, daß von verschiedenen Beobachtern behauptet worden ist, der Polardurchmesser der Sonne sei größer als der Durchmesser ihres Äquators.

Mk.

Künstliche Darstellung von Aleuronkörnern. In Samen findet sich gespeichertes Eiweiß in Gestalt der Aleuron- oder Proteinkörner, die entweder ganz amorph sind oder aus einer Hülle von amorphem Eiweiß und einem davon umschlossenen Eiweißkristall, dem „Kristalloid“, bestehen. Dem Kristalloid gesellt sich gewöhnlich noch ein kugeliges Gebilde, aus Mineralstoff oder Mineralstoff in Verbindung mit organischen Bestandteilen, das „Globoid“. Da die Aleuronkörner in den Zellen durch den Lebensprozeß gebildet werden, so ist es von großem Interesse, daß *W. P. Thompson* derartige Gebilde neuerdings auf künstlichem Wege erhalten hat. Nach einem von *T. B. Osborne* (1892) angegebenen Verfahren stellte er aus gemahlenden Parannüssen eine Proteinlösung her, indem er mit Äther das Fett auszog und den Rückstand mit 10proz. Kochsalzlösung be-

handelte. Die nach wiederholtem Filtrieren erhaltene völlig klare Lösung wird in einen Dialysator gebracht, und nach einigen Stunden ist das Kochsalz soweit entfernt, daß das Protein sich niederschlägt. Zumeist geschieht das in Form wohlgebildeter Kristalle des hexagonalen Systems. Unter den nackten Kristallen befinden sich aber andere, die von einer Hülle umgeben sind, und das Ganze gleicht dann einem Aleuronkorn. In seltenen Fällen finden sich zwei oder gar drei Kristalle in einer Hülle, was auch bei natürlichen Aleuronkörnern vorkommt. Eine gleiche Übereinstimmung zeigt sich in dem gelegentlichen Auftreten einer deutlichen äußeren Membran der Hülle. Einmal, als nicht alles Fett entfernt worden war, trat neben dem Kristalloid noch ein Öltröpfchen in den Hüllen auf, das eine äußere Ähnlichkeit mit einem Globoid zeigte. Die mikrochemische Prüfung ergab, daß Hülle und Kristall aus Eiweiß bestanden und in gleicher Weise reagierten, sich auch in ihrer Löslichkeit gegen schwache Säuren, Alkalien und Salzlösungen übereinstimmend verhielten. Unter der Wirkung fäulniseregner Bakterien aber war gelegentlich ein verschiedenes Verhalten beider Bestandteile zu beobachten: der Kristall wurde in einigen Fällen aufgelöst, und die aufgeplatzte Hülle blieb zurück. Aus den Eiweißstoffen anderer Samen konnten die Aleuronkörner nicht erzeugt werden. (*Bot. Gaz.* 1912, 54, 336.) F. M.

Daß bei Kreuzung von Pflanzen die Ausbildung der Frucht gelegentlich durch die direkte Einwirkung des befruchtenden Blütenstaubes dergestalt beeinflusst wird, daß väterliche Eigenschaften an der Frucht auftreten, ist keine häufige Erscheinung. Das Vorkommen derartiger „Xenien“ ist auch starken Zweifeln begegnet. Daher kommt dem Auftreten eines „Bastardapfels“, das Prof. *Friedrich Hildebrand* in Freiburg i. Br. beobachtet hat, einiges Interesse zu. An einem Kaiser-Alexander-Apfelbaum, zwischen dessen Äste sich die Zweige eines Gravensteiner Apfelbaumes eingedrängt haben, fand *Hildebrand* im letzten Herbst einen Apfel, der aller Wahrscheinlichkeit nach durch die Bestäubung einer Blüte des Baumes, der ihn trug, mit dem Blütenstaub vom Gravensteiner entstanden war. Er zeigte nämlich auffallende Ähnlichkeiten mit den Gravensteiner Äpfeln, hatte besonders deren schön zitrongelbe Farbe und auf der einen Seite dunkelrote Streifen, was bei dem Kaiser-Alexander-Apfel niemals vorkommt. Sein Duft glich dem eines Gravensteiners, und ebenso war das Fruchtfleisch so wohlschmeckend und saftig wie bei diesem. Auch in der Andeutung von Rippen am Gipfel, in den kurzen Stielen und dem späten Eintritt der Reife zeigte der Apfel seine Abstammung vom Gravensteiner an. *Hildebrand* beschreibt außerdem eine „Bastardbirne“, die schon vor längerer Zeit von ihm beobachtet worden war. Sie war an einem Schmalzbirnenbaum entstanden, der dicht neben einem Bergamottbirnenbaum stand, und stellte in ihrer Gestalt ein Mittelding zwischen beiden Sorten dar. (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* 1912, 30, 595.) F. M.

In allen technischen Betrieben sucht man bekanntlich schon seit längerer Zeit auch die Nebenprodukte und Abfallmassen immer mehr auszunutzen und so Werte von oft vielen Millionen Mark im Jahre unserer Volkswirtschaft zu erhalten. In diesem Sinne verdienen auch die zahlreichen und wertvollen neueren Arbeiten des *Instituts für Gärungsgewerbe zu Berlin über Hefeverwertung* unsere volle Beachtung. Die Verwendung der Hefe in Rohkultur und Reinkultur in Brauerei, Brennerei, Weinbereitung und Bäckerei als Gärmittel

ist genugsam bekannt. Besonders wichtig ist nun u. a. auch die neueste Verwertung der Hefe in Form einer guten, schmackhaften **Trockenhefe** und ihre Bedeutung als Nährhefe, als menschliches, sehr eiweißreiches Nahrungsmittel und damit bis zu einem gewissen Grade auch als **Ersatzmittel für Fleisch**. Für den Menschen ist die nach hygienischen Grundsätzen gereinigte, entbitterte und in geeigneter Weise getrocknete Bierhefe (als Nährhefe) ein leicht verdauliches, bekömmliches und sehr konzentriertes Nahrungsmittel. Sie kann zahlreichen Speisen und Getränken, insbesondere auch zu Suppen zugesetzt werden, ohne daß die betreffenden Speisen an Schmackhaftigkeit einbüßen. Nach dem vom Institut für Gärungsgewerbe mitgeteilten Kochrezepten soll die Hefe in Verbindung mit zahlreichen Speisen und Getränken sogar immer sehr schmackhaft sein. Nach einzelnen Erfahrungen von uns und anderer Seite läßt jedoch die Schmackhaftigkeit bisweilen etwas zu wünschen übrig. Vielleicht stellen aber die bisher in den Handel gebrachten Hefepreparate noch kein völlig einheitliches Material vor. Im übrigen soll auf Grund vergleichender Versuche von Nährhefe und Fleisch (nach dem Kalorienwert und nach dem physiologischen Nutzeffekt zu schließen) 1 kg Nährhefe etwa 3,3 kg Fleisch entsprechen. Nach unserer Auffassung scheint dieses Verhältnis im allgemeinen als ein zu günstiges für die Trockenhefe hingestellt zu werden. Auch muß der gegenwärtige Preis für diese Hefe (1 kg 5 M.) noch als ein reichlich hoher bezeichnet werden. Jedenfalls wird der Preis noch erheblich herabgesetzt werden müssen, wenn die Trockenhefe in allen Schichten der Bevölkerung einen größeren und allgemeineren Absatz finden soll. Bei alledem muß allerdings wohl berücksichtigt werden, daß diese Trockenhefe nicht nur ein Nahrungsmittel schlechthin ist, sondern daß man mit derselben — nach den bisherigen Erfahrungen wenigstens — zugleich ein hervorragendes, diätetisches Nahrungsmittel, ein vorzügliches Kräftigungsmittel für Kinder und auch für Erwachsene zu gewinnen verstanden hat. Solche günstigen Wirkungen dieser Nährhefe werden aber nicht nur bei Gesunden, sondern auch bei Kranken und Genesenden beobachtet. Neben dem hohen N-Gehalte muß — nach unseren bisherigen Kenntnissen — diese auffallend günstige Wirkung der Trockenhefe u. a. zum großen Teil mit auf die organisch gebundene Phosphorsäure des Lecithins usw. zurückgeführt werden. Auch muß berücksichtigt werden, daß ein großer Teil der Stoffe der Trockenhefe — gegenüber der Frischhefe — durch den Trocknungsprozeß in sehr verstärktem Maße löslich wird und dadurch auch schneller und besser verdaulich gemacht wird. Heinze (Halle a. d. Saale).

Einen Apparat zur Messung von Windgeschwindigkeiten auf elektrischem Wege führte *J. T. Morris* der British Association 1912 vor (*Engineering* 94; 377): Dieser wird gebildet von einer kleinen Wheatstoneschen Brücke, von der zwei Seiten aus Manganin und zwei Seiten aus Platin bestehen, und ist so eingerichtet, daß die Brücke erst beim Hindurchsenden eines Stromes ins Gleichgewicht kommt, wodurch der Widerstand des Platins erhöht, der des Manganins aber unverändert gelassen wird. Beim Anbringen des Instrumentes in einem Luftstrom wird der Widerstand des Platins wieder erniedrigt, und der durch die Brücke gesandte Strom muß verstärkt werden, um Gleichgewicht zu erzielen. Die Größe des hierzu erforderlichen Zusatzstromes ist dann ein Maß der Windgeschwindigkeit. In der Diskussion schlug *Thurston* das Instrument zum Gebrauch als Geschwindigkeitsmesser in Flugzeugen vor und *Kennelly* machte auf seine eigenen Arbeiten auf diesem Gebiete aufmerksam, bei denen er gefunden, daß die von einem

erhitzten Draht in einem Luftstrome ausgestrahlte Energie sich verdoppelt, wenn die Geschwindigkeit des Luftstromes quadratisch wächst. *Mk.*

Die durch Arbeiten mit Röntgenstrahlen vielfach hervorgerufenen lebensgefährlichen Erkrankungen haben *L. G. Droit* veranlaßt, ein durch Färbung mit Bleisalzen **für Röntgenstrahlen undurchlässiges Gewebe** herzustellen (*Comptes Rendus*, 155, 706). Mit Hilfe von Fachleuten auf dem Gebiete der Gewebe- und Farbtechnik ist es ihm gelungen, Schappeseide mit phosphorzinn-sauren Bleisalzen zu färben. Ein solches Gewebe wiegt nur 266 Gramm pro Quadratmeter und enthält 68 Prozent Mineralstoffe, wovon 8 Prozent Phosphorsäure, 24 Prozent Zinnoxid, 34 Prozent Bleioxid und 2 Prozent Alkali, Kalk usw. Dieses Gewebe gewährt den gleichen Schutz wie ein Kupferblech von 0,044 mm Dicke, oder ein 0,048 mm starkes Messingblech. Eine doppelte Bedeckung der Hand damit schützt noch vor sehr weichen Strahlen, die als besonders gefährlich für die Haut gelten. Sechs Lagen übereinander würden einen absoluten Schutz bei den üblichen radiologischen Arbeiten bieten. Wahrscheinlich würde dieses Gewebe auch für die Dosierung der Röntgenstrahlen bei der Krankenbehandlung gute Dienste leisten. *Mk.*

Von einer Werft in Sunderland werden seit einigen Jahren **Schiffe mit zwei Längsrippen am Rumpfe** gebaut, die sich sehr gut bewährt haben (*Engineering* 94, 543). Diese Rippen sind zwischen der Wasserlinie und dem Rande des Bodens angebracht und der Raum zwischen ihnen dient als Zuleitungsrohr für die Schraube, so daß sie nach Art einer Pumpe wirkt, die eine einheitlich zusammenhängende Wassermasse an der Seite des Schiffes entlang zieht. Infolge hiervon verlaufen die Strömungslinien günstiger, das Wasser wird weniger durchwirbelt und man kann die Schraubenflügel bei allen Geschwindigkeiten deutlich wie durch Kristallglas sich drehen sehen. Bei der *Hyltonia* z. B., einem Schiff von 4600 Tonnen Wasserverdrängung, sind vorne und hinten zwei solcher Rippen vorhanden, die um 4 m voneinander entfernt sind und um $\frac{2}{3}$ m über die innere Kante der Spanten hervorragen. Ihr Einfluß vermindert den Rücklauf der Schraube auf 2 Prozent, während er bei einem Schiff mit glattem Rumpf 13 Prozent betragen würde. So erhält das Schiff seine Normalgeschwindigkeit von 9 Knoten durch 630 indizierte Pferdekräfte, wozu 700 bis 750 bei einem gewöhnlichen Schiff erforderlich sind und der hierzu bedingte Kohlenverbrauch per Tag wird von 12 auf 10,8 Tonnen vermindert. Diese Verstärkung des Schiffes gewährt auch Vorteile für den Bau und erhöht seine Stabilität bei ungleichmäßig verteilter Ladung, ohne die Baukosten zu vermehren. Ferner würde sich diese Konstruktion für die Kriegsmarine eignen, z. B. für Torpedobootszerstörer, denen dadurch beim Rollen im schweren Seegange ein größerer Schutz gegen Geschosse gewährt würde. *Mk.*

Im Jahre 1821 erhielt die Pariser Akademie der Wissenschaften von *Berzelius* einen Schädel zugesandt, der als **der Schädel des Descartes** gilt. Dieser Schädel soll nämlich von dem Gardehauptmann *Israel Plaaström*, der im Jahre 1666 mit der Ausgrabung der Leiche des *Descartes* und ihrer Überführung nach Frankreich betraut war, entwendet und durch einen falschen Schädel ersetzt worden sein. *Edmond Perrier* hat der Pariser Akademie den Schädel neuerdings vorgelegt (*Comptes Rendus* 155, 589) zugleich mit zwei Briefen von *Berze-*

lius, die dieser bei Übersendung des Schädels an *Berthollet* und *Cuvier* gerichtet hatte. Auf dem Schädel sind die Namen aller Eigentümer des Schädels von 1751 bis 1821 vermerkt. Auch der Name *Plaaström* findet sich darauf. Von 1666 bis 1751 scheint der Schädel im Besitz der Familie *Plaaström* geblieben zu sein. Da die auf dem Schädel angegebenen Namen nicht den Eindruck einer Fälschung machen und auch *Cuvier* durch Vergleichung des Schädels mit den Originalporträts des *Descartes* sich von seiner Echtheit überzeugt hat, so kann man annehmen, daß dies wirklich der Schädel des berühmten Philosophen und Mathematikers ist. *Mk.*

Bekanntlich können viele **Pflanzensamen** den Darmkanal gewisser Vögel passieren, ohne an ihrem Keimvermögen Schaden zu leiden. Zahlreiche Gewächse werden auf solche Weise weiter verbreitet. Auch über das Verhalten von Samen **im Darmkanal von Säugetieren** liegen Beobachtungen vor. Soweit es sich um Unkrautsamen und um Haustiere handelt, ist diese Frage von praktischer Bedeutung. Sorgfältige Versuche der Art, die schon vor mehreren Jahren angestellt, aber, wie es scheint, jetzt erst zur Veröffentlichung gelangt sind, hat *E. Korsmo* auf dem Versuchsfelde der Landwirtschaftlichen Hochschule in Aas in Norwegen zur Ausführung gebracht. Er fütterte ein Pferd, eine Kuh und ein Schwein mit einem Unkrautsamen enthaltenden Teig, sammelte den Mist, bewahrte ihn den Winter hindurch in einem temperierten Raum auf, um ihm zum Gären Gelegenheit zu geben, und säte ihn alsdann auf Flächen aus, wo die Kulturerde entfernt war und so gut wie kein Unkraut hervorkam. Erst im Sommer des darauffolgenden Jahres wurden die aufgegangenen Unkrautsamen gezählt. An einem zurückgehaltenen Teile des Mistes war die Menge der in ihm enthaltenen Unkrautsamen festgestellt worden. Es zeigte sich, daß in mehreren Fällen sehr beträchtliche Mengen von Unkrautsamen den Darmkanal passiert hatten. Ihr Prozentsatz wechselte je nach der Natur der Pflanze und des Tieres. Beispielsweise waren vom kleinen Sauerampfer (*Rumex acetosella*) beim Pferd 26,43, bei der Kuh 70,57, beim Schwein 5 Prozent, von der Melde (*Chenopodium album*) beim Pferd 2,50, bei der Kuh 16,29, beim Schwein 20,36 Prozent gekeimt. Für den Landwirt ergibt sich aus den Versuchen, daß es ein verwerfliches Verfahren ist, Unkrautsamen unbehandelt aufzufüttern oder den Abfall von Getreide nach dem Reinigen und Dreschen auf den Düngerhaufen zu werfen, denn auf diese Weise führt man die Unkrautsamen in den Acker hinein, wo sie wieder keimen. Auch für die Frage der Zerstreuung der Pflanzen in der Natur haben die Versuche Bedeutung. (*Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* 1912, 50, 251.)

F. M.

Die deutsche Unterkommission der Internationalen Mathematischen Unterrichtskommission hielt am 23. November 1912 zu Berlin eine Sitzung ab. An Stelle des am Erscheinen verhinderten Präsidenten, Herrn Geheimrat *Klein-Göttingen* leitete Herr Geheimrat *Stöckel-Karlsruhe* die Verhandlungen. Diese betrafen einmal den Bericht über die Sitzungen der Internationalen Mathematischen Unterrichtskommission, die bei Gelegenheit des V. Internationalen Mathematiker-Kongresses im August 1912 zu Cambridge stattfanden, sodann den Fortgang der Arbeiten der deutschen Unterkommission. Die Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland schreiten derart voran, daß in absehbarer Zeit ihr Abschluß zu erwarten ist. In jedem Falle wird das spätestens bis zum nächsten Internationalen Mathematiker-Kongresse der Fall sein, der 1916 in Stockholm zusammentreten wird.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 4.

24. Januar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Lebensgemeinschaften der Bakterien mit einigen höheren und niederen Pflanzen. Von *Dr. V. Vouk, Agram.* S. 81.

Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst. Von *Prof. Dr. Otfried Müller, Tübingen.* (Schluß). S. 87.

Muskelkontraktion und Totenstarre als Probleme der Kolloidchemie. Von *Dr. Emil Lenk, Darmstadt.* S. 90.

Zum Relativitätsprinzip: Entgegnung auf Herrn Gehrekes Artikel „Die gegen die Relativitäts-

theorie erhobenen Einwände“. Von *Privatdozent Dr. M. Born, Göttingen.* S. 92.

Zur Wiedereinführung des Klavizimbels. Von *Dr. Curt Sachs, Berlin.* S. 94.

Über Stoßerregung elektrischer Schwingungen in der Radiotelegraphie und ihre Vorzüge. Von *Dr. Gustav Eichhorn, Zürich.* S. 95.

Sir George Howard Darwin. Von *Dr. W. Schweydar, Potsdam.* S. 99.

Besprechungen S. 100.

Kleine Mitteilungen S. 103.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Pflanzenphysiologie. Von *Dr. W. Palladin, Professor an der Universität zu St. Petersburg.* Mit 180 Textfiguren. Bearbeitet auf Grund der 6. russ. Aufl. 1911. Preis M. 8,—; in Leinw. geb. M. 9,—.

Die Reizbewegungen der Pflanzen. Von *Dr. Ernst G. Pringsheim, Privatdozent an der Universität Halle.* Mit 96 Abbildungen. 1912. Preis M. 12,—; in Leinwand gebunden M. 13,20.

Umwelt und Innenwelt der Tiere. Von *J. von Uexküll, Dr. med. hon. c.* 1909. Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 8,—.

Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies (Künstliche Parthenogenese). Von *Jacques Loeb, Professor der Physiologie an der University of California in Berkeley.* Mit 56 Textfiguren. 1909. Preis M. 9,—; in Leinwand gebunden M. 10,—.

Über das Wesen der formativen Reizung. Von *Jacques Loeb, Professor der Physiologie an der University of California in Berkeley.* Vortrag, gehalten auf dem XVI. Internationalen Medizinischen Kongreß in Budapest 1909. Preis M. 1,—.

Die Variabilität niederer Organismen. Eine deszendenz-theoretische Studie. Von *Hans Pringsheim.* 1910. Preis M. 7,—; in Leinwand gebunden M. 8,—.

Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. Lösung des Problems der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe. Von *Prof. Dr. Emil Abderhalden, Direktor der Physiologischen Institutes der Universität zu Halle a. S.* 1912. Preis M. 3,60; in Leinwand gebunden M. 4,40.

Schutzfermente des tierischen Organismus. Ein Beitrag zur Kenntnis der Abwehrmaßregeln des tierischen Organismus gegen körper-, blut- und zellfremde Stoffe. Von *Prof. Dr. Emil Abderhalden, Direktor des Physiologischen Institutes der Universität zu Halle a. S.* Mit 8 Textfiguren. 1912. Preis M. 3,20; in Leinwand gebunden M. 3,80.

Physiologisches Praktikum. Chemische und physikalische Methoden. Von *Prof. Dr. Emil Abderhalden, Direktor des Physiologischen Institutes der Universität zu Halle a. S.* Mit 271 Figuren im Text. 1912. Preis M. 10,—; in Leinwand gebunden M. 10,80.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

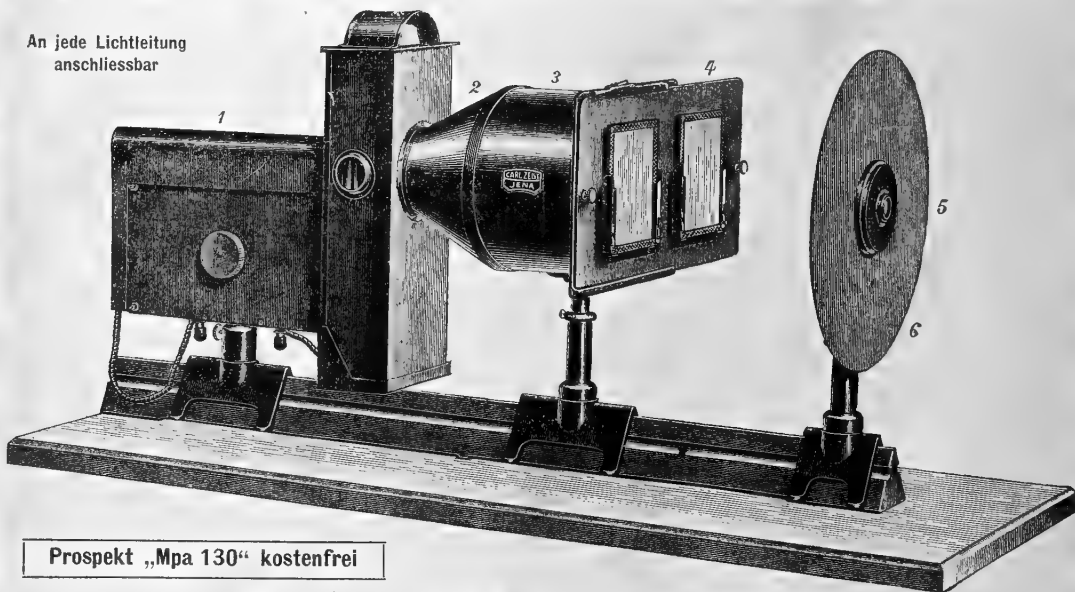
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



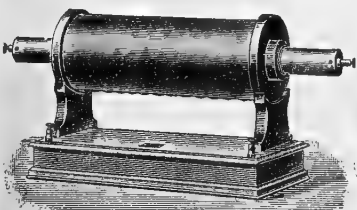
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

KRÖPLIN & STIER BÜTZOW i. M.

Werkstätten für Präzisionsmechanik und Elektrotechnik.

Spezialitäten: Funkeninduktoren, Demonstrationsapparate für drahtlose Telegraphie. Apparate für Hertz'sche Versuche. Tesla-Apparate. Influenzmaschinen usw.

Sonderkonstruktionen und Versuchsmodelle nach Angabe.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Bibliographisches Institut, Leipzig u. Wien: Seite III — Franz Deuticke, Leipzig u. Wien: Seite III — Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite I u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Lehrmittelanstalt J. Ehrhardt & Co., Bensheim: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite II — C. Warmbach Dresden: Seite III — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Die Lebensgemeinschaften der Bakterien mit einigen höheren und niederen Pflanzen.

Von Dr. V. Vouk, Agram (Kroatien).

Botanisch- und physiologisches Institut der Universität.

Im metabiotischen Stoffwechselgetriebe der Natur spielen die Bakterien eine der hervorragendsten Rollen. Die Grenzen dieses Nacheinanderlebens sind in einigen Fällen so nahe aneinandergerückt, daß aus dem Nacheinander- ein Ineinander- oder das Zusammenleben entsteht. Das Zusammenleben oder die Symbiose der Bakterien mit einigen höheren Pflanzen gehört fast zu den beststudierten Lebensgemeinschaften im Organismenreiche, da wir in einigen Fällen genau die physiologische Aufgabe eines jeden der Bionten kennen.

An erster Stelle sind die ganz allgemein bekannten *Knöllchenbakterien der Leguminosen* zu nennen, deren Zusammenleben mit den Leguminosenwurzeln durch die klassischen Arbeiten von *Hellriegel u. Wilfahrt**) und von *Beijerinck***) in den Hauptzügen aufgeklärt ist. Wir können auf Grund einer Reihe von späteren Arbeiten (*Franck, Prazmowski, Laurent, Berthelot, Hiltner u. Stroemer*) mit einer genügenden Sicherheit den Bakterien der Wurzelknöllchen die Aufgabe der Stickstoffassimilation zuschreiben. Die Schmetterlingsblütler können daher auf stickstofffreiem Boden, ohne gebundenen Stickstoff (salpetersaure Salze oder Ammonsalze) gedeihen, da das *Bacterium radicola* der Wurzelknöllchen die Fähigkeit besitzt, den elementaren Stickstoff der Luft zu assimilieren und damit die Pflanze mit der notwendigen Menge des Stickstoffs zu versorgen. Andererseits haben auch die Bakterien von dem Zusammenleben einen wesentlichen Nutzen, da sie von den Wurzeln die notwendigen Kohlenhydrate beziehen. Trotzdem im Problem der N-Assimilation der Knöllchenbakterien bisher noch nicht das letzte Wort gesprochen ist (*Im mendorf, Gonnermann*), so glauben wir doch auf Grund der früher erwähnten experimentellen Arbeiten in der N-Assimilation der Knöllchenbakterien eine feste Tatsache vor uns zu haben, die uns das symbiotische Verhältnis der Bakterien zur grünen Pflanze im gewissen Sinne aufklärt.

Da diese Symbiose, wie früher erwähnt, allgemein bekannt ist, so will ich mich im folgenden vielmehr mit anderen Bakteriensymbiosen beschäftigen, die teils erst in der letzten Zeit genauer untersucht worden sind, teils überhaupt sehr wenig bekannt

sind und deren symbiotische Natur vielleicht auch problematisch ist.

Die interessanteste und bestbekannte von diesen hier zu besprechenden Lebensgemeinschaften ist das sog. *erbliche Zusammenleben von Bakterien mit einigen tropischen Rubiaceen und Myrsinaceen*, das in der letzten Zeit von *H. Miehe**) und von *F. C. Faber***) eingehend untersucht wurde.

Gerade vor 10 Jahren hat *Zimmermann*†) als erster erkannt, daß die auf den Blättern einiger Rubiaceen (*Pavetta* und *Psychotria*-Arten) vorkommenden Knötchen Bakterien enthalten. *Miehe*††) entdeckte vor kurzer Zeit ähnliche Knoten bei

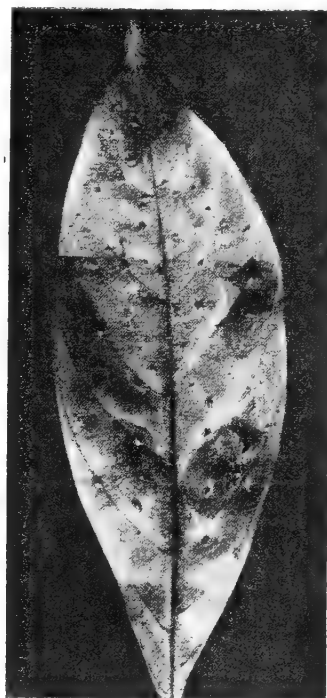


Fig. 1. Das Blatt von *Pavetta indica*. Die dunklen Punkte sind die Bakterienknoten. Original-Photographie.

einigen tropischen Myrsinaceen (*Ardisia*-Arten) und verfolgte auch genau ihre Entwicklungsgeschichte, doch konnte er über den Sinn dieser

*) *H. Miehe*: Die Bakterienknoten an den Blatträndern von *Ardisia crispa* A. D. C. „Javanische Studien“, XXXII. Bd. d. Abh. der math.-physik. Klasse d. Königl. Sächs. Ges. d. Wiss. 1911. S. 399—431.

H. Miehe: Über Symbiose von Bakterien mit Pflanzen. Biolog. Zentralbl. XXXII. Bd. Nr. 1. 1912.

**) *F. C. von Faber*: Das erbliche Zusammenleben von Bakterien und tropischen Pflanzen. Jahrbücher für wissenschaft. Botanik. Bd. 51. III. Ht. 1912.

†) *A. Zimmermann*: Über Bakterienknoten in den Blättern einiger Rubiaceen. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 37. 1902.

††) *H. Miehe*, l. c.

*) *H. Hellriegel u. H. Wilfahrt*: Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen. Beilageheft zu d. Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzucker-Industrie d. D. R., Berlin, 1888.

**) *M. W. Beijerinck*: Over ophooping van atmosphärische Stickstoff in culturen van *Bacillus radicola*. Versl. en Mededeel. d. K. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam, Naturkunde 1891.

Lebensgemeinschaft keinen Aufschluß geben. Erst aus der erwähnten ausführlichen und äußerst präzise durchgeführten Arbeit von F. C. v. Faber erfahren wir die physiologische Aufgabe der Bakterien im Lebenslauf ihrer Wirtspflanze.

Die Bakterienknoten der Rubiaceen (*Pavetta* und *Psychotria*-Arten) unterscheiden sich in der Form und im Vorkommen von denen der *Ardisia*-Arten. Die ersten sind über die ganze Oberfläche der Blätter unregelmäßig verteilt und stellen knotenartige, rundliche Verdickungen meist von dunklerem Aussehen als das übrige Gewebe vor (Fig. 1). Bei den *Ardisien* liegen die Knoten (30 bis 50) in einer Reihe längs des Blattrandes und stellen uns ebenso kleine rundliche Verdickungen vor, die früher als Eiweißdrüsen — glandulae albuminiferae — bezeichnet worden sind (Fig. 2). Im großen und ganzen ist die Entwicklungsgeschichte der Rubiaceen- und *Ardisien*knoten mit

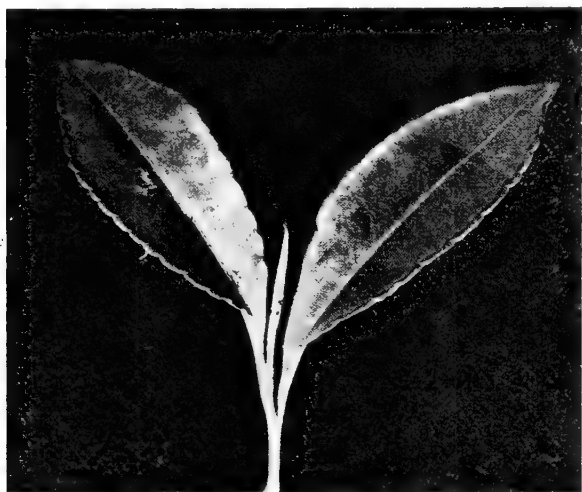


Fig. 2. Ein junger Sproß von *Ardisia crenulata*.
Original-Photographie.

wenigen Unterschieden ziemlich gleich. Es wurde konstatiert, daß die Bakterien in beiden Fällen die symbiotische Wirtspflanze während ihrer ganzen Entwicklung begleiten. Sie befinden sich im Samen zwischen Embryo und Endosperm, in der Blüte, im Fruchtknoten, in der Samenanlage, ja sie gelangen sogar mittels des Pollenschlauches in die Mikropyle und in den Embryosack. Wie gelangen denn nun die Bakterien in die jungen Blätter hinein? Da die Bakterien schon in dem Samen vorhanden sind, so gelangen sie bei der Keimung des *Pavetta*-Samens sehr leicht in die Stipularhöhle der jungen Blattknospe, wo sie sich in der von den Colleteren*) ausgeschiedenen Gummimasse aufhalten. Es ist sehr auffallend, daß an den jungen Blättern die Spaltöffnungen frühzeitig entwickelt sind, und durch diese wachsen die Bakterien in das Blattgewebe hinein. In einen Sekretbehälter, der ähnliche harzige Massen enthält, wie sie in der Knospe ausgeschieden werden, hineingelangt, ver-

mehren sich die Bakterien lebhaft und erfüllen allmählich die ganze Interzellularhöhle*). Die umgebenden Zellen vermehren sich nun auch lebhaft, wachsen der Bakterienhöhle zu, runden sich später ab und bilden schließlich das sog. chlorophyllführende Bakteriengewebe, in dessen Interzellularen die Bakterien leben. Während dieses ganzen Vorganges wird die Bakterienhöhle nach außen abgeschlossen, indem die sog. Schließzellen der Spaltöffnungen absterben und die umgebenden Zellen durch Überwölbung und Wachstum die ursprüngliche Öffnung verschließen. Die Bakterien werden also direkt gefangen. Auch bei *Ardisien* dringen die Bakterien durch die Spaltöffnungen, die aber mehr einen hydathodenähnlichen**) Charakter haben, in das junge Blattgewebe ein. Unter der Spaltöffnung befindet sich eine mit Sekret unbekannter Art erfüllte Lakune, in welcher sich die Bakterien einnisten. Die Schlauchzellen dieses Gewebes weichen dann auseinander und vergrößern die Lakune, welche vollständig mit Bakterien erfüllt wird.

Die Bakterien der Rubiaceen und der *Ardisien* sind von ganz gleicher Form. Während im Vegetationspunkt etwas längere, dünne, wenig oder gar nicht verzweigte Formen vorkommen, sind die Bakterien der Knoten charakteristisch verzweigt und etwas verdickt. Diese verzweigten Formen hat man früher als Degenerationsformen, sog. „Involutionsformen“, betrachtet, doch v. Faber hält sie für normale und für diese Art charakteristische Formen, und nach dem letzteren Forscher haben sie große Ähnlichkeit mit den echten Tuberkelbazillen, die nach Mische in die Gruppe der Mykobakterien hineingehören. Mische nennt das Bakterium der *Ardisien* „*Bacterium foliicola*“ und v. Faber das Bakterium der Rubiaceen „*Mycobacterium Rubiacearum*“. Die beiden Bakterienarten gehören jedenfalls zu derselben Gattung, da sie die wichtigsten Merkmale, die Form, die Unbeweglichkeit, Säurefestigkeit und wie ich hier vorgreifend erwähne, die physiologische Eigenschaft der Luftstickstoffassimilation gemeinsam haben.

Die wichtigste Frage im ganzen Problem dieser Lebensgemeinschaft war die nach der physiologischen Bedeutung der Bakterien. Diese Frage konnte nur in der Weise entschieden werden, wenn es gelingt, einerseits die Pflanze von den Bakterien zu befreien und andererseits, die beiden Symbionten getrennt zu kultivieren. Mieses Versuche, das *Bacterium foliicola* rein zu züchten, mißlingen und er vermochte daher auch über die physiologische Rolle der Bakterien nichts zu berichten. v. Faber gelang beides, sowohl die Pflanze (*Pavetta*) ohne Bakterien zu ziehen, wie auch die Bakterien (*Mycobacterium Rubiacearum*) rein zu züchten, und seine physiologischen Studien ergaben das eigentlich naheliegende Resultat, daß die mit Bakterien in den Blättern versehenen Rubiaceen den elementaren Stickstoff aus der Atmosphäre sich anzueignen imstande sind.

*) Zwischenzellraum.

**) Hydathoden sind wasserausscheidende Drüsen.

*) Harzabsondernde Drüsen.

Es war aber nicht so einfach, die Pflanzen ohne Bakterien zu erhalten. *v. Faber* versuchte dies mittels drei Methoden, durch Callussprosse*), durch Embryokulturmethode und durch Tötung der Bakterien innerhalb der Samen, von welchen nur die letzte sich als brauchbar erwiesen hat. Nach Behandlung der Samen mit heißem Wasser von 50°, etwa 50 Minuten lang, starben die Bakterien in dem Samen ab, ohne daß die Keimfähigkeit der Samen beeinträchtigt worden wäre. Solche Samen mit getöteten Bakterien keimten viel langsamer als diejenigen mit lebenden Bakterien, und die daraus sich entwickelnden Pflanzen wuchsen auch viel langsamer, ihre Blätter waren kleiner und blaß. Es sind auch sterilisierte Sandkulturen mit und ohne gebundenen Stickstoff aufgestellt worden, und es zeigte sich, daß die bakterienfreien Pflanzen ohne gebundenen Stickstoff an Stickstoffhunger leiden, hingegen die Bakterienpflanzen normal wachsen. Da diese Experimente steril durchgeführt worden sind, d. h. unter Ausschluß anderer Mikroorganismen, so haben wir hier einen indirekten Beweis für die Annahme, daß die Rubiaceen mit Hilfe der Bakterien in den Blättern ihren Bedarf an Stickstoff aus der Luft decken. Diese Experimente sind vorläufig von *v. Faber* nur mit *Pavetta Zimmermanniana* durchgeführt worden, haben also eine beschränkte Geltung, doch ist es sehr wahrscheinlich, daß dies auch bei anderen Rubiaceen wie auch bei Ardisien der Fall ist. Auch die Versuche mit dem reingezüchteten *Mycobacterium Rubiacearum* beweisen die erwähnte Tatsache. *v. Faber* isolierte die Bakterien aus einem jungen Knoten der *Pavetta* und züchtete sie zunächst auf einem aus der Abkochung der jungen Blätter hergestellten Agar. Die Bakterien gewöhnten sich bald an eine mineralische Nährlösung mit einer Kohlenstoffquelle. Was die N-Quelle anlangt, so gedeihen sie auch ohne eine organisch oder anorganisch gebundenen Stickstoff enthaltende Nährstoffquelle — sie können also den atmosphärischen Stickstoff assimilieren. Diese letztere Eigenschaft ist bei künstlicher Kultur äußerst labil, so daß Spuren einer, am besten anorganischen, N-Verbindung als notwendig erscheinen. Dies ist übrigens auch bei den Knöllchenbakterien der Leguminosen eine bekannte Erscheinung. Es besteht eigentlich eine große Ähnlichkeit zwischen Wurzelknöllchen- und Blattknotenbakterien nicht nur in morphologischer, sondern auch in physiologischer Hinsicht. Es besteht sogar zwischen beiden Symbiosen eine vollständige physiologische Parität, der Unterschied ist nur biologischer Natur. Die Knöllchenbakterien der Leguminosen greifen von außen die Pflanze an und gelangen parasitisch immer von neuem aus der Erde in die jungen Wurzeln hinein — die Blattknotenbakterien bleiben aber, wie wir gesehen haben, dauernd mit ihrer Wirtspflanze in Verbindung, und daher bezeichnete auch *Miehe* diesen Fall der Lebensgemeinschaft vollkommen zutreffend als „erbliche Symbiose“.

*) Unter „Callus“ versteht man das an einer Wundstelle entstandene Gewebe, welches unter Umständen auch neue Sprosse bilden kann.

In derselben Mitteilung berichtet *v. Faber* auch über eine andere Lebensgemeinschaft von Bakterien mit höheren Pflanzen, die er auch als erbliche Symbiose bezeichnet. Bei einigen tropischen Pflanzen kommen die sog. *Wasserkelche* vor. *Treib**) hat solche von *Spathodea campanulata*, einer tropischen Bignoniacee (in den Tropen „Tulpenbaum“ genannt) mit schönen orangefarbenen, glockenförmigen Blüten, genau untersucht und ihre Entwicklungsgeschichte verfolgt. Im Jugendstadium sind diese Kelche mit einer wässrigen Flüssigkeit erfüllt und in dieser Flüssigkeit hat bereits *Treib* regelmäßig viele Bakterien vorgefunden (Fig. 3, 4, 5). *v. Faber* untersuchte die Erscheinung genauer und fand die Bakterien, wenn auch in geringer Zahl, in der Vege-

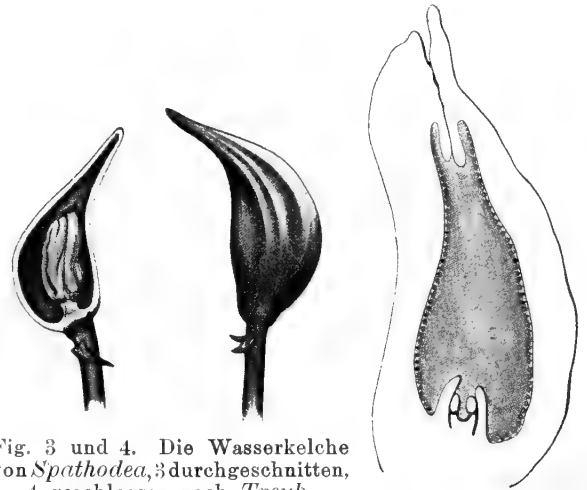


Fig. 3 und 4. Die Wasserkelche von *Spathodea*, 3 durchgeschnitten, 4 geschlossen nach *Treib*.

Fig. 5. Ein junger Wasserkelch von *Spathodea* (im Durchschnitt schematisiert) erfüllt mit der Flüssigkeit, nach *Treib*.

tationsknospe in den filzigen Haaren. Bei der Bildung des Wasserkelches aus einer solchen Vegetationsknospe werden die Bakterien in den Kelch eingeschlossen und kommen später in der von den Kelchhydatoden ausgeschiedenen Flüssigkeit reichlich zur Entwicklung. Diese Bakterien sind, was die Ernährung anbelangt, ziemlich anspruchslos und wachsen gut auf gewöhnlichen Nährböden. Sie gehören wahrscheinlich den verschiedensten Arten an, doch eine bestimmte Bakterienart, die in Form von kurzen, etwas gekrümmten, unbeweglichen Stäbchen auftritt, ist in den Wasserkelchen stets vorhanden.

Die Bakterien gelangen aus der Flüssigkeit der Kelche in den Fruchtknoten und sogar in den Embryosack. Die Bakterien begleiten also auch hier ihre Wirtspflanze während der ganzen Entwicklung und *v. Faber* glaubt daher, daß es sich auch hier um eine ähnliche Lebensgemeinschaft — erbliche Symbiose — handelt wie bei den Rubia-

*) *M. Treib*: Les bourgeons floraux du *Spathodea campanulata* Beauv. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg Vol. VIII. pag. 38—46.

ceen und Ardisien. Über die physiologische Rolle der Bakterien in dieser Gemeinschaft konnte *v. Faber* kaum etwas sagen; es ist aber auch leicht möglich, daß die Bakterien nur Epiphyten*) sind. Sobald die Bakterien aber auf die Pflanze nicht schädlich einwirken, können wir diese Lebensgemeinschaft noch immer als Symbiose betrachten.

Außer *Spathodea* gibt es noch eine Reihe von anderen Pflanzen, die sog. Wasserkelche besitzen. *Koorders* hat in Wasserkelchen von *Clerodendron Minahasseeae* Bakterien gefunden, dagegen einen Pilz in *Parmentiera cerifera*, *Crescentia cujete*, *Rigelia pumata*, *Stereospermum hiposticum*, *Heterophragma adenophyllum* und *Juannola parasitica*. Bei allen genannten Pflanzen hat *v. Faber* die Mikroorganismen auch am Vegetationspunkt gesehen, bei *Parmentiera* und *Crescentia* sogar im Samen. Es ist also hier ein den Bakterienknoten ganz analoger Fall — eine erbliche Lebensgemeinschaft — vorhanden, übrigens eine für die Fadenpilze — ich erinnere nur an die Orchideenpilze oder den Pilz von *Lolium temulentum* — nicht seltene Erscheinung.

Schon bei den niedersten Pflanzen kennen wir Lebensgemeinschaften mit Bakterien. Die Gruppe der *Myxomyceten* — Schleimpilze oder Pilztiere genannt —, die sich an der Grenze des Tier- und Pflanzenreiches befindet, lebt in einer Lebensgemeinschaft mit gewissen Bakterien. Auf Grund älterer und neuerer Forschungen wissen wir, daß die Bakterien im ganzen Entwicklungszyklus der Schleimpilze deren stete Begleiter sind, daß es auch den Anschein hat, als ob die Schleimpilze ohne ihren Begleiter nicht existieren können. Es ist auch, wie wir sehen werden, die Annahme gerechtfertigt, daß die Bakterien im Leben der Myxomyzeten eine große Rolle spielen.

Der Russe *Nadson***) hat als erster versucht, die Schleimpilze mit Hilfe der Methode der Reinkultur einer physiologischen Analyse zu unterziehen. Er versuchte den kleinen, zierlichen mukorähnlichen Schleimpilz *Dictyostelium mucoroides* auf künstlichem Nährboden, frei von allen anderen Organismen, also rein zu züchten. *Dictyostelium* lebt in der Natur auf Pferdemist und es gelingt nicht schwer, mit ihm auf sterilisiertem Mist schöne Kulturen zu bekommen. Überträgt man die Sporen auf ein künstliches Substrat, so findet man in solchen Kulturen sofort als Begleiter des Schleimpilzes eine Bakterie. *Nadson* berichtet auch über ihm gelungene Reinzuchten dieses Schleimpilzes, doch diese, wie er sagt: „les cultures absolument pures sont faibles et malingres.“ Die Reinzuchten des Schleimpilzes ohne Bakterien sind kränklich. Dies deutet auf eine wichtige Rolle der Bakterien im Stoffwechsel des Myxomyzeten hin. *Nadson* glaubt, daß das Wachstum der Myxomyzeten durch die Bakterien in der Weise begünstigt wird, daß

die Bakterien durch Freimachen des Ammoniaks aus den Ammonsalzen des Substrates die alkalische Reaktion des Nährbodens bewirken, welche der Schleimpilz braucht, während andererseits der Schleimpilz den Bakterien die organischen Stoffe liefert. Die Richtigkeit dieser Ansicht könnte man durch die Kultur des Schleimpilzes auf alkalischem Nährboden leicht entscheiden. Doch konnten die Versuche *Nadsons* bezüglich der Reinkultur von anderen Forschern bisher nicht bestätigt werden. *Potts**, *Miller***) und besonders *Pinoy****) beschäftigten sich später mit der Reinkultur der Myxomyzeten, und keiner konnte die absolute Reinkultur erlangen. Es gelingt nach *Pinoy*, die Myxomyzeten nur in der sog. gemischten Reinkultur, d. h. den Myxomyzeten in Gesellschaft einer Bakterie auf künstlichem Nährboden zu züchten. Dies ist dem erwähnten französischen Forscher mit einigen Myxomyzeten gelungen, so mit: *Dictyostelium mucoroides*, *D. violaceum*, *Didymium effusum* und *D. difforme*, *Polysphondelium violaceum*. *Pinoy* schließt auch seine Untersuchungen mit den Worten: „Jusqu'ici on ne connaît pas de Myxomycète capable de vivre en culture pure.“

Ich selbst†) kultiviere seit zwei Jahren *Didymium nigripes* in einer solchen gemischten Reinkultur und konnte nach vergeblichen Versuchen trotzdem keine absolute Reinkultur erzielen.

Aus allen diesen Versuchen ist zu ersehen, daß die Bakterien eine enge Beziehung zu den Myxomyzeten haben. Wenn auch die Schleimpilze mit verschiedenen Bakterien in Gemeinschaft leben, so ist doch sehr auffallend, daß in den meisten Fällen bloß *Bacillus fluorescens* var. *liquefaciens* Flügge als Begleiter gefunden worden ist.

Die Bakterien begleiten den Myxomyzeten während der ganzen Entwicklung. Sie sind ständige Bewohner in Fruchtkörpern der endosporen und exosporen Arten, und auch als Begleiter der Schwärmer und Myxamöben sind sie stets vorzufinden. Daß die Bakterien zu den aus den Sporen geschlüpften Schwärmern und zu den sich daraus entwickelnden Myxamöben in einer näheren Beziehung stehen, lehrt uns folgende von mir gemachte Beobachtung: Läßt man die Sporen von *Didymium* in einer feuchten Kammer im sog. hängenden

*) *Potts*: Zur Physiologie von *Dictyostelium mucoroides*, Flora, Bd. 91, 1902.

**) *Miller*: The aseptic cultivation of Mycetozoa. Quaterly Journal of microscopical science. Vol. XLI. 1899.

***) *E. Pinoy*: Nécessité de la présence d'une Bactérie pour obtenir culture de certains Myxomycètes. Bull. Société myc. de France. T. XVIII. 3 fasc. 1902.

E. Pinoy: Nécessité d'une symbiose microbienne pour obtenir la culture des Myxomycètes. Compt. R. Acad. des Sc. T. CXXXVII. 1903.

E. Pinoy: Role des Bactéries dans le développement du Plasmodiophora Brassicae. C. R. Soc. de Biologie, T. LVIII. p. 1010. 1905.

E. Pinoy: Role des bactéries dans le développement de certains Myxomycètes. Annales de l'institut Pasteur. T. 21. 1907. p. 622.

†) *V. Vouk*: Untersuchung über die Bewegung der Myxomyzeten. I. Teil: Wiener Sitzungsber. d. Akad. Bd. 119, 1910. II. Teil: Denkschr. d. kais. Akad. in Wien, Bd. 88, 1912.

*) Epiphyten sind Pflanzen, welche auf einer anderen Pflanze leben, ohne in das Gewebe dieser einzugreifen.

**) *G. A. Nadson*: Des cultures du *Dictyostelium mucoroides* Bref. et des cultures pures des amibes en général (Résumé). Extrait des „Scripta botanica“ fasc. XV.

Tropfen einer Nährlösung keimen, so treten schon nach etwa 12 Stunden lange, mit einer, seltener mit zwei Geißeln versehene Schwärmer heraus. Zu gleicher Zeit sieht man im Tropfen auch sich lebhaft bewegende Bakterien (Stäbchenform), die sich ziemlich rasch vermehren. Die Schwärmer bewegen sich mittels ihrer Geißel zunächst lebhaft drehend, später immer langsamer und schließlich nach dem Verlust der Geißel amöboid. Die Bakterien, welche früher im Tropfen kaum bemerkbar waren, sammeln sich jetzt am hinteren Ende des Schwärmers, um die pulsierende Vakuole herum und bewegen sich hier lebhaft. Es ist ganz interessant, zu beobachten, wie fast jeder Schwärmer mit einem Anhängsel von Bakterien sich kriechend vorwärts bewegt (Fig. 6 a). Einige von den Bakterien sitzen wie festgeheftet in senkrechter Stellung auf der Oberfläche des Schwärmers, die anderen bewegen sich frei — bleiben oft zurück hinter dem sich bewegenden Schwärmer, eilen jedoch wieder nach. Auch bei den Myxamöben sieht man dieselbe Erscheinung. Die Bakterien sammeln sich nur an der-

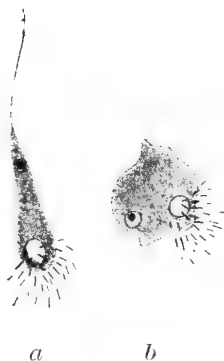


Fig. 6. a) Ein Myxomycetozoe, b) eine Myxamöbe mit Bakterien.

jenigen Stelle der Myxamöben, wo sich die pulsierende Vakuole befindet (Fig. 6 b). Diese Erscheinung lehrt uns, daß jedenfalls eine nähere Beziehung zwischen Bakterien und Schwärmern bzw. Myxamöben besteht. Es ist wahrscheinlich, daß von der pulsierenden Vakuole ein Stoff (Sekret) ausgeschieden wird, der chemotaktisch auf die Bakterien wirkt, eventuell aber auch eine Nährstoffquelle der Bakterien darstellt. Andererseits wissen wir besonders aus den Untersuchungen von Pinoy, daß Bakterien von Myxamöben verzehrt werden. Die Vakuolen sind sogar die Verdauungsorte der Bakterien und man kann sie in solchen Vakuolen direkt beobachten. Man könnte vielleicht, um das Verhältnis der Myxamöben und Bakterien zu klären, auch annehmen, daß der aus den Vakuolen ausgeschiedene Stoff mit der chemotaktischen Eigenschaft einfach zur Anlockung der Bakterien dient, welche dann von den Amöben in bekannter Weise verdaut werden.

Auch in der weiteren Entwicklung des Myxomyceten sind die Bakterien ständige Begleiter. Durch die Verschmelzung zahlreicher kleiner Myxamöben entstehen die großen reichverzweigten, zierlichen Plasmodien, wie uns die Fig. 7 darstellt.

Ich habe oft die Gelegenheit gehabt, die Plasmodien in gemeinschaftlicher Kultur mit Bakterien zu beobachten.

Wenn man auf einem aus Bohnenextrakt hergestellten Agar einen Fruchtkörper von *Didymium* zerreibt, so kann man schon nach 24 Stunden sehr viele Schwärmer und Myxamöben umherkriechend

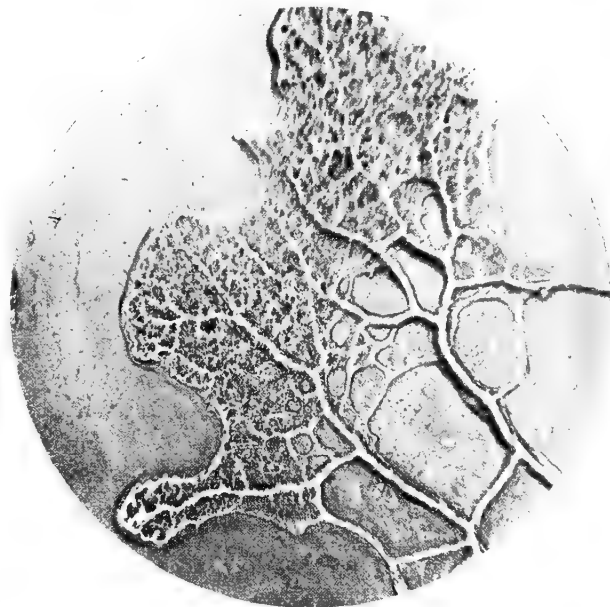


Fig. 7. Der Kopf eines Plasmodiums von *Didymium*. Original-Mikrophotographie. Vergr. 60.

beobachten, jedoch aber auch schon massenhaft Bakterien, die sich hier entwickelt haben. Diese wachsen bald zu großen Kolonien heran, welche die Myxamöben ganz überwuchern. Die Myxamöben vereinigen sich zu jungen Plasmodien — Plasmodiellen genannt —, die dann zu wirklichen Plasmodien heranwachsen, und es entsteht dann förmlich ein Kampf zwischen den beiden Bionten, aus welchem dann unter diesen Bedingungen doch die

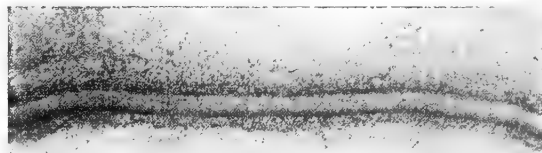


Fig. 8. Ein Plasmodiumstrang in einer Hülle von Bakterien. Original-Mikrophotographie. Vergr. 60.

Plasmodien als Sieger hervorgehen. Die Plasmodien kriechen dann aus der Bakterienmasse heraus, doch die Bakterien bleiben auch weiterhin in ihrer Begleitung. Am Kopfende eines solchen Plasmodiums kann man sie in lebhafter Bewegung sehen, und besonders um die einzelnen Stränge herum entwickeln sie sich reichlich (Fig. 8). Gerade dieser letzte Umstand, das Vorkommen der Bak-

terien in der unmittelbaren Nähe der Plasmodien deutet darauf hin, daß das Leben der Bakterien mit dem des Myxomyzeten eng verknüpft ist, denn obwohl die Bakterien einen nicht ungünstigen Nährboden haben, entwickeln sie sich doch nicht diffus auf der ganzen Oberfläche des Agars, sondern bleiben stets in unmittelbarer Nähe des Schleimpilzes. Machen wir aber den Versuch und geben zum Agar etwas Pepton, so entwickeln sich die Bakterien so stark, daß die Plasmodien nicht einmal zur Entwicklung kommen.

Berücksichtigen wir nun folgende Momente, 1. daß es bisher den meisten Beobachtern der Myxomyzeten nicht gelungen ist, die Myxomyzeten in einer absoluten Reinkultur zu züchten, 2. daß die absoluten Reinkulturen *Nadsons* kränklich und schwach waren und 3. daß die Bakterien in allen Entwicklungsstadien des Schleimpilzes als Begleiter vorkommen, so können wir auch diese Lebensgemeinschaft vielleicht als eine „erbliche Symbiose“ bezeichnen, obwohl uns der Sinn dieser Symbiose auch weiter verborgen geblieben ist. *Nadson* hat als erster das Verhältnis der Bakterien zu den Myxomyzeten als Symbiose aufgefaßt, *Pinoy* hingegen, dem eine Reinkultur des Myxomyzeten nicht gelungen ist, bezeichnet diese Gemeinschaft als einen *Parasitismus*, wobei die Bakterienkolonien die Rolle des Wirtes übernehmen. Die Entscheidung in dieser Frage bleibt den künftigen Untersuchungen vorbehalten. Auch wenn es einmal allgemein gelingt, die Schleimpilze rein zu züchten, so wird uns diese Tatsache die Verhältnisse in der Natur nicht mehr aufklären. Der Umstand, daß die symbiotischen Bakterien auf gewöhnlichen Nährböden leicht zu züchten sind, spricht mehr für ihre saprophytische Natur und den epiphytischen Charakter.

Eine ganz besondere Art der Lebensgemeinschaft stellt uns der parasitisch auf Cruciferenwurzeln vorkommende Myxomyzet *Plasmodiophora Brassicae*, der zuerst von *Woronin**) als Urheber der sog. Kohlhernie erkannt wurde. Auch dieser Myxomyzet lebt in Gemeinschaft mit einer Bakterie, die nach *Pinoy* als eigentliche Urheberin der Fäulnis der Cruciferenwurzel anzusehen ist. Hier hätten wir also eine dreigliedrige Lebensgemeinschaft, ein Fall der *Verknüpfung der Symbiose mit dem Parasitismus*.

Einen noch deutlicheren parasitischen Charakter hat die Lebensgemeinschaft der Bakterien mit einigen Florideen (*Rotalgen*). *Schmitz***) hat erkannt, daß die knöllchenartigen Auswüchse bei einigen Florideen durch die Bakterien hervorgerufen werden. Einige solche Florideenknöllchen werden durch parasitische Pilze aus der Reihe der Ascomyzeten, einige auch durch endophytische fadenartige Florideen, doch die meisten durch Bakterien hervorgerufen. Ein Beispiel dafür sind Knöllchen von *Cystoclonium purpurascens*. Diese Knöllchen sind kleinere oder größere, anfangs gerundete, später

höckerige oder kleinlappige Auswüchse, die aus einem aufgelockerten Mark und einer Rinde bestehen. Das lockere Gewebe des Markes und die kleinzellige Rinde sind dicht mit Bakterien erfüllt, die sich in dichten, netzförmigen, zusammenhängenden Massen *interzellulär* ausbreiten. Die Bakterien kommen in die Pflanze von außen und veranlassen die gallenartige Gewebewucherung. Ähnliche Gallen kommen auch bei *Chondrus crispus*, *Prionitis decipiens*, *Dumontia filiformis*, *Gigartina Teedii* und *Dawsonia massiliensis* vor. *Schmitz* bezeichnete dieses Verhältnis der Bakterien als *Parasitismus*, und so wäre dieser Fall zu den bakteriosen Gallen zu stellen. Solche „Tuberkelgallen“ kommen an der Föhre, dem Pfirsichbaum, dem wilden Wein, dem Ölbaum und an manchen anderen Gewächsen*) vor; die Erreger dieser sind Bakterien, die in diesem Falle echte Parasiten sind. Doch muß man erwähnen, daß die Erscheinung der Bakteriengallen bei Florideen seit *Schmitz* noch nicht näher untersucht wurde, und es wäre noch immer möglich, daß diese Gemeinschaft eine nähere ist. Jedenfalls ist zu betonen, daß die Ausbildung der Gallen die Nährpflanze gar nicht schädigt, solange die Anzahl dieser eine beschränkte ist. In diesem Falle können wir also noch immer von einer Symbiose reden, denn ein *Zusammenleben ohne gegenseitige Schädigung ist ja im weiteren Sinne eine Symbiose*. Daß aber auch die *mutualistische Symbiose*, d. h. das *Zusammenleben der Organismen zur gegenseitigen Hilfe* in einen *Parasitismus* umschlagen kann, lehrt uns die Tatsache, daß auch die Knöllchenbakterien der Leguminosen, wenn sie sich im Übermaße entwickeln, die Wirtspflanze zugrunde richten können. Noch labiler scheint, wie erörtert wurde, die Symbiose der Schleimpilze mit Bakterien zu sein, und über die Symbiose der Bakterien mit Pavetten äußert sich v. *Faber* folgendermaßen: „Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die am Vegetationspunkt und im Samen friedlich wohnenden Mikroorganismen beim Eindringen in andere Teile der Pflanze ihre friedliche Natur aufgeben und zu Angreifern werden, um sich bald darauf in friedliche Bürger zu verwandeln. Diese wiederholte Änderung im physiologischen Verhalten zeigt meines Erachtens wieder deutlich, wie eine scharfe Grenze zwischen *Parasitismus* und *Symbiose* nicht zu ziehen ist; beide Fälle können je nach den äußeren Bedingungen ineinander übergehen.“

Es gibt also verschiedene Variationen der Lebensgemeinschaften der Bakterien mit höheren und niederen Pflanzen, je nachdem der *Parasitismus* oder die echte *Symbiose* mehr zum Vorschein kommt. Die letztere erscheint uns sogar in ihrem Wesen sehr labil, so daß wir den Worten *Grafes***) vollkommen beistimmen können, wenn er sagt: „Man darf aus der Symbiose nicht etwa ein *Zusammenleben zur gegenseitigen Hilfe der beiden*

*) *Woronin*: Über die Krankheit der Kohlgewächse. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XI. 1878.

**) *Fr. Schmitz*: Knöllchenartige Auswüchse an den Sprossen einiger Florideen. Bot. Zeitung 1892.

*) *E. Küster*: Die Gallen der Pflanzen. Leipzig. 1912.

**) *V. Grafe*: Einführung in die Biochemie. Wien 1913.

Organismen herauslesen, wie es ja überhaupt ein Naturgesetz ist, daß ein solches Zusammenleben als Resultat des Kampfes ums Dasein lediglich als ein im Gleichgewicht befindlicher Parasitismus betrachtet werden kann.“

Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst.

Von Prof. Dr. Otfried Müller,

Direktor der medizinischen Klinik in Tübingen.

(Schluß.)

Wenden wir uns nun zur Therapie. Für den wahren Arzt der Ausgangspunkt seiner Wünsche, das Ziel seiner Willensrichtung bei der Wahl des Berufes ist sie zugleich letzte Konsequenz und Vollendung seines späteren Handelns. Wen nicht wahrhaft humanitäre Gesinnung zu therapeutischem Handeln im weitesten Sinne des Worts drängt, in wem der Wunsch zu forschen und zu erkennen dauernd stärker ist, als der zu helfen, der bleibt besser im Rahmen der reinen Biologie, der geht nicht in die ärztliche Praxis. Handelt es sich doch in therapeutischen Fragen nicht um ein voraussetzungsloses Nebeneinander-, sondern um ein zielbewußtes, ein ausgesprochen tendenziöses Nacheinanderordnen der Dinge.

Dementsprechend ist dann auch je nach der verschiedenartigen Veranlagung der Persönlichkeiten und der jeweiligen Entwicklung der Wissenschaft die Bewertung der Therapie eine ganz außerordentlich verschiedene gewesen. Ich nenne nur zwei extreme Beispiele.

Einmal die alte Wiener Schule mit ihrem therapeutischen Nihilismus, die vor exakt anatomisch-diagnostischen Vorstellungen zur Therapie überhaupt nicht reden kann. Der Eindruck, den diese Auffassung auf einen geborenen Arzt machte, ist uns in einem Jugendgedicht unseres großen Meisters *Kußmaul* übermittelt worden. Darin wird geschildert, wie ein solcher anatomisch-diagnostischer Wissensmann der schweren Krankheit und dem Tod eines nahen Freundes willen- und tatenlos gegenübersteht und am Schluß nur die Worte findet: „Holt die Säge stark und groß, daß ich ihm den Schädel öffne, ob ich traf die Diagnos“. Auch *Wunderlich* hat schon für diese Richtung treffende Worte gefunden: „In diesen trostlosen Resultaten,“ so sagt er, „die schließlich darauf hinauskommen, daß alles völlig einerlei, lag für viele schwache Gemüter ein ungemeiner Reiz. Denn viele sind so organisiert, daß es sie kitzelt, und daß sie sich erhaben dünken, wenn sie die Hilflosigkeit proklamieren, und das professionelle Zweifeln an allem ist ohnedies oft genug die Maske der Geistesstärke für schwächere Denker gewesen.“ Mit diesen Dingen sollten wir längst fertig sein; leider aber werden sie von sogenannter exakter Seite von Zeit zu Zeit immer wieder einmal unnötig belebt.

Den Gegensatz dazu bilden dann zweitens die großen Praktiker aller Zeiten mit ihrem ausgesprochenen therapeutischen Optimismus, mit der vorwärtstreibenden Zuversicht zur eigenen Kunst.

In neuester Zeit war der jüngst verstorbene Krankenhausdirektor und bekannte Konsiliarius *Renvers* ein derartiger Typ. In seinem Nachruf hieß es: „Mit Stolz bekannte *Renvers*, daß er wissenschaftlich rein rezeptiv war, oft betonte er die Gefahr, daß der forschende Arzt leicht dem therapeutischen Ziel entfremdet, leicht auch dem Dilettantismus überantwortet würde. *Renvers'* Produktivität lag in der Ausübung der ärztlichen Kunst. Hier war er ein Meister, ein Virtuos, fast ein Genie.“

So liegt zwischen Null und Unendlich, zwischen dem Skeptizismus gegenüber jeder ärztlichen Hilfe und dem gegenüber jeder eigenen forschenden Durchdringung der genial geübten, rein empirisch ärztlichen Kunst das therapeutische Feld. Es wird heute de facto zum großen Teil von dem bestellt, was wir in der speziellen Pathologie als die rein empirische, beschreibende deduktive Methode kennen gelernt haben. *Krehl* faßt das in die etwas resignierten Worte: „Was für die Beseitigung des Krankheitszustandes nützlich ist, wurde ebenfalls schon von vielen ausprobiert. Daher rühren die Regeln dieser empirischen Therapie.“ Auch *Wunderlich* kommt zu ähnlichen Resultaten, wenn er schreibt: „Aber die Medizin des heutigen Tages ist auch mehr als zu irgendeiner Zeit ihrer sozialen und humanen Aufgabe eingedenk. Sie weiß, daß sie all ihr Wissen und Können darauf zu konzentrieren hat, die menschlichen Leiden im großen und kleinen, die sich auf Störungen des Organismus beziehen, abzuhalten, zu vermindern und zu beseitigen. Der Wege dazu sind im einzelnen Falle fast immer mehrere, und es muß der sorgsam individuellen Erwägung überlassen bleiben, welcher von ihnen zu wählen ist. Niemand wird heutzutage so übermütig sein, seine eigene Wahl für eine unfehlbare zu halten, und die heutige Wissenschaft, die in ihren Prinzipien und in der Prüfung der Tatsachen niemals streng genug sein kann, ist tolerant in den konkreten Entscheidungen, sobald diesen richtige Prinzipien und Tatsachen zugrunde liegen. Es gibt daher kein schulmäßiges und doktrinär autorisiertes Kurverfahren mehr, sondern jedes ist zulässig und gerechtfertigt, das sich auf methodisch festgestellte Tatsachen und, in Ermangelung von solchen, wenigstens auf gewissenhafte Überlegung der Verhältnisse zu stützen vermag.“

Daneben gehen nun heutzutage Bemühungen; welche auf physiologisch-rationalistischem, induktivem Wege zum Ziel zu gelangen suchen und dann in der Tat auch ein rationelles, bis zu einem gewissen Grad doktrinär autorisiertes Kurverfahren zu finden bestrebt sind. Ich erinnere nur an die bewußt gewollte Herstellung des Diphtherieserums durch *Behring* und an diejenige des Salvarsans durch *Ehrlich*. Das ist die moderne experimentelle Therapie, die mit naturwissenschaftlichen Methoden im Laboratorium auf geradem, induktivem Wege zu ähnlichen und besseren Resultaten zu gelangen sucht, wie sie früher hundert- und tausendjährige Erfahrung rein empirisch erzielt und später allenfalls auf deduktivem Wege naturwissenschaftlich geklärt hat.

Das Salvarsan ist im Tierversuch nach bestimm-

tem Plan zum Zweck der Verwirklichung der Idee einer *Therapia sterilisans magna* unter 606 chemisch genau bekannten Arsenverbindungen als das zweckdienlichste Mittel zur Bekämpfung der Lues ausgesondert und am Menschen erst angewandt worden, als es weitgehende theoretische Garantien bot. Die *Digitalis* ist von einem schottischen Arzt *Withering* als der wirksamste Bestandteil eines, aus 20 Kräutern bestehenden, Geheimrezepts einer alten Frau erkannt worden, und erst ca. 100 Jahre später hat die moderne Pharmakologie nachgewiesen, welche Bestandteile sie enthält und wie diese den Organismus beeinflussen.

Das Gebiet der Arzneibehandlung ist nun aber, dank der gewaltigen Arbeit der Pharmakologie und der experimentellen Therapie, das wissenschaftlich verhältnismäßig am besten und ausgiebigsten erforschte. Hier kommen wir noch relativ am wenigsten in die Lage, nach dem Krehlschen Worte, ein anderes geistiges Kleid im Laboratorium, ein anderes am Krankenbette tragen zu müssen. Es spielt aber heute in der gesamten Therapie quantitativ nicht annähernd mehr die Rolle wie ehemals. Wie die *Wissenschaft der speziellen Pathologie* heute das gesamte Leben des kranken Organismus in allen seinen vielgestaltigen Beziehungen zu erforschen sucht, so soll auch die Therapie an allen den Punkten abhelfen, wo der Körper auf irgendein Hindernis stößt, das er nicht selbst zu überwinden oder zu umgehen vermag.

Die Therapie wird diese Aufgabe immer am besten erfüllen, wenn sie von der heuristisch fruchtbaren Idee der inneren Zweckmäßigkeit des Organismus, die auch *Liebermeister* immer mit mutigen Worten verteidigt hat, ausgeht und annimmt, daß der Körper, der ja erfahrungsgemäß eine ganze Anzahl von Störungen ohne Arzt und ohne künstliche Mittel auszuheilen vermag, von sich aus zweckmäßige Reaktionen zur Beseitigung krankhafter Zustände einleiten kann. „Die Schädigung ist nach *Pflüger* die Ursache der Entfernung der Schädigung,“ und demgemäß hat man, so sagt *Bier*, „von alters her den als den wahren Arzt gepriesen, welcher der Natur ihre Geheimnisse in der Heilung der Krankheiten ablauscht, sie unterstützt, wo sie durch eigene Kraft nicht zum Ziele gelangt, sie ersetzt, wo sie gänzlich versagt, und sie einschränkt; wo ihre Maßregeln zu überwuchern drohen.“ Daß das nicht mit einer Methode allein möglich ist, liegt auf der Hand.

Es ist daher zu begrüßen, daß *Bier* von Behandlungsmethoden ausgehend, welche Naturvorgänge zu Heilzwecken nachahmen, gegen alle Einseitigkeit in der Therapie die derben Worte gefunden hat: „Beschränkte Köpfe könnten also sicherlich in der Nachahmung von Naturvorgängen bei der Behandlung von Krankheiten das größte Unheil anrichten, aber wo täten sie das nicht auch auf anderen Gebieten? Wer gegen alle Krankheiten nichts als ein Arzneimittelchen zur Hand hat, wer als Chirurg nur das Messer als Heilmittel kennt, ist ebenso gefährlich, und ich will es dahin gestellt lassen, wer der größte Pfuscher ist, der Natursimpel, der Arzneiverschreiber oder der Messerheld.“

Gehen wir nun weiter in andere therapeutische Kreise, so verlieren wir schon etwas mehr den Boden wissenschaftlich geklärten Gebietes und kommen tiefer in den Bezirk der rein ärztlichen Empirie. Ich nenne als nächstes Beispiel ein Gebiet, an dessen wissenschaftlicher Erschließung ich selbst 10 Jahre lang mitgearbeitet habe, die Hydro-, Balneo- und Klimatotherapie. Wie in der Pharmakologie aus dem Bedürfnis theoretischer Klärung therapeutischer Maßnahmen eine blühende Wissenschaft entstanden ist, die ihrerseits rückwirkend die Physiologie reich befruchtet hat, so ist auch auf dem Felde der physikalischen Heilmethoden ein Zweig physiologischer Arbeit erwachsen, der seinerseits der Mutterwissenschaft manche neue Erkenntnis bringen konnte.

Hier zeigt sich so recht die große wissenschaftliche Fruchtbarkeit der von allzu exakter Seite oft so verachteten ärztlichen Empirie. Sie ist ebenso wie die uralten gesundheitlichen Vorstellungen des Volkes richtig betrachtet oft ein direktes Aufgabenbuch für physiologische Forschungen. Was seit altersher als heilsam bekannt war, was Tausende von gewissenhaften Ärzten mit Erfolg angewandt haben, an dem sollte man nicht a priori, weil es physiologisch noch ungeklärt ist, hochmütig vorübergehen. Man sollte vielmehr nicht ruhen, bis man den fast immer vorhandenen, richtigen Kern, der freilich oft wunderlich genug verumumt und mit unnützem, ja direkt falschem Beiwerk umgeben ist, herausgeschält und in gesetzmäßigen Zusammenhang mit den übrigen bekannten Tatsachen gebracht hat.

Aber selbst nachdem das in der Hydro- und Balneotherapie in weitgehendem Maße gelungen war, mußte ich doch am Schluß dieser Untersuchungen bei Beantwortung der Frage, ob man auf Grund der gewonnenen allgemeinen Gesichtspunkte nach einem theoretischen, rationalistischen Schema Bäderheilkunde treiben könne, offen bekennen: „Überall ist also trotz aller exakten Erklärung der physiologischen Details das ärztliche Moment bei der praktischen Anwendung der Bäder das ausschlaggebende. Niemals darf im Hinblick auf theoretische Ergebnisse schematisiert werden. Keine einzelne wissenschaftliche Methode ist für sich allein imstande, die für eine Bäderbehandlung geeigneten Kranken ausfindig zu machen. Hier entscheidet nur das Urteil des erfahrenen Praktikers, der sich wissenschaftlicher Untersuchungsmethoden zwar in steigendem Maße bedient, deren Resultate aber mit der abwägenden Kunst des Arztes zu einem treffenden Gesamtbild zu gruppieren weiß.“

Ähnlich liegen die Dinge in den übrigen Zweigen der physikalischen Therapie bei der Behandlung mit Elektrizität, mit künstlichem und natürlichem Licht und den verschiedenen substanziellen Strahlungen, bei der Gymnastik, der Massage und dem Heer anderer medizinisch-technischer Verfahren, wie vor allem auch bei der Diätetik. Überall teils uralte, teils junge, rein empirische Methoden, die ärztlich auch ohne Kenntnis der physiologischen Grundlagen mit Erfolg und Vorteil angewandt werden können, überall Ansätze zu physiologischer Erforschung der Dinge, d. h. zur Umwandlung in mehr

oder weniger rationelle Therapie, überall die Erkenntnis, daß in der Anwendung auf den Einzelfall Takt- und Feingefühl des Arztes und psychologisch-künstlerische Auffassung diese mehr oder weniger rationalen Verfahren erst zu wirklichen Helfern in der Not machen. Es ist, wie mit einer modernen Schußwaffe, das ist gewiß ein sehr rationelles Abwehrmittel, aber die Kunst des Schützen gibt ihm im praktischen Fall doch erst den rechten Wert.

Wir sehen hier, wie die Entwicklung der therapeutischen Dinge in ihrer überwältigenden Mehrheit so verläuft, daß erst die ärztliche empirische Kunst vorhanden ist und dann die wissenschaftliche Klärung folgt; und so müssen wir uns doch fragen, ob es gesund ist, daß die Entwicklung des einzelnen Individuums heute vielfach eine genau umgekehrte ist, daß mithin geistige Einzelentwicklung und geistige Stammesentwicklung hier nicht wie im körperlichen Leben parallel laufen. Nur ein kräftiger therapeutischer Instinkt, ein starker Wille zu ärztlichem Handeln, wie er z. B. von *Romberg* ausgeht, bietet wirksamen Schutz vor dieser Gefahr unserer modernen deutschen Entwicklung, auf die englische und amerikanische Ärzte oft deutlich genug hinweisen. Viele und gute Köpfe gehen heute bei uns an ihrer großen Vorbildung zugrunde. Wenn sie erst einmal bis in die dreißiger Jahre hinein vorwiegend in den Laboratorien gearbeitet haben, gewinnen sie nie mehr rechte Fühlung mit dem Kranken, können sie ihre schematisch-polygonalen Vorstellungen nicht mehr zu den Kreisen des praktischen Lebens ründen; darum ist es für viele besser, sie gehen jung ans Krankenbett, sehen die Dinge, wie sie sind, haben Gelegenheit, Probleme zu erkennen und lernen nunmehr die biologischen Methoden, die notwendig sind, um ihre Ideen in den Bestand der Erfahrung überzuführen. Wie sich gezeigt hat, können beide Wege zum Ziele führen, da aber nicht jeder ein *Behring* oder ein *Ehrlich* ist, halte ich heute noch für die Mehrzahl den Weg über die Praxis für nicht vorteilhaft. Jedenfalls sollte man in der Therapie die alt bewährte deduktive vor der neuen induktiven Methode nicht allzusehr in den Hintergrund treten lassen.

Vollends von der naturwissenschaftlichen Bahn ab in das Gebiet der allerverschiedensten Bezirke des praktischen Lebens hinein führen dann die zahlreichen Einflüsse, die vom Arzte bei den meisten chronischen Krankheiten; namentlich auch bei den funktionellen Neurosen auf den Kranken ausgeübt werden müssen. Wenn jemand ein chronisches organisches oder funktionelles Leiden hat, dessen Folgen dauernd bestehen bleiben, so wird es weit weniger auf diese oder jene arzneiliche resp. auch physikalische Symptomentherapie ankommen, als vielmehr auf die Anordnung einer Lebensweise körperlicher wie seelischer Art, die mit den reduzierten Kräften rechnet und die dem Organismus gestattet, sich mit seinem Defekt dauernd ins Gleichgewicht zu setzen.

Hier wird selbstverständlich nur der Arzt weiter kommen, der praktisch-therapeutisch auch über die Welt der Erscheinungen hinausgreifen kann, auf die

er sich theoretisch-wissenschaftlich zu beschränken hat. Da die Therapie die ganze Fülle des praktischen Lebens in den Bereich ihrer Wirkungen zu ziehen hat, kann sie im Gebiete der reinen Vernunft nicht ausschließlich bleiben, muß sie ganz von selbst gelegentlich in das der praktischen hinübergreifen. Sobald dem Arzt ein einigermaßen komplizierter Patient gegenübersteht, der die körperlichen Beschwerden klagt, die er sich durch seelische Nöte zugezogen hat, wird man alsbald inne: „der ist kein ausgeklügelt' Buch, der ist ein Mensch in seinem Widerspruch.“ Und gleichgültig, ob der Doktor nun Monist ist und in dem Wahn lebt, das alles gehöre in sein theoretisches Bereich, oder ob er als Dualist die theoretische Beschäftigung mit diesen Dingen ablehnt; wenn er helfen will, muß er sich wenigstens praktisch damit befassen.

Denn wer wollte den Grenzen der speziellen Pathologie als einer reinen Naturwissenschaft zu Liebe auf den undefinierbaren Einfluß der eigenen Persönlichkeit, wie wir ihn bei einem *Liebermeister* noch heute nachhallend in breiten Schichten des Volkes finden, verzichten wollen. Wer wird nicht seine Kranken aus einer psychisch für sie ungeeigneten Umgebung zu entfernen und sie günstigen persönlichen Einflüssen zuzuführen suchen. Mit anderen Worten, wer wird nicht die Lehren der Wissenschaft vom Leben praktisch durch die der Lebenskunst zu ergänzen bestrebt sein, wenn er anderen helfen will und soll. Hier kann nicht das gleiche Kleid am Krankenbett und im Laboratorium getragen werden.

Man wird ja vielleicht sagen mögen, daß es einer fernen Zukunft vorbehalten sei, auch in manche von diesen psychologischen, zunächst dem persönlichen Feingefühl vorbehaltenen, Gebiete der ärztlichen Tätigkeit auf dem Wege rationeller Methoden eine verstandesmäßige Betrachtungsweise einzuführen. An Versuchen dazu fehlt es gewiß nicht. Dabei könnte man sich unter anderem auch auf Ausführungen von *Helmholtz* beziehen, die er über die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonie in einem Bonner Vortrage gemacht hat. Es heißt da: „Kunst und Wissenschaft sind ja in ihren äußeren Beziehungen und in der Methodik der Arbeit sehr verschiedene Gebiete; sonst muß ich doch sagen, daß ich von der tiefen inneren Verwandtschaft der Kunst und Wissenschaft überzeugt bin. Auch die Kunst sucht uns Wahrheiten zu verkünden, psychologische Wahrheiten, wenn auch in ganz anderer Form sinnlicher Erscheinungen und nicht in der Form des Begriffes. Aber schließlich wird sich bei vollendeter Erscheinung ja auch die begriffliche Fassung finden müssen und beide werden schließlich vereint zusammenwirken. Mathematik und Musik, der schärfste Gegensatz geistiger Tätigkeit, den man auffinden kann, und doch verbunden sich unterstützend, als wollten sie die geheime Konsequenz nachweisen, die sich durch alle Tätigkeiten unseres Geistes hinzieht und uns auch in den Offenbarungen des künstlerischen Genius unbewußte Äußerungen geheimnisvoll wirkender Vernunftmäßigkeit ahnen läßt.“

Das sind aber feine, ferne Dinge, und darum

kann man einstweilen nur zu dem Schluß kommen: Wir haben in der Tat eine biologische Wissenschaft, die spezielle Pathologie, wir gewinnen in einzelnen Zweigen auch eine rationelle, auf biologischer Grundlage fußende, Therapie. Ein großer Teil des therapeutischen Feldes selbst aber und die Anwendung auch der rationellen therapeutischen Methoden ist Sache des Persönlichen, des Menschlichen, des Künstlerischen. Und darum gilt noch immer der Satz: Man kann die medizinische Wissenschaft mit Fleiß und Verstand erlernen, zur Ausübung der ärztlichen Kunst aber muß man besondere Anlagen mitbringen, die nicht in Verstand allein gegeben sind.

Muskelkontraktion und Totenstarre als Probleme der Kolloidchemie.

Von Dr. Emil Lenk, Darmstadt.

Unter allen Problemen der Physiologie haben speziell zwei seit den ältesten Zeiten die Forscher beschäftigt: es sind dies die Muskelkontraktion und die Totenstarre. Unüberschbar sind die Studien und überwältigend die viele gedankliche Arbeit, die auf diese Gebiete verwendet wurde. Noch *Du Bois-Reymond* erklärte, daß es fast hoffnungslos sei, den dunklen Problemen der Muskelkraft näher zu kommen, und noch vor 3 Jahren hat *Wilhelm Biedermann*, einer der feinsinnigsten und klarsten Physiologen, eine Übersicht über die Theorien der Muskelkontraktion veröffentlicht, und es ist ihm trotz Heranziehung aller möglichen Kräfte die Erklärung der Kontraktionserscheinungen nicht gelungen.

Die Bewegung, die Folge der Muskelkontraktion, ist ja das Auffälligste an etwas Lebendem. Nach Ablauf des Lebens, nach dem Eintritt des Todes hören die Bewegungen der Muskel auf. Einige Stunden nach dem Tode tritt die *Totenstarre* ein. Während der Muskel im Leben weich war und die Gelenke gebogen (kontrahiert) werden konnten, ist der Muskel jetzt hart und fest, die Gelenke nicht mehr biegsam. Nach einiger Zeit — nach zwei bis drei Tagen — beginnt sich die Totenstarre wieder zu lösen, der Muskel wird wieder weich, die Gelenke können wieder gebogen werden. Dies ist die *Lösung der Totenstarre*. Diese auch für den Laien so auffällige und dabei so geheimnisvolle Erscheinung hat die Wißbegierde der Menschen erregt, seitdem sie überhaupt begonnen hatten, den Rätseln des Lebens und des Sterbens nachzugrübeln.

Nachdem *Kühne* gezeigt hatte, daß der Muskelsaft ähnlich wie das Blut außerhalb des Körpers gerinnt, haben sich die meisten Physiologen seiner Meinung angeschlossen, der zufolge die Totenstarre durch eine Gerinnung des Muskelsaftes bedingt sein sollte. Gegen diese Gerinnungstheorie sind aber immer und immer wieder Stimmen laut geworden, die die Totenstarre nicht durch einen Gerinnungsvorgang erklärt wissen wollten, sondern als eine Art Muskelzusammenziehung (Muskelkontraktion) bezeichneten, nachdem *Nysten* am Beginne des vorigen Jahrhunderts die Totenstarre als „letzte Anstrengung des sterbenden Muskels“ erklärte. Der Gerinnungstheorie stand die Kontraktions-

theorie gegenüber. *v. Fürth* und *Lenk* haben nun die Frage der Totenstarre und ihrer Lösung nochmals aufgerollt. Aus zahlreichen früheren und neuen Versuchen ergab sich nämlich die Wahrnehmung, daß gewisse Muskelgifte, in die Gefäße der Extremitäten eingespritzt, die Fähigkeit haben künstlich eine Totenstarre hervorzurufen, andere wieder nicht. Es müßten nun, wenn die Totenstarre tatsächlich einem Gerinnungsvorgange entspräche, alle Gifte, die befähigt sind, das Eiweiß des Muskelsaftes außerhalb des Körpers auszufällen, auch eine künstliche Totenstarre erzeugen und umgekehrt. Dies trifft aber ganz und gar nicht zu. Der schwerwiegendste Einwand gegen die Gerinnungstheorie liegt jedoch unseres Erachtens in der Erscheinung der Lösung der Totenstarre. Man hat versucht, dieselbe dadurch zu erklären, daß man eine Lösung des Eiweißgerinnsels durch Fäulnis, durch Milchsäure oder durch autolytische Prozesse (Selbstverdauung) annahm. Da aber die Lösung der Totenstarre zweifellos unabhängig von der Fäulnis erfolgt, geronnenes Eiweiß in Milchsäure vollständig unlöslich ist und man bei autolytischen Prozessen Eiweißbruchstücke in den Muskelextrakten nachweisen müßte, so sind alle derartigen Erklärungsversuche als mißglückt zu betrachten. Wenn es uns nun gelungen sein sollte, dieses Naturrätsel zu lösen, so

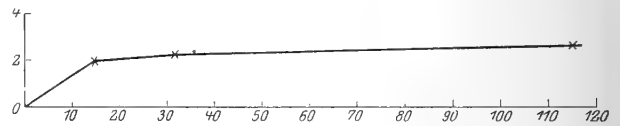


Fig. 1.

verdanken wir dies einem neuen Zweige der biologischen Wissenschaft, der Kolloidchemie. Ein wichtiges Merkmal einer großen Gruppe kolloidaler Substanzen, zu denen die Eiweißkörper gerechnet werden, die die Hauptmasse des Muskelgewebes ausmachen, ist ihre Quellbarkeit. Legt man einen Gelatinewürfel in Wasser, so nimmt er dieses derart in sich auf, daß es durch Anwendung eines noch so hohen Druckes unmöglich ist, ihn vom geketteten Wasser zu befreien, also ganz anders als bei einem vollgesaugten Schwamm, bei welchem der geringste Druck genügt, um das aufgenommene Wasser auszupressen. Bei einem Gelatinewürfel wird die Wasseraufnahme bedeutend vermehrt, wenn man der Außenflüssigkeit eine kleine Menge Säure zusetzt. Untersucht man nun die Wasseraufnahme eines Gelatinewürfels und eines ganz frischen Fleischstückes derart, daß man beide Stoffe in Wasser legt und sie von Zeit zu Zeit zur Wägung bringt, so bemerkt man, daß die Leimplatte stets Wasser aufnimmt (Fig. 1*), das Fleisch hingegen nach einer bestimmten Zeit (20–30 Stunden nach Ein-

*) In den Figuren bedeuten die Zahlen auf der Abszisse (horizontal) die Zeit in Stunden; die Zahlen auf der Ordinate (vertikal) das aufgenommene bzw. abgegebene Wasser. In Fig. 1 die pro 1 Gramm trockener Gelatine aufgenommene Wassermenge in gr, in den Fig. 2 und 3 das % aufgenommene bzw. abgegebene Wasser. Die Versuche sind in destilliertem Wasser ausgeführt.

tritt des Todes) das Maximum der Wasseraufnahme erreicht, um dann allmählich sein gesamt aufgenommenes Wasser wieder abzugeben (Fig. 2)*). Wird aber ein Fleischstück von einem Tiere untersucht, bei dem sich die Totenstarre bereits gelöst hat, so ist das Fleisch überhaupt nicht mehr imstande Wasser aufzunehmen (Fig. 3)*). Während der lebende Muskel strenge seine Neutralität wahr und jede Säure- bzw. Laugenbildung durch Neutralisation sofort beseitigt, reagiert Fleisch nach dem Tode sauer, durch die sich im Muskel bildende Milchsäure, welche sich darin allmählich konzentriert.

Auf zahlreiche Versuche gestützt sind wir zur Überzeugung gelangt, daß es sich bei der Totenstarre nicht um einen Gerinnungsprozeß, sondern um einen Quellungs Vorgang handelt. Der quergestreifte Muskel, der willkürlich beeinflußt wird, besteht aus zahlreichen Muskelfasern. Die einzelne Faser, die eine Länge bis zu 16 cm erreichen kann, würden wir mit bloßem Auge unterscheiden können, wenn sie nicht so dünn wäre; ihre Breite beträgt nur 10—100 μ ($1\mu = \frac{1}{1000}$ mm). Der Muskel besteht nun aus dem Sarkoplasma, einer kontraktile (willkürlich zusammenziehbaren) Ei-

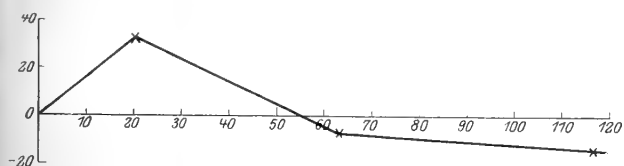


Fig. 2

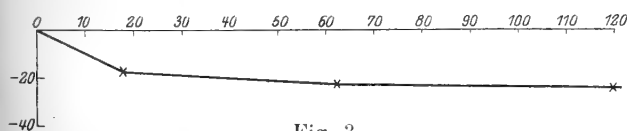


Fig. 3.

weißmasse, die nach außen hin von einer etwas dichteren Schicht abgegrenzt ist. In diesem Sarkoplasma liegen nun, von einem Ende der Faser bis zur andern sich hinziehend, die Fibrillen, welche aus abwechselnd hellen und dunklen Partien bestehen, die verschiedene Lichtbrechung besitzen. So entstehen dunkle und helle Querstreifen. Beim Übergang des Muskels in die Sehne hören die Fasern auf. Es besteht also der Muskel aus zwei verschiedenen kolloidalen Eiweißsubstanzen, dem Sarkoplasma und den Fibrillen. Die nach dem Aufhören der normalen Blutzirkulation, also nach Eintritt des Todes einsetzende Milchsäurebildung bringt die Fibrillen auf Kosten der Sarkoplasmaflüssigkeit zum Quellen und bewirkt so eine Verkürzung des ganzen Muskels. Diese äußert sich in einem Starrezustande (Totenstarre). Durch eine weitere Säureanhäufung kommt es zu einer allmählichen Gerinnung, einer Ausflockung der Muskeleiweißstoffe; diese geht mit einem verminderten Wasserbindungsvermögen des kolloidalen Systems, mit einer Wasserabgabe, einem Entquellungs Vorgang einher, als dessen physiologischer Ausdruck die Lösung der Totenstarre zu betrachten ist.

Wir wissen, daß Wärme die Gerinnung der Eiweißkörper sehr beschleunigt. Wenn die Totenstarre einem Gerinnungsprozesse entspräche, so müßte sich, wenn man ein eben getötetes Tier der Brütfortemperatur (40°) aussetzt, eine festere, deutlichere Totenstarre ausbilden; es tritt aber gerade das Umgekehrte ein: Die Starre wird aufgehoben. Auch den alten Ärzten war es schon bekannt, daß sich die Totenstarre im Sommer schneller löst, als im Winter! (Gerinnung=Entquellung=Lösung der Totenstarre). Ferner ist bekannt, daß hochgradige Muskelanstrengungen (lange Märsche, Hetzjagden, Krämpfe und dergl.) den Eintritt der Totenstarre erheblich beschleunigen. Da im Sinne der Quellungstheorie die Milchsäure der Grund der Totenstarre ist, so ist die erwähnte Tatsache leicht verständlich. Was die Muskelgifte anbelangt, von denen einige, in die Muskelgefäße eingespritzt, eine Starre hervorrufen, die andern nicht, so ist von den Starre erregenden zu bemerken, daß sie bloß zur Milchsäurebildung anregen, die zu einem Quellungs = Starrezustande führt. Gifte, wie das rhodan- und salizylsaure Natrium, welche eine äußerst intensive Gerinnung der Eiweißstoffe bewirken, lassen deshalb jeden starreerregenden Effekt vermissen, weil die schnell einsetzende Eiweißgerinnung zur Entquellung führt, dieser Prozeß aber der Lösung der Totenstarre entspricht. Spritzt man aber in die Muskelgefäße eines Tieres, nach Lösung der Totenstarre ein Gift ein, das bei einem eben getöteten Tiere eine sofortige Starre bewirkte, so tritt diese nicht mehr ein, da der Mechanismus der explosiven Säurebildung einmal bereits abgelaufen ist und nicht zum zweiten Male ablaufen kann. Ebenso kann der Sauerstoff den Eintritt der Totenstarre verzögern, weil dieser die Milchsäure zerstört. Wenn *Kuliabko* das Herz eines bereits 20 Stunden toten Kindes neu zu beleben vermag, wenn *Carrell* ganze Gewebe, wie Nieren usw. lange Zeit am Leben erhält, so kann man sich dies einfach dadurch erklären, daß die Blutlauge die sich in den Geweben bildende Säure neutralisiert. Auch bei pflanzlichen Geweben ist es *Brach* und *Lenk* gelungen, durch Quellungs Vorgänge den genauen Eintritt des Zelltodes zu bestimmen.

Das Gleichgewicht zwischen Quellung und Entquellung ist ein wichtiges Kennzeichen des Lebens. Die Störung des Quellungs gleichgewichtes bedeutet den Tod.

Neuerdings hat *Wolfgang Pauli* auch das Problem der Muskelkontraktion von kolloidchemischer Seite aus betrachtet*). Jede Theorie, welche die mechanischen Vorgänge der Muskelkontraktion erörtern will, muß speziell die Vorgänge zwischen Fibrille und Sarkoplasma berücksichtigen. Für eine Quellungstheorie der Muskelkontraktion hat *Engelmann* die wichtigsten experimentellen Grundlagen geschaffen. Ihm verdanken wir die Feststellung, daß sich nur im gedehnten Zustande erstarrte Eiweißfäden bei der Quellung verkürzen und daß solche Fäden in Säuren besonders starke Quellung zeigen. *Engelmann* zeigte auch, daß diese Quellung

*) Siehe Anmerkung Seite 90, Sp. 2.

*) Über die *Paulische* Theorie referiert *Matula* in einem der nächsten Hefte der „Naturwissenschaften“.

rückgängig gemacht werden und daß die hier geleistete mechanische Arbeit die am Muskel beobachteten Werte leicht übertreffen kann. So waren schon z. Zt. *Engelmanns* alle Grundlagen für eine chemische Quellungstheorie der Muskelkontraktion gegeben; allein *Engelmann* entschied sich, beeinflußt von den herrschenden Anschauungen über den Muskelstoffwechsel für eine Quellung, beeinflußt von der auftretenden Wärme (thermische Quellung) als Grundlage der Muskelkontraktion. Die dazu nötige Wärme sollten im Muskel die Verbrennungsprozesse liefern. Doch hat diese sogenannte *thermodynamische Muskelmaschine Engelmanns* den Angriffen zahlreicher Forscher nicht Widerstand leisten können. *Wolfgang Pauli* hat sich nun endgültig für einen Quellungsprozeß bei der Muskelkontraktion entschieden, der jedoch ganz anders verläuft, als sich dies *Engelmann* vorgestellt hat. *Pauli* wies nach, daß bei der Muskelkontraktion an der Grenze zwischen Fibrille und Sarkoplasma Milchsäure auftritt, welche die Fibrille zur Quellung und damit zusammenhängend zur Verkürzung bringt. Dabei konnte *Pauli* zum ersten Male zeigen, daß die unendlich kurze Dauer einer einfachen Muskelzuckung mit dem zeitlichen Quellungsverlauf der Muskelfibrille, ihrer winzigen Dimensionen wegen, erklärt werden kann. Daß bei der Muskelkontraktion Quellungsprozesse eine Rolle spielen, haben in neuerer Zeit verschiedene Autoren, wie *von Frey*, *Biedermann*, *E. Przibram*, *M. H. Fischer*, behauptet. Keiner der Autoren hat sich aber präzise Vorstellungen über das Zustandekommen der Erschlaffung des Muskels gemacht, welche doch einen wichtigen Teil der Muskeltätigkeit bildet, und nicht einmal einen Versuch einer Orientierung über die Veränderungen beim Muskel aus der Zusammenziehung (Kontraktion) in die Ruhelage ausgeführt. Dieses Problem muß chemisch betrachtet werden. *Pauli* konnte nun zeigen, daß ein durch Säure maximal gequollenes Eiweiß durch Beseitigung dieser Säure zur Entquellung gebracht werden kann. Bei der Kontraktion wird durch Spaltungsprozesse der Muskelstoffe Milchsäure gebildet. Da früher davon gesprochen wurde, daß eine Säure die Quellung eines Gelatinewürfels oder eines andern Eiweißstoffes (Fleisch) sehr beeinflusst, so ist es leicht vorstellbar, daß bei der Kontraktion die Milchsäure die Fibrillen zur Quellung bringt und dabei eine Verkürzung des Gesamtmuskels bewerkstelligt. Ebenso wie alle giftigen Substanzen, die im Organismus auftreten, verbrannt werden, so ist es leicht erklärlich, daß durch die Verbrennung der Milchsäure der Grund zur Quellung beseitigt wird. Dadurch wird die Quellung rückgängig gemacht, der normale Zustand des Muskels wiederhergestellt, was einer Erschlaffung des Muskels entspricht.

Zwischen Muskelkontraktion und Totenstarre besteht also ein wichtiger Zusammenhang. Die Muskelkontraktion wird dadurch hervorgerufen, daß an der Grenze zwischen Fibrille und Sarkoplasma Milchsäure auftritt, die eine Quellung der Fibrille auf Kosten der Sarkoplasmaflüssigkeit und dadurch eine Verkürzung des Muskels, eine Kontraktion bewerkstelligt. Durch Verbrennung der Milchsäure

entquillt die gequollene Fibrille, was der Erschlaffung des Muskels entspricht. Bei Eintritt des Todes erfolgt ebenfalls eine Milchsäurebildung, die ebenfalls eine Quellung, eine Verkürzung, eine Kontraktion des Muskels zur Folge hat. Nach dem Tode kann aber die Milchsäure nicht mehr fortgeschafft, nicht mehr verbrannt werden. Sie häuft sich an, bringt die Eiweißkörper zur Ausflockung, zur Gerinnung, was der Lösung der Totenstarre entspricht. Die Totenstarre ist die letzte vitale Muskelkontraktion, die nicht mehr rückgängig gemacht werden kann.

Zum Relativitätsprinzip: Entgegnung auf Herrn Gehrckes Artikel „Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände“.

Von Privatdozent Dr. M. Born, Göttingen.

Herr *Gehrcke* hat in einem Artikel des letzten Heftes dieser Zeitschrift eine Reihe von Einwänden gegen die „Relativitätstheorie“ zusammengestellt und kommt auf Grund derselben zu dem Schlusse, daß „die Einsteinsche Interpretation der Lorentzschen Gleichungen undurchführbar ist“; er erklärt die „klassische Relativitätstheorie“ für einen „interessanten Fall von Massensuggestion in der Physik, besonders in den Ländern deutscher Zunge“ und er vergleicht diese Erscheinung mit der „Entdeckung“ der sogenannten N-Strahlen, die hauptsächlich in Frankreich Staub aufwirbelte. Dieser ethnologischen Betrachtung wird nicht jeder beipflichten wollen. Frankreich nennt mit Stolz Henri Poincaré seinen Sohn, der als einer der ersten die prinzipielle Wichtigkeit von *Einsteins* Entdeckung erfaßt und an der Weiterentwicklung der Theorie mitgearbeitet hat. Auch wäre es ein leichtes, der Reihe der deutschen Anhänger der Einsteinschen Theorie eine ebenso lange Liste von ausländischen Gelehrten an die Seite zu stellen, die, nach Herrn *Gehrckes* Ausdrucksweise, zu den „Aposteln“ dieser Lehre gehören. Auffällig wäre bei der Durchsicht einer solchen Liste vielleicht die große Zahl der Mathematiker, jener so sehr zum Zweifel neigenden Gesellen, deren kritische Betrachtungen mancher experimentelle Physiker als überflüssige Tüfteleien beiseite zu schieben liebt; die Relativitätstheorie hat nicht nur der mathematischen Kritik standgehalten, sondern durch einen der ersten deutschen Mathematiker unserer Zeit, *Minkowski*, ihr eigentliches formales Gewand erhalten.

Herr *Gehrcke* aber greift die logische Zulässigkeit der Relativitätstheorie an.

Es wäre recht schwierig, Herrn *Gehrckes* Einwänden in dieser jungen Zeitschrift zu begegnen, die noch nicht Gelegenheit hatte, ihre Leser mit den Behauptungen der Relativitätstheorie durch einen einführenden Artikel bekannt zu machen, wenn nicht ein Umstand mir zu Hilfe käme. Derjenige Einwand nämlich, der von Herrn *Gehrcke* selber stammt, richtet sich gar nicht speziell gegen

das Einsteinsche Relativitätsprinzip, sondern geht im Grunde ebenso sehr gegen die klassische, von *Galilei* und *Newton* begründete Mechanik, deren Kenntnis bei dem *Leser* voraussetzen mir wohl erlaubt ist.

In dieser klassischen Mechanik gilt nämlich auch ein „Relativitätsprinzip“, das sogar, auf rein mechanische Vorgänge angewandt, genau denselben Wortlaut hat, wie das Einsteinsche, und lautet: In zwei relativ zueinander gleichförmig und geradlinig bewegten Systemen gelten dieselben Newtonschen Bewegungsgesetze, d. h. ein Körper *A* bewegt sich relativ zu dem ersten System genau so wie ein gleichbeschaffener Körper *B* relativ zu dem zweiten System, wenn die übrigen wirkenden Körper der beiden Systeme relativ dieselbe Lage und Bewegung und die Körper *A* und *B* in einem Augenblick relativ zu dem betreffenden System übereinstimmende Lage und Geschwindigkeit haben. In dieser exakten Formulierung ist das Prinzip eine strenge Folgerung der Grundgleichungen der Mechanik. Herr *Gehrcke* zitiert das Prinzip in einer etwas nachlässigen Formulierung, die ihm *Einstein* einmal gelegentlich gegeben hat: Das Relativitätsprinzip ist die Voraussetzung der Unabhängigkeit der Naturgesetze vom Bewegungszustande des Bezugssystems. Herr *Gehrcke* äußert zunächst seine Zweifel darüber, ob hier von den verschiedenen Autoren stets nur die geradlinig-gleichförmigen Bewegungen gemeint seien; ich selbst habe zwar oft Ungenauigkeiten des Ausdruckes gefunden, sachlich aber niemals den geringsten Zweifel entdecken können, daß die Geradlinigkeit und Gleichförmigkeit der relativen Bewegung zweier Bezugssysteme die erste Voraussetzung für ihre physikalische Gleichwertigkeit ist. Eine solche unklare Stelle ist der von Herrn *Gehrcke* zitierte Anfang von § 17 aus *Einsteins* Arbeit im Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik (4, 1907, S. 411); dort wirft *Einstein* allerdings die Frage auf, „ist es denkbar, daß das Prinzip der Relativität auch für Systeme gilt, welche relativ zueinander beschleunigt sind?“, aber tatsächlich behandelt er im folgenden ein ganz anderes Problem, nämlich die Äquivalenz eines Systems, das ein konstantes Gravitationsfeld enthält, mit einem gleichförmig beschleunigten Systeme. Wenn ferner Herr *Planck**) sagt, daß gewisse Relationen, wie z. B. die Abhängigkeit der Masse von der Geschwindigkeit usw., auch für ungleichförmige Bewegungen gelten, so ist das eine richtige Aussage, die mit der Frage nach der Gültigkeit des Relativitätsprinzips für ungleichförmige Bewegungen wenig zu tun hat; Herr *Planck* hat letztere Frage nie bejaht. Wie das Relativitätsprinzip alle physikalischen Vorgänge umfassen soll, so muß es auch die „rotatorischen Bewegungsvorgänge umfassen“; das Problem, wie die Gesetze der Mechanik, speziell die der Rotationsbewegungen, zu formulieren sind, daß sie die geforderte Unabhängigkeit von gleichförmigen Bewegungen des Bezugssystems besitzen, ist gründlich untersucht worden — leider ver-

wechselt Herr *Gehrcke* diese Fragestellung in einigen ihm zur Kenntnis gekommenen Arbeiten über diesen Gegenstand mit der hier vorliegenden Frage nach der Gleichwertigkeit relativ beschleunigter Systeme.

Um nun auf Herrn *Gehrckes* Einwand zu kommen, so nimmt er an, daß das Relativitätsprinzip auf „genau gleichförmige Translationen“ beschränkt sei, und schließt, daß diese „Beschränkung gleichbedeutend mit Vernichtung der Theorie“ sei, weil dann ein irdischer Physiker mit irdischen Experimenten wegen der rotatorischen Bewegung der Erde das Prinzip niemals genau bestätigen könnte. Meines Wissens gibt es kein physikalisches Gesetz, daß irgend ein Experimentator mit absoluter Genauigkeit bestätigen könnte. Man pflegt sich damit zu begnügen, störende Wirkungen, die man niemals ausschließen kann, nach Möglichkeit in Rechnung zu setzen. Im Falle der bewegten Erde ist das besonders einfach, weil die Beschleunigung der Erdoberfläche so klein ist, daß die davon herrührenden Abweichungen in den Formeln der Relativitätstheorie zur Darstellung optischer und elektromagnetischer Vorgänge der Messung ganz unzugänglich sind. Ich vermag nicht einzusehen, warum eine experimentelle Bestätigung des Relativitätsprinzips von anderen Gesichtspunkten zu beurteilen ist, als die irgend eines anderen physikalischen Gesetzes. Ähnliches ist zu sagen über eine Bemerkung, die Herr *Gehrcke* seinen „Einwänden“ voranstellt; er meint, daß der Michelsonsche Versuch nicht zur Bestätigung der Relativitätstheorie herangezogen werden könne, „da sein Ergebnis, die Unabhängigkeit der optischen Erscheinungen von der absoluten Bewegung, nicht als Folgerung, sondern als Voraussetzung der Relativitätstheorie angesehen werden muß“. Wenn ich z. B. die Voraussetzung mache, daß zwei physikalische Größen *a* und *b* gleich seien, $a = b$, und daraus schließe, daß dann auch $a^2 = b^2$ sei, so kann ich diese kleine „Theorie“ dadurch prüfen, daß ich experimentell die Richtigkeit dieser „Folgerung“ $a^2 = b^2$ nachweise; aber mir scheint, man kann sie auch dadurch prüfen, daß man die Richtigkeit der „Voraussetzung“ $a = b$ beweist, ja letzteres ist besser, weil auch aus $a = -b$ dieselbe Folgerung $a^2 = b^2$ zu ziehen ist. Ähnlich verhält es sich wohl auch bezüglich der Prüfung der Relativitätstheorie.

Die anderen drei Einwände betreffen die Einsteinsche Zeitdefinition, die Existenz des Äthers und die Gravitation. Über die erstgenannten Punkte ist viel gesprochen und geschrieben worden und man gibt allgemein zu, daß gewisse Folgerungen aus der Einsteinschen Zeitdefinition, z. B. das Nachgehen von bewegten Uhren gegen ruhende, höchst merkwürdig sind, daß die Abschaffung des Äthers der Vorstellungskraft mancherlei Schwierigkeiten bereitet. Es liegen eben Widersprüche gegen alt gewohnte Anschauungen vor; Herr *Gehrcke* verwechselt diese leider mit logischen Widersprüchen der Theorie in sich. Daß die

*) *M. Planck*, Ann. d. Phys. (4) 26, 13, 1908.

Theorie tatsächlich logisch widerspruchsfrei ist, läßt sich mathematisch beweisen mit Hilfe von *Minkowskis* geometrischer Darstellung in der vierdimensionalen, aus Raum und Zeit gebildeten Mannigfaltigkeit, die er „Welt“ nennt; ohne darauf näher einzugehen, kann ich hier nur sagen, daß jedem Satze der Relativitätstheorie ein gewisser geometrischer oder algebraischer Satz entspricht, derart, daß ein Widerspruch in der Relativitätstheorie einen Widerspruch innerhalb der Algebra zur Folge hätte. Ich weiß nicht, ob Herr *Gehrcke* die Existenz eines solchen annimmt. Es erübrigt sich daher, diese Punkte näher zu erörtern; denn Herr *Gehrcke* weist eben Widersprüche der Relativitätstheorie gegen gewisse der alten Theorie entnommene Vorstellungen nach, aber nicht Widersprüche der konsequent durchgeführten Relativitätstheorie in sich. Nur über die zweite Form des von Herrn *Gehrcke* gegen die Zeitdefinition erhobenen Einwandes sind einige Worte zu sagen, weil es sich dabei nicht nur um ein Mißverständnis, sondern um eine sachlich falsche Behauptung handelt; er behandelt dort zwei relativ gegeneinander gleichförmig bewegte Systeme K und K' und sagt, daß alle Uhren 1, 2, 3, . . . des Systems K unter einander das gleiche zeigen, und daß alle Uhren 1', 2', 3', . . . des Systems K' untereinander auch das gleiche zeigen, was bekanntlich nicht der Fall ist. Man kann letzteres z. B. mühelos mit Hilfe des von Professor *Cohn**) erdachten Modelles einsehen, das jedem zu empfehlen ist, der sich mit der Relativitätstheorie vertraut machen und ihre logische Zulässigkeit einsehen will, ohne sich in die vierdimensionalen Betrachtungen *Minkowskis* zu vertiefen.

Der vierte, die Gravitation betreffende Einwand geht auf eine noch nicht völlig geklärte Frage ein. Daß die Gravitation als Fernwirkung mit dem Relativitätsprinzip verträglich ist, ist längst von *Poincaré*, *Minkowski* und *Sommerfeld* gezeigt worden. In dem Bestreben, Nahwirkungstheorien der Gravitation aufzustellen, sind *Einstein* und *Abraham* zu Annahmen gelangt, die der Relativitätstheorie widersprechen; diese beiden Theorien entbehren aber noch jeder experimentellen Bestätigung. Wenn Herr *Abraham* daraufhin die Relativitätstheorie die „gestrige“ nennt, so zeigt das, daß er seiner Imaginationskraft die Fähigkeit zutraut, den experimentellen Kenntnissen seiner Zeit vorauszuweichen. Andere Schlüsse gegen das Relativitätsprinzip kann man aus diesen neuen Theorien schwerlich ziehen. Nach den jüngsten tiefsinnigen Arbeiten *Gustav Mies***) zur „Theorie der Materie“ scheint es nicht hoffnungslos, die Gravitation im Einklange mit dem Relativitätsprinzip als allgemeine Eigenschaft der Materie zu begreifen.

Diese Zeitschrift ist nicht der Ort, wissenschaftliche Fehden auszufechten. Gleichwohl fühlte ich mich, als die Herausgeber in freundlicher Weise

mich von Herrn *Gehrcke* „Einwänden“ in Kenntnis setzten, verpflichtet, gegen diese Publikation Einspruch zu erheben. Mir genügt es, wenn ich die Leser überzeugt habe, daß ich selbst der „Massensuggestion“ nicht willenlos unterlegen bin, sondern versucht habe, mir ein eigenes Urteil über die Frage der Relativität zu bilden. Die physikalischen, experimentellen Grundlagen der Relativitätstheorie sind vielleicht heute noch diskutabel, obwohl die neuesten und schärfsten Messungen zu ihren Gunsten sprechen; die logische Zulässigkeit der Theorie kann nicht bestritten werden.

Zur Wiedereinführung des Klavizimbels.

Von Dr. Curt Sachs, Berlin.

Die Zufriedenheit mit sich und der eigenen Zeit beginnt in Dingen der musikalischen Instrumente einer weitsichtigen Hochachtung vor dem Schaffen vergangener Epochen Platz zu machen. Vor nicht lange noch wurde jedes alte Klavierinstrument, das sich in Keller oder Boden fand, zu Brennholz zer schlagen, und der Name Klavizimbel, dessen Klang in ungezählten Generationen unserer Vorfahren Erinnerungen an Stunden höchster Weihe geweckt hatte, diente zum Spottnamen für jedes invalide Klavier. Inzwischen hat sich die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß fast eine jede Verbesserung mit Opfern erkaufte wird und daß wir bei unserem rastlosen Vorwärtsschreiten eine Masse köstlichen Besitzes am Wege haben liegen lassen. Gewiß sind unsere modernen Streichinstrumente vollkommener und vielseitiger als die alten; aber das eigentümliche Kühle, Dämmerige der Viola da gamba vermag kein Cello zu geben, das Glitzernd-Silbrige der Viola d'amore keine Bratsche. Die Querflöte, die seit anderthalb Jahrhunderten an der Spitze unseres Holzbläserchors steht, ist unvergleichlich ausdrucksfähiger und kräftiger als die Flöte douce; aber das Schattenhafte-Feierliche der alten Schnabelflötenchöre hat in ihrem Klang keine Nachfolge gefunden. Die Flügel unserer Zeit sind Wunderwerke der Technik; ihre Konstruktion und ihre Klangmittel sind auf einer Stufe angelangt, der gegenüber die Werke der Klavierbauerkunst vergangener Jahrhunderte wie Spielzeug anmuten. Und doch sind, als sich im 18. Jahrhundert der Kampf zwischen Klavizimbel und Hammerklavier zugunsten des letzteren entschied, Werte vernichtet worden, die in ihrer Eigenart von der Neuzeit nicht ersetzt sind.

Im Gegensatz zum Pianoforte, dessen Saiten durch den Anschlag von Hämmern in Schwingung versetzt werden, hat das Klavizimbel oder Cembalo einen Zupfmechanismus. Auf den hinteren Tastenenden stehen frei innerhalb eines „Siebs“ aufrechte Docken, aus deren Kopfe seitlich eine Reißzunge herausragt. Beim Niederdrücken der Taste geht die Docke hoch, die Zunge reißt die Saite an und gleitet an ihr, nachdem die Taste losgelassen ist, vermöge einer einfachen Auslösung sanft nieder, ohne sie nochmals in Schwingungen zu bringen. Gute Instrumente haben einen wunderbar prickelnden, rauschenden, festlichen Klang, der

*) E. Cohn, Physikalisches über Raum und Zeit, Leipzig bei Teubner, 1911.

**) G. Mie, Ann. d. Phys. (4) 37, 511; 39, 1, 1912; 40, 1, 1913.

zwar wie der Orgelton in sich starr ist, aber durch die sog. „Veränderungen“, d. h. Forte- und Pianozüge, Abdämpfung einer der beiden zu jeder Taste gehörenden Saiten, Mitanreißen der Ober- und Unteroktave, Manualwechsel und dgl., einen mitunter beträchtlichen, an die Orgel erinnernden Farbenreichtum erhielt. Ersetzt man das Klavizimbel bei der Ausführung alter Kammer- und Orchestermusik — alt heißt hier vor etwa 1770 — durch ein modernes Hammerklavier, so sündigt man nicht nur gegen den Buchstaben, sondern gegen den Geist. Denn es zeigt sich, daß bei der besonderen Art, wie die alten Meister das Klavier verwendeten, nämlich zur einfachen Untermalung der konzertierenden Instrumente oder Singstimmen, das Pianoforte niemals mit dem Klang der übrigen Instrumente verschmilzt, sondern stets als ein nicht resorbierter Fremdkörper unangenehm auffällt.



Der eigenartige Wert des Aufgegebenen hat sich den ersten musikalischen Kreisen, deren retrospektiver Sinn trotz allen Vorwärtstrebens durch die Forschungsergebnisse der musikgeschichtlichen Wissenschaft gestärkt wird, aufgedrängt, und die Folgen haben sich nach zwei Richtungen hin geltend gemacht. Einmal besteht man mehr und mehr auf einer möglichst originalgetreuen Wiedergabe der alten Werke; man will also da, wo *Bach* eine *Viola da gamba* vorschreibt, wirklich diese und nicht ein Cello hören, und da, wo er ein Cembalo wünscht, eben tatsächlich ein Cembalo und nicht ein Pianoforte oder — gar nichts. Dann sind eine ganze Reihe vergessener Instrumente wieder hervorgeholt worden, um moderner Musik dienstbar zu werden. So hatte schon *Meyerbeer* seiner *Hugenottenpartitur* eine *Viola d'amore* einverleibt; *Strauß* schreibt wieder für Bassethorn und Oboe d'amore; die Hausmusik hat sich der Laute bemächtigt.

Die Wiederaufnahme ist aber auch technisch nicht immer ganz leicht. Sie geht am glattesten vonstatten bei den Streichinstrumenten, weil diese an sich nicht schlechter werden und auch am wenigsten unter dem Zerstörungsdrang verständnisloser Generationen gelitten haben. Blasinstrumente sind meist unbrauchbar geworden, können aber leicht nachgebaut werden. Am schwersten ist die Lage der Klavierinstrumente. Wenige nur haben sich retten können, und unter diesen wenige einigermaßen brauchbare. Den paar Klavizimbeln, die in Betracht kämen, kann man den durch die heute höhere Stimmung erforderlichen stärkeren Saitenzug nicht zumuten. Diese Tatsachen haben dazu gezwungen, die alten Cembali der praktischen Benutzung im wesentlichen zu entziehen und für Konzert und Haus neue zu bauen. Mehrere deutsche und französische Klavierbauer haben die Herstellung solcher modernen Klavizimbel aufgenommen und damit künstlerische und selbst pekuniäre Erfolge gehabt. Ohne Frage wird dieser Erfolg wachsen, aber immerhin nicht in dem wünschenswerten Maße.

Das liegt an drei Gründen. Einmal an der Unvollkommenheit der Reizungen. Es sind unendlich viele Versuche angestellt worden, mit Rabenkielen, mit Sohlenleder, Fischbein, Rohr und anderen Materialien. Keiner dieser Stoffe gibt ideale Zungen, d. h. solche, die die Saite kräftig, aber doch nicht hart anreißen, die eine ausreichende Elastizität besitzen, nicht brechen, nicht fasn und nicht der Zerstörung durch Milben und dergl. ausgesetzt sind. Wichtiger sind die beiden anderen. Die Klangkraft, die einst genügte, um sich in kleineren Sälen gegen kleinere Orchester und Chöre zu behaupten, versagt in den größeren Konzertsälen unserer Zeit mit ihren gewaltigen Orchestern und Chören. Nimmt man die Saiten stärker, so wird der Ton entsprechend trockener und die Spielart schwerer. Die dünneren Saiten, die allein brauchbar sind, wenn man dem Instrument die reizvolle Beweglichkeit und den glänzenden Klang erhalten will, führen aber den dritten Fehler im Gefolge: das Klavizimbel verstimmt sich in unleidlicher Weise. Während ein ungestimmtes Hammerklavier zur Not noch nach einem Jahrzehnt spielbar ist, hält ein Klavizimbel kaum mehrere Stunden Stimmung; und das ist ein unüberwindliches Hindernis für die Einführung des Cembali in die Hausmusik.

Drei Wünsche hat also der, dem Klavizimbel frage am Herzen liegt, dem Techniker vorzutragen. Liegen diese Fehler in der Natur der Sache oder können sie behoben werden?

Über Stoßerregung elektrischer Schwingungen in der Radiotelegraphie und ihre Vorzüge.

Von Dr. Gustav Eichhorn, Zürich.

Der großartige Aufschwung, den die drahtlose Telegraphie seit der Einführung von Professor *F. Brauns* gekoppelten Systemen genommen hatte, ist inzwischen noch erheblich gesteigert worden durch die Benutzung einer sog. *Stoßerregung* der elektrischen Schwingungen auf Grund einer Entdeckung von Prof. *M. Wien*, aus deren technischer Ausgestaltung bekanntlich die Ausbildung des heute führenden neuen *Telefunken*systems der „tönenden Löschfunken“ resultierte.

Ein Rückblick über diese Entwicklung zeigt die interessante Tatsache, daß der gewaltige Fortschritt der letzten Zeit auf einem Wege erreicht wurde, der gerade nach der entgegengesetzten Richtung liegt, als derjenige, welchen man anfangs glaubte einschlagen zu müssen. Ich meine dies mit Bezug auf die Behandlung der Dämpfung im primären Schwingungskreis. Zwar hatte Prof. *Braun*, ehe die Schwingungsvorgänge in gekoppelten Systemen theoretisch vollständig geklärt waren, einen Weg eingeschlagen, der prinzipiell ähnlich dem neuerdings betretenen ist, indem er frühzeitig schon Versuche anstellte, ob es möglich sei, den primären Flaschenkreis automatisch aus dem schwingenden System auszuschalten, sobald die Energie auf den sekundären Leiter (Antenne) hinübergependelt war,

aber es war doch nur ein prinzipielles Verfahren mit künstlichen Mitteln, die sich als unzulänglich erwiesen. Die theoretischen Untersuchungen, hauptsächlich diejenigen von Prof. M. Wien und Prof. P. Drude, führten vielmehr in der Folge zunächst zu der Anschauung, daß man bestrebt sein sollte, die Dämpfung des primären Kreises, die hauptsächlich durch die Funkendämpfung bestimmt war, dauernd so klein wie möglich zu machen. Fand doch Wien in seiner ausgezeichneten theoretischen Abhandlung über die Verwendung der Resonanz in der drahtlosen Telegraphie geradezu, daß bei einer losen Koppelung zwischen primärem Kreis und sekundärem offenen Schwingungssystem (Antenne) die Dämpfung der ausgesandten Welle im günstigsten Falle auf den relativ kleinen Dämpfungswert des vollständig geschlossenen primären Kreises herabgedrückt werden könne.

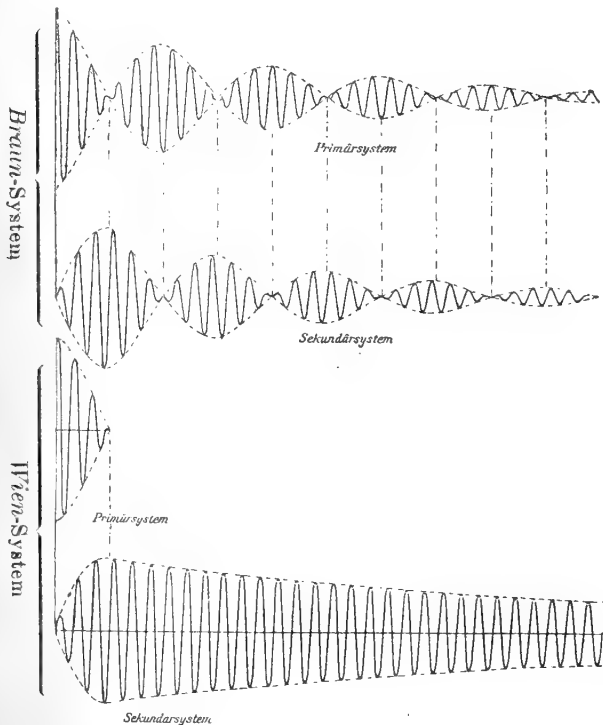


Fig. 1.

Vergegenwärtigen wir uns nun zunächst kurz die Vorgänge in Brauns gekoppelten Systemen. Ein direktes anschauliches Bild geben uns die schematischen Kurven (zunächst die beiden oberen für das Braun-System) der Fig. 1, die nach Photographien, welche Prof. H. Diesselhorst mit dem Glimmlichtoszillographen aufgenommen hat, hergestellt sind. Die Schwingungsenergie pendelt zwischen den beiden Systemen hin und her, und zwar mehr oder minder oft je nach dem Grade der Dämpfung der beiden Kreise. Die erste Frage ist natürlich die, weshalb erlischt der Funke im primären Kreis nicht in dem Moment, wenn daselbst die Schwingungen zum ersten Mal abgeklungen sind? Zwei Momente wirken hier zusammen, die dies verhindern. Vor allem hat infolge Ionisation in der Funkenstrecke der Widerstand derselben noch nicht einen genügend

hohen Wert erreicht, und dann erreicht die durch eine Rückwirkung des sekundären Systems erzeugte Spannung gerade ihr Maximum, so daß eine neue Zündung im Primärkreis ermöglicht wird. Der schließliche Effekt ist der, daß bei relativ enger Koppelung, wie sie in der Radiotelegraphie in der Regel erforderlich ist, kein Erlöschen des Primärkreises erfolgt, und man damit zwei Koppelungswellen erhält. Dies tritt auch ein, wenn beide Schwingungskreise von der Koppelung (k) genau auf gleiche Schwingungszahlen bzw. Schwingungsdauer ($\nu_1 = \nu_2$ oder $T_1 = T_2 = T$) abgestimmt waren; es entstehen nach der Koppelung immer in jedem Kreise zwei Schwingungen von den Schwingungsdauern $T' = T/\sqrt{1+k}$ und $T'' = T/\sqrt{1-k}$. Je enger die Koppelung ist, um so mehr entfernen sich die Schwingungsdauern der beiden Schwingungen, die eine nach oben, die andere nach unten, von der Schwingungsdauer der Einzelsysteme. Die Koppelung ist bekanntlich hinreichend definiert durch

$k = \sqrt{\frac{L_{12}^2}{L_1 L_2}}$, wo L_1, L_2 die Selbstinduktionskoeffizienten und L_{12} den wechselseitigen Induktionskoeffizienten beider Kreise bedeuten. Im Falle der Isochronität ($\nu_1 = \nu_2 = \nu$) und bei starker Koppelung, durch welche die Eigenfrequenzen in ν_1' und ν_2' übergehen, ist der Koppelungskoeffizient auch zu entnehmen aus $k = \frac{\nu_1' - \nu_2'}{\nu}$; die Anzahl der Schwebungen im Verhältnis zur Schwingungszahl gibt also den Koppelungskoeffizienten.

Es ist klar, daß das Entstehen von zwei Koppelungswellen an und für sich sehr unerwünscht sein muß; dann ist dies vor allem aber auch aus Energiegründen sehr unvorteilhaft. Wegen des geschilderten Vorganges bleibt das Primärsystem an den Schwingungen beteiligt, solange das Sekundärsystem Wellen aussendet. Während dieser ganzen Zeit verbraucht das Primärsystem Energie, die sogar wegen der Funkenstrecke und der festen Dielektrika in den gebräuchlichen Kondensatoren recht beträchtlich ist. Dazu kommt nun die große Energievergeudung in der Strahlung, weil im Empfänger nur die eine der Koppelungswellen aufgenommen bzw. ausgenutzt wird; die Hälfte der totalen ausgesandten Strahlungsenergie geht also nutzlos verloren. Vorschläge, z. B. von Prof. J. A. Fleming, hinsichtlich Anordnungen zur Aufnahme beider Koppelungswellen haben sich praktisch nicht bewährt, vielmehr scheint es nach kürzlich bekanntgewordenen praktischen Versuchen der japanischen Forscher W. Torikata und E. Yokoyama sogar entschieden vorteilhafter zu sein, im Empfänger nur eine der Koppelungswellen aufzunehmen. Infolge der Rückwirkung der Kreise im Sender aufeinander wird auch die Dämpfung dieser Koppelungswellen beeinflußt, und zwar wird die Dämpfung der schwächer gedämpften der beiden Schwingungen durch die Koppelung vergrößert. Dadurch wird die Abstimmfähigkeit verschlechtert. Diese mißlichen Umstände wurden sämtlich beseitigt durch die Wienschen Löschfunken, d. h. kleine Funkenstrecken an Stelle der bisher üblichen relativ großen Funkenstrecke, die bei Großstationen, z. B. in Nauen,

auch noch den spezifischen Nachteil hatte, daß die mit donnerähnlichem Krachen in ihr vor sich gehenden Entladungen in weitem Umkreis hörbar waren.

Fig. 2 gibt die Wienschen Resonanzkurven, die in bekannter Weise aufgenommen sind, wieder, die er erhielt für die Fälle, wie sie der Text an der rechten Seite der Figur beschreibt. Wien gab selbst sofort folgende Erklärung für den Vorgang ab: „Die Ursache der drei Schwingungen dürfte darin zu suchen sein, daß der Widerstand der sehr kurzen Funkenstrecke sehr schnell zunimmt, so daß die Schwingungen in dem System I sehr bald verschwinden und nur die im System II übrig bleiben. Dieses schwingt dann für sich als ungekoppeltes Einzelsystem mit der eigenen Schwingungszahl und Dämpfung weiter. Vielleicht gelingt es auf diese Weise, besonders wenig gedämpfte Wellen zu erzielen.“ Praktisch wird also nur eine einzige Welle wirksam sein.

Während also beim Braun-Sender die Dämpfung der beiden Systeme nicht sehr verschieden ist, benutzt Wien einen Primärkreis mit sehr großer Dämpfung gegenüber einem Sekundärkreis von

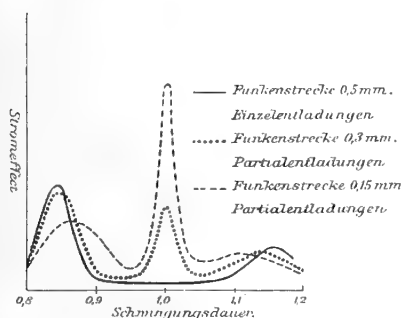


Fig. 2.

kleiner Dämpfung. Wie ich es anfangs andeutete, wird also in diesen beiden Methoden hinsichtlich der Dämpfung im Primärkreis gerade ein entgegengesetztes Prinzip verfolgt; es ist dies natürlich so zu verstehen, daß die Dämpfung im zweiten Falle groß wird; anfangs muß sie natürlich klein sein, damit nicht zu viel Energie verloren geht. Im Wien-Sender geht dann bei relativ enger Koppelung die Energie des Primärkreises schnell auf den Sekundärkreis über; die Schwingungen in ersterem erlöschen vollständig, und der Sekundärkreis schwingt allein mit seiner Eigenschwingung langsam aus. Diese große Dämpfung des Primärkreises würde aber allein doch nicht verhindern, daß die Schwingungen des Sekundärkreises wieder rückwärts auf den primären Kreis wirken, sondern das Wesentliche dieser sog. *Stoßerregung* liegt in den besonderen Eigenschaften der Funkenstrecke. Die Funkenstrecke erlischt durch Entionisation von selbst und wird nichtleitend; infolge der Energieentziehung durch das sekundäre System wird diese Löschwirkung verstärkt. Wenn die primären Schwingungen so weit herabgedrückt werden, daß der Funke erlischt, so ist der Primärkreis von da ab unterbrochen und kann durch die Schwingungen im

Sekundärkreis nicht wieder angeregt werden. Diese *Löschfunken* spielen also hier die Rolle eines Unterbrechers, der den primären Kreis ausschaltet, nachdem seine Energie zum großen Teil auf den sekundären Kreis übertragen ist. Dieser schwingt dann als freies System mit seiner Eigenschwingung. Diese wichtige *Einwelligkeit* des Wien-Senders wird durch die unteren schematischen Kurven der Figur 1 veranschaulicht. Bekanntlich kann man auch im Braun-Sender Einwelligkeit erzielen durch ganz lose Koppelung, aber die maximale Amplitude in der Antenne bleibt zu gering, was durch die erzielte Reduktion der Dämpfung der schwachen Wellenzüge nicht genügend kompensiert wird, weshalb die Reichweite relativ klein bleibt.

Es seien noch kurz die von Wien angegebenen Umstände, die für die Stoßerregung erforderlich sind, rekapituliert: 1. Genügende Löschwirkung der Funkenstrecke; 2. genügende Dauer des ersten Minimums im Stoßkreis; 3. genügende Einstimmung der beiden Systeme. Die *Löschwirkung* hängt in erster Linie von der Natur der Funkenstrecke und von dem Funkenpotential ab. Die schnelle Entionisierung der kleinen Stoßfunkenstrecken, die man zur Vergrößerung der Energie in beliebiger Zahl hintereinanderschalten kann, ohne die Energieform zu ändern, ist ihr Hauptvorteil. Das Erlöschen der Funkenstrecke kann bei gekoppelten Kreisen entweder schon nach Ablauf der ersten Schwebung oder auch erst nach einer größeren Anzahl von Schwebungen erfolgen; je kleiner diese Anzahl, um so besser wird die Löschwirkung der Funkenstrecke sein. Für gute Stoßerregung sollte das Abreißen des Funkens stets am Ende der ersten Schwebung erfolgen. Herr Dr. H. Rau hat verschiedene Grade der Löschwirkung nach der bekannten *Feddersen*-schen Methode der Funkenphotographie nachgewiesen.

Die wirksame Welle tritt also mehr gegenüber den Koppelungswellen hervor, wenn das Auslösen des Funkens bei einem früheren Minimum als bei späteren Minimis eintritt.

Die *Dauer des Minimums* ist durch die Koppelung zwischen Stoßkreis und Schwingungskreis bedingt; je enger sie ist, um so schneller sind die Schwebungen und um so kürzer ist die Zeit, in der der Strom annähernd Null ist, und die Entionisierung vor sich gehen kann. Mithin kann man um so enger koppeln, je besser die Löschwirkung ist. Denn da die Dauer des ersten Minimums der Schwebung im Stromkreise von der Größe der Schwebungsperiode abhängt, diese aber von dem Koppelungsgrad bestimmt wird, darf mit zunehmender Löschfähigkeit der Entladestrecke offenbar die Zeit kürzer ausfallen, in der die Schwingungsamplituden auf ihren Nullwert abzunehmen streben.

Ist also die Zeit für das Verschwinden der Leitfähigkeit einer Funkenstrecke gegeben, so muß man die Koppelung der beiden Kreise und damit die Dauer einer Schwebung so einstellen, daß diese gerade gleich, jedenfalls nicht kleiner ist als die Löschzeit. Bei *langen* Funken ist die Löschwirkung klein, daher muß eine verhältnismäßig lose

Koppelung sein; durch Einschalten von sogen. Löschröhren kann die Löschwirkung verbessert werden, wie auch zuerst *Wien* gezeigt hat. Bei *kurzen* Funken ist die Löschwirkung gut, daher ist enge Koppelung möglich. Im *Wien-Telefunken*system konnte man bis jetzt bis zu Koppelungen von etwa 20% gehen. Prof. *Br. Glatzel**) konnte sogar bis zu Koppelungen von 40—50% unter Verwirklichung einer idealen Stoßerregung gelangen, indem er die Funken in einer Wasserstoffatmosphäre übergehen läßt und gleichzeitig die Temperatur der Elektroden so einstellt, daß die durch die Entladung gebildeten Metallteilchen sofort wieder in Form von nichtleitenden Wasserstoffverbindungen niedergeschlagen werden. Mit anderen Worten, wenn die Löschwirkung der Funkenstrecke sehr gut ist, kann die Koppelung so fest, d. h. in vorliegendem Falle die Koppelungsdauer so kurz gemacht werden, daß die Koppelungswellen praktisch verschwinden und nur die schwach gedämpfte Eigenschwingung der Antenne dominiert.

Eine *Verstimmung* der beiden Systeme bewirkt, daß im Primärkreis die Minima nicht Null werden und daher die Entionisierung nicht so stark ist. Je schlechter die Löschwirkung, je loser also die Koppelung ist, um so genauer muß die Einstimmung sein. Das macht das Arbeiten mit langen Funken, bei denen die Löschwirkung schlecht ist, für die Praxis unbequem. Je besser andererseits die Löschwirkung, um so weniger genau braucht die Einstimmung zu sein, was den Vorteil hat, daß dieselbe Antenne ungeändert in weiten Grenzen für verschiedene Frequenzen benutzt werden kann. Bei sehr guter Löschwirkung hängen Verstimmung und Koppelungsgrad insofern zusammen als, sobald die eine dieser Größen nicht auf den günstigsten Wert einreguliert ist, durch Veränderung der anderen meistens das Wiedereintreten reiner Stoßerregung erreicht wird.

Wenn ich nunmehr meiner weiteren Mitteilung der *technischen* Vorzüge, welche die rationelle Anwendung des Prinzips der Stoßerregung zeitigte, Angaben über das *Wien-Telefunken*system zugrunde lege, so ist dies schon durch die historische Gerechtigkeit motiviert, ohne daß ich deshalb aber irgendein Urteil fällen will über die diversen anderen Systeme, welche heute direkt oder in Kombination das Prinzip der Stoßerregung anwenden und mit mehr oder weniger praktischem Erfolg im Wettkampf der radiotelegraphischen Installationen bestehen.

Da die im *Wien-Telefunken*system verwendete hohe Periodenzahl des Wechselstromgenerators ein rasches und regelmäßiges Aufeinanderfolgen der Schwingungsgruppen bewirkt, was auf der Empfangsstation bei Anwendung quantitativ arbeitender Detektoren im Telephon durch rhythmische Schwingungen der Membran einen flötenartigen Ton hervorruft, so spricht man jetzt allgemein von dem Telefunken system der „tönenden Löschröhren“).

Das schnelle Erlöschen des Erregerkreises benutzt also *Telefunken* in doppelter Hinsicht; einmal um *einwellige*, wenig gedämpfte Wellenzüge zu erhalten und zweitens, um ohne Lichtbogenneigung in der Funkenstrecke eine sehr *rasche Impulsfolge* herzustellen. Die Hauptvorzüge des neuen Systems treten am deutlichsten hervor, wenn man sie nach den Wirkungen wie folgt gruppiert:

Wirkungen der schnellen Impulsfolge.

1. Kleine Apparate und kleine Antennen mit niedrigen Masten.
2. Große Reichweiten, sowohl absolut genommen, wie im Vergleich zur Antennengröße und zur Masthöhe.
3. Hohe Telegraphiergeschwindigkeit.

Wirkungen des musikalischen Tones.

4. Vergrößerte Selektion und Verringerung der atmosphärischen und anderen Störungen.
5. Tonresonanz, mechanisch oder elektrisch ausgenutzt, sowohl zur Selektion wie zur Verstärkung der Tonstärke.

Wirkungen der Löschröhren-erregung.

6. Große Ökonomie.
7. Geräuschlosigkeit.
8. Volle Ausnutzung der Gesamtenergie im Empfänger infolge der Einwelligkeit.
9. Vermehrte Störungsfreiheit durch lose Empfangkoppelung infolge der geringen Dämpfung.
10. Großer Wellenbereich.
11. Volle Ausnutzung der Hochfrequenzresonanz infolge der Wellenkonstanz.

Ich will die einzelnen Rubriken hier nicht näher diskutieren, da die ausführlichen Begründungen in den Telefunken-Broschüren oder in der Rubrik über „Mitteilungen aus der Praxis“ des von mir herausgegebenen „Jahrbuches der drahtlosen Telegraphie und Telephonie“**) nachgelesen werden können; in letzterem, das heute die Zentralstelle aller Publikationen aus Wissenschaft und Technik dieser neuen Verkehrsmittel ist, ist natürlich auch das Thema des vorliegenden Aufsatzes Gegenstand zahlreicher Erörterungen gewesen im Anschluß da-

*) Neuerdings benutzt Telefunken „tönende Löschröhren mit Hilfszündung“, wodurch u. a. die beschränkende Zusammengehörigkeit zwischen Durchschlagsspannung, bzw. Abstand der Elektroden der Funkenstrecke, und Energie beseitigt wurde. Die Hauptvorteile der neuen Hilfszündung sollen in folgendem bestehen: Durch Vermehrung der wirksamen Funkenstreckenzahl wird der Löscheffekt erhöht; durch diese Veränderung kann die günstigste Koppelung in weiten Grenzen verändert werden. Die Beanspruchung der Löschröhrenstrecken ist vermindert. Wegen der eben genannten Vorteile ist die Toneinstellung erleichtert. Bei Anwendung von Gleichstromspeisung wird eine große Tonkala ermöglicht, da hierbei die Tonhöhe nur von der Zündfrequenz abhängig ist. Die Veränderung der Energie eines Senders erfolgt nicht durch Ein- und Ausschalten von Funkenstrecken, sondern durch Veränderung der Ladespannung (Maschinen-Erregung), so daß die Bedienung der Sender vereinfacht ist.

Die neuen Sender mit Hilfszündung werden in drei verschiedenen Formen ausgeführt, worüber jedoch das Nähere noch nicht mitgeteilt werden kann.

**) Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

*) Es sei auch auf diesbezügl. Arbeiten von Dr. A. Espinosa de los Monteros (s. Jahrb. d. drahtl. Telegr. 1, 480. 1908) hingewiesen.

selbst an die Originalmitteilungen von Prof. Max Wien.

Der Wirkungsgrad, gerechnet von Antennenenergie (also KW im Sendedraht) bis Wechselstrom-Generator beträgt für eine Station kleinerer Leistung schon 75 %; bei größeren Anlagen, z. B. für eine normale 5 KW-Station, ist er noch höher. Beim *Braun*-Sender müßte man schon mit 20 bis 25 % zufrieden sein oder beim *Poulsen*-Generator in der drahtlosen Telephonie sogar mit nur etwa 10 %. Trotzdem kann der altbewährte *Braun*-Sender gelegentlich doch noch, und zwar nicht nur wegen seiner idealen Einfachheit, vorgezogen werden, z. B. bei dem jetzt schon so ausgebauten radiotelegraphischen Zeitsignaldienst. Der scharfe Rhythmus der Zeichen der seltenen Funken ist für Koinzidenzmethoden besser geeignet, und Versuche seitens der Eiffelturmstation haben gezeigt, daß die erreichbare Präzision derjenigen durch tönende Funken erheblich überlegen ist. Es bleiben dies aber nur vereinzelte Fälle gegenüber dem großen Gebiet des radiotelegraphischen Nachrichtenverkehrs, für den die Vorzüge der „tönenden Löschfunken“ sich so evident manifestierten, daß ihr Siegeslauf unaufhaltsam war. Auch für eine Radiotelephonie ist das Prinzip der Stoßerregung bis zu einem gewissen Grade anwendbar*).

In einer ganz anderen, man darf wohl sagen, reineren Form, habe ich das Prinzip der „Stoßerregung“ in einer Schaltung für Meßinstrumente eingeführt. Das Prinzip besteht, kurz gesagt, darin, daß zu einem vollständig geschlossenen Schwingungskreis, dessen Dämpfung also verschwindend klein gemacht werden kann, ein Nebenschluß mit einem Element so geschaltet ist, daß die Selbstinduktionsspule vom Strome durchflossen ist. Durch instantane, möglichst funkenlose Unterbrechung des Nebenschlusses bzw. durch das plötzliche Verschwinden der Strömung in der Spule wird in derselben in bekannter Weise ein Extrastrom induziert, der sich in dem Schwingungskreis auspendelt, und zwar mit stark vergrößerten Amplituden im Vergleich zu den Potentialamplituden der Lade- oder Entladeschwingungen. Wegen der äußerst geringen Dämpfung sind alle einschlägigen Messungen mit einem Genauigkeitsgrad möglich, der bis dahin nicht erreichbar war. So sind u. a. Fernwellenmessungen mit fast absoluter Präzision möglich; bei der kürzlich hier in Zürich von mir mit Telefunkenapparaten eingerichteten Empfangsstation an der Schweizer Meteorologischen Zentralanstalt zur Aufnahme der radiotelegraphischen Zeitsignale und Wetterberichte stellte ich beispielsweise die wirksame Wellenlänge der ca. 550 km entfernten Eiffelturmstation zu 2180 bis 2185 m fest, während sie nach nachträglicher Angabe von Kommandant *Ferrié*, des Direktors dieser Station, an Ort und Stelle direkt zu 2185 m gemessen wurde. Es gibt heute wohl keinen Präzisions-Wellenmesser oder Stationsprüfer, oder Detektorprüfer (letzterer auch in allen modernen

Empfängern direkt angebracht), der nicht diesen „Summerkreis“ enthält, wie man kurz die Schaltung bezeichnet, da die erwähnten Nebenschlußunterbrechungen nach Art eines gewöhnlichen Summers geschehen. Leider kam, nach bekanntem Muster, den technischen Firmen die Einsicht meiner Überlegungen erst dann, nachdem ich sämtliche Patente hatte verfallen lassen, weil mir ihre Verwertung nicht gelingen wollte. Das gehört aber in ein Kapitel über die kleinen Leiden, die der Wissenschaftler erfährt, wenn er sich in das rauhe Gebiet der Praxis begibt, dem er nirgendwo so unentbehrlich gewesen ist und heute noch ist, wie in der Radiotelegraphie. Nicht jeder kann dabei so selbstlos handeln, wie es Prof. Max Wien tat, als er ohne beschränkende Patentanmeldungen seine Epoche machende Entdeckung der *Stoßerregung* elektrischer Schwingungen der Allgemeinheit überließ.

Sir George Howard Darwin.

Von Dr. W. Schweydar, Potsdam.

Observator am geodätischen Institut.

Einen schweren Verlust beklagt die Wissenschaft. Der an Erfolgen reiche Gelehrte *Sir George Howard Darwin* starb im Dezember vorigen Jahres nach langer und schwerer Krankheit. Er war am 9. Juli 1845 als zweiter Sohn des berühmten Naturforschers *Charles Robert Darwin* und der Enkelin von *Josiah Wedgewood* in Down (Kent) geboren.

Nachdem er in London kurze Zeit die Rechte studiert hatte, ging er nach Cambridge, um sich dem Studium der Mathematik und Astronomie zu widmen. Bereits im Jahre 1879 wurde er Mitglied der Royal Society of London und erhielt 1883 die Professur für Astronomie und Experimentalphysik an der Universität in Cambridge, die er bis zu seinem Tode inne hatte. Zahlreiche Universitäten ernannten ihn zum Ehrendoktor, und sehr viele bedeutsame Akademien der Wissenschaften und gelehrte Gesellschaften zählten ihn zu ihren Mitgliedern. In der Royal Astronomical Society und in der British Association führte er zeitweilig den Vorsitz; seit zwanzig Jahren gehörte er als englischer Delegierter der Internationalen Erdmessung an, deren Vizepräsident er 1903 wurde. Im Jahre 1911 ehrte ihn die Royal Society of London durch Verleihung der Copley Medal.

Seine wissenschaftlichen Arbeiten betreffen hauptsächlich das Gebiet der Geophysik und theoretischen Astronomie. Um seine Vielseitigkeit zu kennzeichnen, sei erwähnt, daß er neben kleinen Abhandlungen aus der Geologie und Meteorologie zwei Aufsätze über Ehen unter Blutsverwandten geschrieben hat, von denen der eine auch deutsch erschienen ist.

Besonders hervorzuheben sind zunächst seine theoretischen und numerischen Arbeiten über die Gezeiten der Meere. Er hat zuerst eine sehr genaue Entwicklung der Flutkräfte nach einfachen harmonischen Funktionen der Zeit gegeben und eine Methode geschaffen, die Konstanten dieser Funktionen aus den Wasserstandsbeobachtungen an den Küsten

*) Vergl. Dr. K. Markau: Die Telephonie ohne Draht. Heft 43 „Die Wissenschaft“ Verlag Friedr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1912.

abzuleiten. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, die Gezeiten numerisch zu verfolgen und Hoch- bzw. Niedrigwasser vorherzusagen. Seine Methode und die von ihm eingeführten Bezeichnungen sind überall für die Untersuchung der komplizierten Flutbewegung des Meeres vorbildlich gewesen. Durch seine theoretischen Arbeiten hat er uns einen tieferen Einblick in die Natur der Mondfluten von langer Periode gegeben.

Einen großen Fortschritt in der Geophysik bedeuten seine Untersuchungen über die Elastizität und die Fluten der festen Erde. Eine Reihe von Aufsätzen in den Transactions der Royal Society beschäftigt sich mit diesem Thema. In dem Werke von W. Thomson und Tait „The Natural Philosophy“ hat er zuerst die Größe der Nachgiebigkeit der Erde gegen die Flutkraft des Mondes aus der Höhe gewisser Partialfluten an der französischen, englischen und besonders indischen Küste abgeleitet und gezeigt, daß die Starrheit der Erde mit der des Stahles zu vergleichen ist. Er wies nach, daß die Erde entgegen der Annahme der Geologen im Innern nicht feurig flüssig, vielmehr völlig hart ist. Im Zusammenhang hiermit steht der mit seinem Bruder Horace gemeinsam unternommene Versuch, die Größe der elastischen Mondflut der festen Erde mit einem äußerst empfindlichen Instrument zu messen. Wenn auch das Unternehmen nicht von Erfolg begleitet war, dieser vielmehr dem deutschen Gelehrten E. v. Rebeur-Paschwitz vorbehalten blieb, so hat doch diese Arbeit von Darwin nicht an Bedeutung verloren.

Darwin schrieb ferner über die Druckverhältnisse im Innern der Erde, die durch das Gewicht der Kontinente entstehen, und beschäftigte sich eingehend mit den möglichen Bewegungen der Rotationspole der Erde durch geologische Phänomene.

Seine hervorragende mathematische Begabung gestattete ihm die Behandlung des äußerst schwierigen Problems des Reibungswiderstandes, der die Gezeitenbewegung der Erde begleitet. Seine auf diesem Gebiete epochemachenden Arbeiten haben sehr wichtige kosmogonetische Gesichtspunkte eröffnet und den Zusammenhang zwischen geophysikalischen Erscheinungen und astronomischen Vorgängen gezeigt.

Die Gezeitenreibung verlangsamt die Rotation der Erde und den Umlauf des Mondes, und zwar nimmt der Tag schneller zu als der Monat. Wenn es sich auch hierbei um unmeßbar kleine Größen handelt, so spielen sie doch eine bedeutende Rolle in Zeiträumen, die Millionen von Jahren zählen. In zurückliegenden Zeiten rotierte die Erde rascher um ihre Achse, und der Mond lief schneller um die Erde als heute; er war der Erde näher und die Gezeitenreibung bedeutend größer. Darwin kommt zu dem Schluß, daß die kürzeste Dauer des Tages drei bis fünf unserer jetzigen Stunden betrug und der Mond in derselben Zeit einen Umlauf ausführte. Zu dieser Zeit wendete der Mond immer dieselbe Seite der Erde zu und berührte fast ihre Oberfläche. Darwin vermutet, daß der Mond aus Teilen besteht, die sich von der Erde abtrennten, als diese sehr rasch rotierte. Die Losreißung wurde dadurch unterstützt, daß die Flutbewegung, welche die Sonne auf der flüssigen

Erde erregte, zu jener Zeit synchronisch war mit der freien Schwingungsperiode der Erde, die sie besitzt, wenn ihre Konfiguration aus dem Gleichgewicht gebracht und frei von Störung durch äußere Kräfte sich selbst überlassen wird. Diese Periode beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden. Durch den Synchronismus sind die Sonnenfluten sehr viel größer gewesen als jetzt. Seine heutige Entfernung verdankt der Mond der Gezeitenreibung; sein fernes Schicksal besteht nach Darwins Ausführungen im Herabfallen auf die Erde.

Hieran schließen sich die Arbeiten über die Entwicklung des Sonnensystems und die Trabanten der Planeten.

Große Bedeutung besitzen Darwins Untersuchungen über die Figur, welche eine rotierende Flüssigkeitsmasse von planetarischer Größe annehmen kann, wenn als wirksame Kräfte nur die gegenseitige Anziehung ihrer Teilchen und die von der Rotation herrührende Zentrifugalkraft in Frage kommen. Halten diese zwei entgegengesetzt wirkenden Kräfte sich das Gleichgewicht, so wird die Form der Masse stabil sein. Das Problem behandelt die möglichen Gleichgewichtsfiguren. Namentlich sind die Arbeiten über birnenförmige Körper hervorzuheben, wofür er die Laméschen Funktionen eingehend behandelt und numerisch verwendet. Hiermit hängt eine interessante Studie über die Abweichung einer hydrostatisch geschichteten Erde von der Form des Ellipsoids gleicher Achsenlänge zusammen.

Neben zahlreichen Abhandlungen von rein mathematischem Interesse und einer Studie über Meteoritenschwärme sind noch hervorzuheben die Untersuchungen über periodische Lösungen des Dreikörperproblems.

In weiteren Kreisen ist Darwin besonders durch sein populäres Werk „The tides and kindred phenomena in the solar system“, das auch in deutscher Übersetzung erschienen ist, bekannt geworden. Hier gibt der Verfasser eine meisterhaft klare und allgemein verständliche Darstellung seiner wichtigsten Arbeiten über das Gezeitenphänomen und die damit verwandten geophysikalischen und astronomischen Fragen.

Seine gesamten Schriften sind in den vier Bände umfassenden „Scientific Papers“ gesammelt erschienen.

Die Geophysik und Astronomie verlieren in Darwin einen ihrer hervorragendsten Förderer.

Besprechungen.

Ferdinand Freiherr von Richthofen: China, Band V. Abschließende paläontologische Bearbeitung der Sammlung F. von Richthofens, die Untersuchung weiterer fossiler Reste aus den von ihm bereisten Provinzen, sowie Entwurf einer erdgeschichtlichen Übersicht Chinas von Dr. Fritz Frech. Berlin, Dietrich Reimer, 1912. Geb. M. 36,—.

Mit dem vorliegenden Band haben die paläontologischen Arbeiten, die auf Grund der Sammlungen Ferdinands von Richthofen in China vorgenommen und schon 1883 als IV. Band des großen Werks veröffentlicht wurden, eine überraschende und hochbedeutsame Ergänzung erfahren. Der große Chinaforscher selbst würde

an dem Erstaunen teilgenommen haben, daß aus seinem Material an Versteinerungen noch soviel herauszuholen war, wie es dieser Band zeigt. Herr *Frech* hat aber seine große Sorgsamkeit und Virtuosität in der Präparierung und Bestimmung der Fossilien nicht auf das Material der *Richthofenschen* Reisen beschränkt, sondern eine ganze Reihe wichtiger Sammlungen von anderer Seite, oft aus entlegenen, schwer erreichbaren Quellen, herangezogen und dadurch teils frühere Schlüsse in bedeutender Weise bestätigt und erweitert, teils ganz neue Aufklärungen ermöglicht. Endlich hat der Verfasser die früheren Bestimmungen wirbelloser Tiere aus Band IV gründlich revidiert und in zahlreichen Fällen verbessert. Die Zusammenhänge und Unterschiede der einzelnen Formationsstufen und ihrer Faunen wurden über möglichst weite Regionen, namentlich innerhalb Asiens, verfolgt und die Verwandtschaftsverhältnisse untersucht. Infolgedessen ist Verfasser in der Lage gewesen, am Schluß des Bandes eine Übersicht über die erdgeschichtlichen Epochen in China selbst und über die Beziehungen der dortigen Verhältnisse zu denen anderer Erdräume zu geben. Insbesondere wird die Ausdehnung der Meere während der einzelnen Formationen des Paläozoikum und bis in die Trias hinein dargestellt und für das eigentliche China durch ein sinnreiches kartographisches Verfahren veranschaulicht. Der Band schließt mit einem Kapitel über die Steinkohlen Chinas, einem Vergleich der dortigen Kohlenschätze mit denen anderer Länder und mit einem Ausblick auf die industrielle Entwicklung Chinas.

Die paläontologischen Abschnitte sind nach Formationen gegliedert, die beim Silur beginnen und bei der Trias die Meeresablagerungen abschließen. Dann folgen die Festlandsperioden vom Jura bis ins Quartär. Beim jüngeren Tertiär und Quartär wird eine Zusammenfassung der bisherigen Säugetierfunde und ihrer Bearbeitungsergebnisse geboten. Ein umwälzender Einfluß auf die bisherigen Anschauungen geht namentlich von den Feststellungen des Verfassers bezüglich der Bedeutung der Dyas für China aus. Im nördlichen Sz'tschwan, am Nordrand des Roten Beckens, wurde ein früher als Carbon bestimmter Horizont als untere Neodyas erkannt, und Referent hatte bereits im III. Band des Werks Gelegenheit darauf hinzuweisen, daß diese neue Festsetzung der Formationsstufe dazu dient, die Tektonik dieses Gebiets in einer weniger gezwungenen Weise zu erklären, als es *Richthofen* selbst unter starkem Vorbehalt getan hatte. In diesem Punkt hat also die Arbeit *Frechs* eine zum wenigsten sehr wahrscheinliche Lösung einer bis dahin fast unerklärlichen Schwierigkeit gebracht. Die Dyas umfaßt aber nach den Resultaten *Frechs* ein weit größeres Gebiet und auch gerade die wirtschaftlich wichtigsten Formationsglieder und erscheint nun als eine der weitest verbreiteten Formationen im eigentlichen China. Sie gewinnt dadurch einen besonderen Rang, daß zu ihr die ausgedehntesten und gehaltvollsten Kohlenlager zu rechnen sind. Von der Mandchurei bis an die südliche Grenze des Yangtsebeckens und von Yünnan bis nach Nanking in der Nähe der Yangtsemündung ist die Dyas jetzt nachgewiesen worden. Auch die von *Richthofen* eingehend beschriebenen und früher auf Grund der reichlichen Fossilreste als Carbon angesprochenen Kohlen von Loping in Kiangsi haben ihre Stelle jetzt endgültig bei der Dyas gefunden, und zwar beim oberen Teil der älteren Dyas. Eine zweite höchst auffällige Tatsache von großer Tragweite ist der Nachweis von Fossilien der unteren Kreide in einigen kohleführenden Ablagerungen in den südlichen Teilen des Roten Beckens von Sz'tschwan. Referent hat an anderer Stelle (Mitteilungen des Ferdinand von Richthofen-Tages 1911) darauf aufmerksam gemacht, daß die

Frage über die Entstehung und das Alter der Sedimente des Roten Beckens dadurch in ein ganz neues Licht gerückt wird. Während *Richthofen* diese in der Hauptsache dem späteren Jura zuweisen, allerdings eine Grenze nach oben hin nicht feststellen wollte, ist nun der Schluß geboten, daß diese Beckenschichten in einer Mächtigkeit von 1000 Metern und mehr dem jüngsten Mesozoikum und noch jüngeren Epochen angehören. Dadurch rücken die Ausfüllungen des Roten Beckens in eine früher nicht geahnte Beziehung zu den Decksandsteinen, die im übrigen südlichen China eine enorme Verbreitung besitzen und bisher nach einem einzigen, von *Richthofen* gemachten und von *Schenck* bestimmten Pflanzenfund als tertiär bezeichnet worden waren. — Für das jüngere Tertiär und das Quartär sind die Beziehungen der Tierwelt Chinas zu Indien so eng, daß der Begriff einer indo-chinesischen Fauna aufgestellt werden kann.

E. Tiessen.

Die Besitzergreifung von Kiau-tschou und Ferd. von Richthofen.

Unter Hinweis auf die Besprechung der letzten Bände von *Richthofens* Chinawerk (S. 76 u. S. 100) sei daran erinnert, daß die in den ersten Bänden veröffentlichten wissenschaftlichen Beobachtungen des großen Forschers die unmittelbare Unterlage für die Besitzergreifung des Hafens von Tsing-tau gebildet haben. Der in *Richthofens* Reisebriefen immer wieder betonte Zusammenhang zwischen geologisch-geographischer Forschung und dem öffentlichen Wohl hat in dieser Form seinen prägnanten Ausdruck gewonnen.

Es hatte in einem S. M. dem Kaiser gewidmeten Buche die Angabe Eingang gefunden, daß ein katholischer Missionar die Aufmerksamkeit der Regierung auf Tsing-tau gelenkt habe, und diese Auffassung hat S. M. durch eine Randbemerkung selbst berichtigt:

„Ich nahm das Werk von Freiherrn von *Richthofen* mit der Karte Chinas vor und nach Durchlesung seines Aufsatzes über Schantung habe Ich Mich für den Hafen von Kiau-tschou entschieden, da *Richthofens* Urteil so ungemein günstig für das Hinterland lautete.“

Frech.

Adolf Friedrich Herzog zu Mecklenburg: Vom Kongo zum Niger und Nil. 2 Bde. 8°. 324 S. und 398 S. Mit 512 bunten und einfarbigen Abbildungen und Zeichnungen, sowie mit 6 Karten. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1912. Geb. M. 20,—.

In diesem doppelbändigen Werke liegt der an ein weiteres Publikum gerichtete Reisebericht der zweiten deutschen wissenschaftlichen Zentralafrika-Expedition (1910/11) des um die moderne Durchforschung des afrikanischen Kontinents hochverdienten *Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg* vor. Einen analogen Bericht über den Verlauf der ersten Reise Se. Hoheit (1907/08) quer durch Ostafrika, durch das bis dahin noch wenig erforschte Vulkangebiet zwischen Kiwu-, Albert-Edward- und Albert-See und weiter durch das Kongo-becken bis zur atlantischen Küste Afrikas erschien bereits im Jahre 1909*). Eine Reihe der auf dieser ersten Expedition erprobten Männer nahmen auch an dieser zweiten Reise teil, so der Zoologe Dr. *Schubotz*, der Botaniker Dr. *Mildbraed*, der damalige Oberleutnant, jetzige Hauptmann v. *Wiese* und *Kaiserswaldau*.

Der ursprüngliche Plan dieser zweiten großen Unternehmung war es, den afrikanischen Kontinent vom Kongo zum Nil zu durchqueren und vor allem den Sudan

*) *Adolf Friedrich Herzog zu Mecklenburg*, Ins innerste Afrika. Verlag von Klinkhardt & Biermann, Leipzig 1909.

zu erforschen. Leider wurde diese Absicht durch die derzeitigen schweren kriegerischen Unruhen im französischen Sudan, welche ein Vordringen der ganzen Expedition vom Tschadsee zum Nil ausschlossen, vereitelt. Es mußte daher die ursprüngliche Absicht eines *Zusammenarbeitens* zu möglichst allseitiger Erforschung des *gemeinsam* bereisten Gebietes durch die vereinten Kräfte der Vertreter der Geographie, Zoologie, Botanik und Ethnographie aufgegeben werden; die Expedition teilte sich.

Die *Hauptexpedition* ging unter Führung des Herzogs vom Kongo auf dem Ubangi und über den Schari zum Tschadsee. An ihr nahm bis Fort Lamy auch Hauptmann v. Wiese und Kaiserswaldau sowie streckenweise Dr. Schubotz teil. Ferner war der Maler der Expedition E. M. Heims an ihr beteiligt. Diese Hauptexpedition ging später über Benué und Niger zur Küste zurück. Über den Verlauf und die Beobachtungen auf derselben haben im ersten Bande des vorliegenden Reisewerkes alle drei Beteiligten, jeder über verschiedene Abschnitte der Reise berichtet (Kapitel 1 bis 3: Vom Kongo zum Schari, von Hauptmann v. Wiese und Kaiserswaldau; Kapitel 4: Im Gebiet des Tschadsees, von Se. Hoheit dem Herzog Adolf Friedrich; Kapitel 7 bis 9: Vom Tschadsee zum Niger, von Maler E. M. Heims).

Von den drei daneben selbständig arbeitenden *Teilexpeditionen* trennte sich diejenige des Hauptmanns v. Wiese und Kaiserswaldau bald nach Erreichung von Fort Lamy-Kusseri an der deutsch-französischen Grenze von der Hauptexpedition. Sie ging zunächst wieder Schari aufwärts zurück und dann vom Ubangi-Knie ostwärts, entlang am Ubangi-Quellfluß Mbomu zum Bahrel-Ghazal-Quellgebiet und weiter ostwärts zum Nil. Ihren Verlauf schildert der führende Hauptmann v. Wiese und Kaiserswaldau in Kapitel 10 bis 13 des ersten Bandes.

Das mit dem Zoologen der Expedition Dr. Schubotz im Schari-Quellgebiet verabredet gewesene Zusammenreffen dieser Teilexpedition mißglückte. Nun mußte sich auch Dr. Schubotz zu einer weiteren *selbständigen* Teilexpedition südlich der Route von v. Wiese und Kaiserswaldau entschließen. Er führte diesen Entschluß in bester Weise durch, indem er am wenig bekannten Uelle aufwärts und über die Wasserscheide am Bahrel-Gebel zum oberen Nil zog (vgl. Bd. 2, Kapitel 14 bis 18). Erst in Chartum vereinigten sich beide Expeditionen.

Schließlich wurde eine *vierte* und letzte *Teilexpedition* von den Herren Dr. Mildbraed und Dr. A. Schultze durch wenig bekannte Gebiete von Deutsch-Kongo und Südkamerun ausgeführt. Dr. Schultze beschreibt dieselbe in den Abschnitten 19 bis 24 des zweiten Bandes eingehend, während Dr. Mildbraed in Kapitel 25 und 26 sehr interessante Mitteilungen über einen am Schluß dieser Reise ausgeführten Besuch der Inseln Fernando Poo und Annobon anfügt.

Inhaltlich bieten die sämtlichen Berichte *außerordentlich* viel des Interessanten, sowohl über das Land und seine Bewohner, wie über die Vegetation und die Tierwelt, über die europäische Kolonisation und ihre verschiedene Art, über die kolonialisatorischen Erfolge der verschiedenen Staaten, deren politische Gebiete durchreist wurden (Deutschland, Belgien, Frankreich, Spanien!). Dabei sind die Darstellungen durchweg flott und packend geschrieben. Sie bezeugen oft genug, wie mühselig, gefährvoll und Energie erfordernd eine jede dieser Unternehmungen gewesen sein muß. Es kann kein Schade sein, gerade darauf an dieser Stelle einmal mit Nachdruck hinzuweisen! Hat man doch in unserer Zeit sich mehrerer großzügiger Afrikareisen und selbstlos auf sich genommener wissenschaftlicher Arbeit in anderen fremden Erdteilen nur zu oft Gelegenheit, zu

sehen, wie gegenüber heimgekehrten Forschern von dieser persönlichen Bravour kaum Worte gemacht werden, und wie wenig man geneigt ist, angesichts *fertiger* wissenschaftlicher Resultate an die *unendlich* entsagungsvolle Mühe bei ihrer Gewinnung zu denken. Auch pflegt man zu vergessen, wie gar nicht selten auf derartig strapaziösen Tropenreisen der Einzelne eine Krankheitsplage für's ganze Leben zurückbehält!

Besonderer Hervorhebung bedürfen die ausgezeichneten Abbildungen und Photographien. Sie sind mit wenigen Ausnahmen technisch vortrefflich, inhaltlich charakteristisch und oft von wahrhaft künstlerischer Auffassung und Wirkung. Das Gleiche gilt von den weniger zahlreich aufgenommenen Proben des Expeditionsmalers. Die *Karten* haben nur als *vorläufige* zu gelten, sind aber z. B. für Deutsch-Kongo und Südkamerun schon in dieser Form wertvoll genug. Die Verwendung eines dünnen, durchscheinenden Papiers zum Druck ist dagegen weniger lobenswert.

Eine kleine Vorstellung von dem Reichtum der *eigentlich wissenschaftlichen Ausbeute*, deren eingehender Bearbeitung die nächsten Jahre gewidmet sein werden, gibt das Schlußkapitel des zweiten Bandes aus der Feder des Prof. Dr. G. Thilenius, des Direktors des Hamburgischen Museums für Völkerkunde. Der Löwenanteil der Sammelausbeute fiel danach Berlin, Hamburg und Frankfurt a. M. zu, ist also in diejenigen Städte gekommen, welchen auch die größte *pekuniäre* Unterstützung der recht erhebliche Mittel erfordernden Unternehmung zu danken sein dürfte.

Max Friederichsen-Greifswald.

Dr. Paul Ruggli. *Die Valenzhypothese von J. Stark vom chemischen Standpunkt.* — Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Herausgegeben von Prof. Dr. W. Herz, Breslau. (Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1912.) 46 Seiten, Preis M. 1,50.

Eine der großartigsten und fruchtbarsten Theorien, welche von der chemischen Forschung des verflorenen Jahrhunderts entwickelt wurde, ist die Valenzlehre, jene Lehre, welche sich mit den Gesetzen der Atomverketten und mit der Struktur der Moleküle befaßt. Die Atome besitzen gleichsam Haken, die sie befähigen, sich gegenseitig aneinanderzuhängen, und die wissenschaftliche Bezeichnung für diese Haken, von welchen jede Atomart eine bestimmte Anzahl hat, ist Wertigkeit oder Valenz. Selbstverständlich ist die grob sinnliche Vorstellung der Valenz als eines regelrechten Hakens durchaus unzutreffend; wie aber die in den Valenzen tätigen Kräfte zu deuten sind, vermochte die Chemie nicht aufzuklären und festzustellen. Wohl hatte man schon frühzeitig Anhaltspunkte dafür, daß diese Kräfte elektrischen Ursprungs seien; eine ausreichende, widerspruchlose Anschauung ließ sich jedoch nicht gewinnen. Immer wieder tauchten Ansichten auf, welche die Valenz des einen Atoms für positiv elektrisch und die Valenz des anderen mit ihm verketteten als negativ erklärten, welche also das Aneinanderhalten der Atome auf die Anziehung zwischen entgegengesetzten elektrischen Ladungen zurückzuführen suchten. Diese Ansicht ließ sich in der anorganischen Chemie bis zu einem gewissen Grade durchführen, versagte aber ganz in der organischen Chemie, weil hier von einem polaren Charakter zweier sich verkettender Atome, namentlich zweier Kohlenstoffatome nicht die Rede sein kann.

Diese Erklärungsversuche waren alle verfrüht, weil die Elektrizitätslehre noch nicht die erforderliche Entwicklungsstufe erreicht hatte. Erst die moderne Elektronentheorie ermöglichte ein tieferes Eindringen, und Stark war einer der ersten, welcher die Bedeutung der Elektronen für den Valenzbegriff klar erkannte. Man versteht bekanntlich unter Elektron das Atom der Elektri-

zität, speziell das der negativen Elektrizität. Diejenigen Gebilde, die man seither als die chemischen Atome auf-faßte, bestehen aus solchen Elektronen und dem übrigen Atomrest, der die positive Elektrizität darstellt, und zwar enthält jedes Atom sovieler abtrennbare Elektronen, als das Atom Valenzen zeigt. Verkettet sich zwei oder mehrere Atome, so bedeutet das, daß ein Elektron nicht nur von seinem eigenen positiven Rest, sondern auch von dem positiven Rest anderer Atome angezogen wird, mit anderen Worten, daß die Elektronen gewissermaßen den Kitt zwischen den Atomen bilden.

Stark hat diese Anschauungen vor allem für die Erklärung von optischen Erscheinungen, für die Erklärung der Lichtabsorption, Fluoreszenz und Phosphoreszenz zu verwerten versucht; mehrere Forscher sind ihm auf dieser Bahn gefolgt und andere schlugen selbständige Wege ein. *Ruggli* hat in der vorliegenden Monographie alle diese Versuche gesammelt und zu einem Ganzen geordnet. Jeder, der sich über diese Fragen orientieren will, wird dieselbe mit Dank begrüßen, und sie wird ihm gute Dienste leisten. Nur wäre in Anbetracht dessen, daß jede neue Anschauung noch sehr viele Unsicherheiten birgt und der Phantasie noch weiten Spielraum läßt, eine herzhaftere Kritik der verschiedenen Ansichten erwünscht gewesen. *H. Kauffmann.*

Kleine Mitteilungen.

Ueber die *Bestimmung der Spannungszustände* in Federn und anderen Körpern *nach optischen und elektrischen Methoden* sprach *E. G. Coker* vor der British Association 1912 (*Engineering* 94, 404). Nach seinen Versuchen sind die Spannungen in Stahl und in einem durchsichtigen Material so ähnlich, daß man die Spannungsverteilung in einer Feder aus Stahl durch optische Untersuchung an einem durchsichtigen Modell etwa aus Xylonit bestimmen kann. So stellte er das Modell einer Wagenfeder her, bestehend aus vier aufeinander liegenden und durch einen Bolzen zusammengehaltenen Platten, von denen jede der drei oberen an beiden Enden über die darunter befindliche hinausragt. Dieses Modell wurde an beiden Enden gleichmäßig belastet und in der Mitte aufgelagert. Bei der Betrachtung durch kreisförmig polarisiertes Licht zeigte dann jede der drei oberen Platten, soweit sie durch die darunterliegende gestützt war, in ihrer Mitte einen dunklen Streifen, der auf beiden Seiten von farbigen, zu ihm parallelen, Streifen begleitet war, in den überhängenden Enden der Platten dagegen traten Störungen dieser gleichmäßigen Spannungsverteilung auf und diese selben Störungen zeigte auch die kurze Bodenplatte. *Coker* gelingt es, nach seinen Methoden die Spannungsverteilung in den Querschnitten der Platten quantitativ zu bestimmen und auch den Verlauf der Hauptspannungen in der Bodenplatte genau anzugeben. Um dem Einwand zu begegnen, daß optische Methoden sich nur bei Modellen aus durchsichtigem Material anwenden lassen, nimmt er thermische Methoden zur Hilfe, die darauf begründet sind, daß durch Dehnung die Temperatur erniedrigt, durch Druck aber erhöht wird. Die der Spannung proportionale Temperaturänderung wird durch Thermoelemente bestimmt, wobei auf die durch Ausgleich mit der Temperatur der Umgebung eintretende Abkühlung oder Erwärmung Rücksicht zu nehmen ist. Solche thermischen Untersuchungen liefern in manchen Fällen, wo die optische Untersuchung zweifelhaft bleibt, die Entscheidung. Schwierigkeiten bereitet hierbei der geringe Betrag der Temperaturänderungen durch die Spannungen, die z. B. für Stahl weniger als $0,1^\circ \text{C}$ pro 1000 kg ausmachen. *Mk.*

Ersparung von Handarbeit ist das Leitmotiv der modernen Industrie. Von diesem Grundsatz ausgehend empfiehlt *A. S. Jennings* in einem Vortrag vor der englischen Gesellschaft für Farben- und Firnis-Industrie (Paint and Varnish Society) die *Herstellung von Anstrichen durch Eintauchen und Anspritzen* (*Engineering* 94, 611). Die Eintauchmethode kommt besonders für kleinere Massenartikel in Frage. Um ihre Anwendung vorteilhaft zu gestalten, muß die Farbe dünnflüssig sein und leicht trocknen. Man verwendet deswegen zu ihrer Zubereitung vielfach Alkohol anstatt des Terpentin. Außerdem muß eine mechanische Vorrichtung zur leichteren Handhabung der zu behandelnden Gegenstände vorhanden sein, also eine durch Elektrizität oder komprimierte Luft betriebene Bahn, die über den Tank mit der Farbe hinwegführt, und die Artikel zum Eintauchen herbeibringt und nach dem Eintauchen wieder fortschafft. Als einfachste Vorrichtung dieser Art kann eine mit Vaseline eingefettete Stahlschiene dienen, an welche die Artikel mittels Doppelhaken angehängt und so leicht vorwärtsgestoßen werden können. In einer Fabrik landwirtschaftlicher Maschinen zu Gainsborough werden jeden Monat 4500 Stück Holzteile durch Eintauchen in einen Tank von $6\frac{1}{2}$ m Länge, 1 m Breite und $2\frac{1}{2}$ m Tiefe mit dem ersten Anstrich versehen. Eine am Boden des Tanks befindliche Flügelschraube verhindert durch ihre Bewegung das Absetzen der Farbe. Auch in dem Königlichen Arsenal zu Woolwich befindet sich eine ausgedehnte Eintauchanlage, in der Wagenteile, Geschöschalen usw. mit einem Anstrich versehen werden. In dieser Anlage schaffen gegenwärtig 41 Arbeiter mehr als früher 200 Arbeiter mit Handarbeit. — Manchmal wird der erste Anstrich durch Eintauchen und das weitere Überstreichen durch Anspritzen ausgeführt. Besonders vorteilhaft ist die zweite Methode aber für das Anstreichen großer ebener Flächen; es lassen sich mit dieser 100 Quadratmeter in einer Stunde bedecken, mit der Handarbeit dagegen nur 5 Quadratmeter. Der hierzu verwandte Apparat ist mit einer Düse versehen, zu der zwei Rohrleitungen hinführen, von der die eine mit dem Farbbehälter und die andere mit dem Luftdruckgefäß in Verbindung steht. Die Farbe wird in feinen Strahlen aus der Düse herausgepreßt und die Regulierung erfolgt durch einen auf die Düse wirkenden Daumenhebel. Derartige Vorrichtungen werden auch zu Dekorationsarbeiten und zur Schildermalerei verwandt. Sie könnten jedoch eine viel größere Verwendung finden zum Anstreichen von Brücken, Dächern und eisernen Konstruktionsteilen, sowie zum Bedecken der Schiffsrümpfe. Auch Teeranstriche können nach dieser Methode hergestellt werden. Die hierzu verwandten Apparate arbeiten gewöhnlich mit etwa 2 Atmosphären Druck, doch gibt es auch solche mit drei- bis achtmal so großem Druck. *Mk.*

Die *Spirillen* gehören zu den größten Bakterien, und immer werden wieder neue entdeckt. *Dr. F. C. v. Faber* hat kürzlich im Brunnenwasser einer Koralleninsel in der Bucht von Batavia einen Vertreter der Gruppe gefunden, der an Dimension das größte bis jetzt bekannte *Spirillum*, *Sp. volutans* Ehrenberg emend. Cohn et Kutscher, noch übertrifft. Auf der von den Beobachtern wiedergegebenen Mikrophotographie dehnt sich das in 800facher Vergrößerung dargestellte neue *Spirillum*, das *v. Faber* *Sp. Bataviae* nennt, über 25 mm aus. Es kommt in dem süßen Wasser des Brunnens gemeinschaftlich mit einer *Rotalge* (*Polysiphonia*) vor und entwickelt sich besonders lebhaft, wenn man etwas von dem Wasser mit der Alge im Dunkeln stehen läßt. Das Wasser färbt sich dann nach 2 bis 3 Tagen auffallend weinrot und verbreitet einen starken Indolgeruch. Be-

trachtet man einen Tropfen dieses Wassers unter dem Mikroskop, so kann man schon bei schwacher Vergrößerung die auffallend großen Spiralen erkennen, die in größeren Massen deutlich rot schimmern und sich mit verschiedener Geschwindigkeit und wechselnden Ruhepausen durcheinanderdrehen. Bei Individuen, die langsam rotieren, sind an beiden Enden zwei kurze peitschenartige Geißeln zu erkennen. In der Kultur werden die Formen kleiner. Temperaturen von 60 bis 65° Celsius genügen, um Spirillen innerhalb 5 Minuten vollständig abzutöten. (*Zentralblatt für Bakteriologie usw.*, 2. Abt. 1912, 36, 41.) F. M.

Man bezeichnet die *Mistelfrucht* gewöhnlich als eine einsamige Beere. Aber die bekannten weißen Mistelbeeren sind im streng botanischen Sinne keine Beeren, sondern *Scheinfrüchte*; denn ähnlich wie beim Apfel ist hier die wirkliche Frucht, nämlich das, was man den Mistel-„Samen“ nennt, von der Blütenachse umschlossen. Daß der „Same“ kein eigentlicher Same ist, geht daraus hervor, daß er aus mehreren Samenanlagen gebildet wird und gelegentlich 2 bis 4 Embryonen aufweist; in der Regel ist allerdings nur einer davon entwickelt. Trotz dieser eigenartigen Verhältnisse spricht auch der Botaniker ruhig von Mistelbeeren und Mistelsamen, wenn es sich um Fragen handelt, bei denen die Entwicklungsgeschichte keine Rolle spielt. Das ist der Fall bei den Untersuchungen, die Prof. *Heinricher* über die *Samenreife und Samenruhe der Mistel und die Umstände, welche die Keimung beeinflussen*, angestellt und in den *Sitzungsberichten der Wiener Akademie* (Abt. I, 1912, 121, 573) veröffentlicht hat. Wie viele andere Samen, bedürfen auch die der Mistel einer Ruhezeit, ehe sie zur Keimung gebracht werden können. Diese Ruhezeit dauert im allgemeinen von der Reife, die etwa Ende Oktober eintritt, bis gegen Ende März oder April. Durch Schaffung günstiger Keimungsbedingungen kann sie allerdings wesentlich abgekürzt werden, und *Heinricher* vermochte bei Gewächshauskulturen fast alle (aus den Beeren genommenen) Samen noch während des Winters zur Keimung zu bringen. Einer der wichtigsten Faktoren, die die Keimung beeinflussen, ist das Licht. Die Mistelsamen gehören zu denjenigen Samen, die ohne Licht überhaupt nicht keimen. Nach *Heinrichers* Ermittlungen sind hier wie in anderen Fällen nur die Strahlen der roten Spektralhälfte der Entwicklung der Keimlinge förderlich, während das blaue Licht auf das Keimvermögen schädigend einwirkt. Im allgemeinen keimen Mistelsamen nicht unterhalb einer Temperatur von 8 bis 10°; die Keimlinge sind aber frosthart und können daher ein späteres starkes Sinken der Temperatur überstehen. In dem Schutz vor der Winterkälte dürfte also die Bedeutung der Samenruhe für die Pflanze nicht liegen. Wesentlichen Anteil an der Widerstandsfähigkeit der Keimlinge und auch des Embryos im Samen gegen die Kälte hat nach *Heinricher* die reichliche Anwesenheit von fettem Öl in den Zellen. Eine mittlere Feuchtigkeit fördert die Keimung der Mistelsamen. Große Feuchtigkeit und hohe Temperatur (der Warmhäuser) wirken nicht direkt schädlich, sondern nur indirekt, indem sie die Entwicklung der Bakterien und Schimmelpilze begünstigen, die den Verfall der Mistelkeime herbeiführen. Der in den Mistelbeeren enthaltene Schleim, das Viscin, ist ein ausgezeichneter Nährboden für diese Organismen. Bedeutung hat der Schleim vor allem als Befestigungsmittel der Samen, die Monate lang an der Wirtspflanze haften bleiben müssen, ehe sie zur Keimung gelangen. Außerdem wirkt er als Transpirationsschutz. Als einleuchtender Grund für die

Samenruhe bei der Mistel kann ihr Zusammenfallen mit der Vegetationsruhe der Wirtspflanzen angesehen werden. F. M.

Die *Misteln* sind sehr wählerische Parasiten; sie bevorzugen gewisse Bäume und halten sich von anderen fern. So wird z. B. der Apfelbaum sehr häufig von ihnen befallen, aber auf der Birne siedeln sie sich nur selten an. Dennoch hat man Misteln schon auf Pflanzen kultiviert, die ihnen in der freien Natur kaum jemals als Wirte gedient haben, auf dem Oleander, der Nordmannstanne usw. Auf Monokotylen aber scheint die Mistel überhaupt noch nicht beobachtet worden zu sein; einen Verwandten von ihr, *Loranthus sphaerocephalus*, hat man im botanischen Garten zu Buitenzorg (Java) auf einer Art der mit den Dracaenen nahe verwandten Gattung *Cordyline* angetroffen. Prof. *Heinricher* in Innsbruck, dem wir bereits schöne Arbeiten über die Biologie der Mistel verdanken, hat neuerdings versucht, die Apfelmistel auf Monokotylen des Gewächshauses im neuen botanischen Garten zu Hötting bei Innsbruck zu züchten. Obwohl die Samen in zahlreichen Fällen auskeimten, so drangen die Keimlinge doch niemals in die als Wirt dargebotene Pflanze ein, sondern starben fast sämtlich früher oder später ab, wenn sie auch zum Teil viele Monate lang am Leben blieben. Auch *Heinrichers* Kulturversuche auf Euphorbien und Kakteen hatten nicht viel besseren Erfolg; doch gelang hier der Nachweis des Eindringens eines Mistelkeimlings in einen Säulenkaktus, *Cereus Forbesii*. Als Ort des Eindringens wurden die Spaltöffnungen und die unter ihnen liegenden Atemschlote nachgewiesen. Während man gewöhnlich annimmt, daß der Mistelkeim mit einer primären Senkerwurzel in den Wirt eindringt, erfolgte der Einbruch in dem von *Heinricher* beobachteten Falle an mindestens fünf gesonderten Punkten, und die eindringenden Stränge des Parasitengewebes hatten ganz den Charakter eines Thallus, ohne eine Spur von wurzelartiger Bildung. *Heinricher* nimmt an, daß eine ähnliche Einbruchsweise öfter vorkomme, und daß aus solchen thallösen Massen von Parasitengewebe Pflanzen erwachsen können. Höchst bemerkenswert sind die anatomischen Veränderungen, die er an dem Kaktus *Opuntia parvula* nachgewiesen hat, und die erkennen lassen, daß die Pflanze bestrebt ist, den Parasiten abzuwehren. Sie entwickelt nämlich unter den auf ihr lagernden Mistelkeimen ein Korkgewebe, und es kann kein Zweifel bestehen, daß die Anregung dazu von einem Giftstoff gegeben wird, den die Mistel erzeugt. Andere Giftwirkungen der Mistel sind schon früher beschrieben worden. Sie können auch dazu führen, daß der befallene Ast abstirbt, ein Vorgang, den man mit dem bei gewissen Tieren beobachteten Abwerfen eines bedrohten Gliedes — Autotomie — verglichen hat. (*Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Abt. I, 1912, 121, 537.) F. M.

Im Berliner Zoologischen Garten ist in der aus über 30 Arten bestehenden Antilopensammlung die Gruppe der *Säbelantilopen* gegenwärtig besonders gut vertreten. Wir finden da außer der eigentlichen Säbelantilope auch die dunkel gefärbte afrikanische Beisa in einem erst kürzlich eingetroffenen Stück vertreten, die ein schönes Gegenstück zu ihrer syrisch-arabischen Vertreterin, die beinahe weiß gefärbt ist, bildet. Von dieser letzteren Art stammt offenbar der Name Beisa, der im arabischen „Die Weiße“ bedeutet.

Berichtigung.

In Heft 2 auf S. 43 enthält die Überschrift einen Irrtum: Direktor des zoologischen Instituts der Universität Innsbruck ist Prof. Dr. *Karl Heider*.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 5.

31. Januar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Interferenz der Röntgenstrahlen und die Sichtbarkeit des kristallographischen Raumgitters.
Von *Dr. Heinrich Löwy*. S. 105.

Neue Beiträge zur Resonanztheorie des Hörens.
Von *Dr. F. Lindig, Hadersleben*. S. 107.

Zur Kolloidchemie der Muskelkontraktion. Von
Johann Matula, Wien. S. 109.

Die Steigerung des Bodenertrages durch den Schwefel. Von *Dr. B. Heinze, Halle a. d. S.* S. 111.

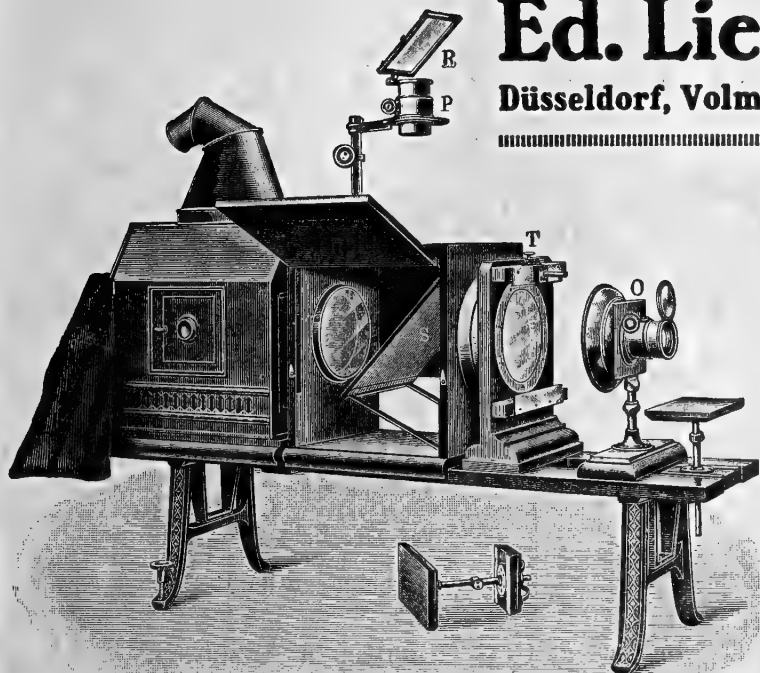
Über die Entwicklung der Aluminothermie. Von
Dr. Max Wohlgemuth, Berlin. S. 113.

Die Gewinnung und Entfernung von Naturstoffen durch „Aufschließen“. Von *Privatdozent Dr. Victor Grafe, Wien*. S. 116.

Besprechungen S. 122. Kleine Mitteilungen S. 127.

Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21



Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

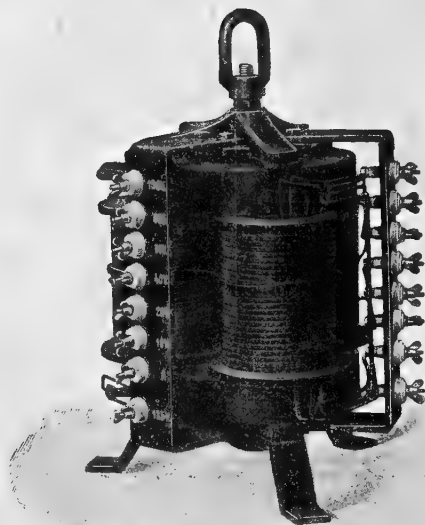
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 23 52 maliger Wiederholung
10 30 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

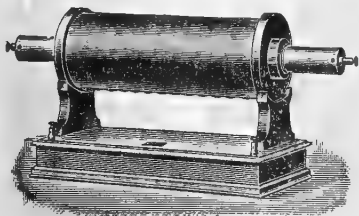
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.

Soeben erschienen:

Einführung in die Biochemie für Naturhistoriker und Mediziner

von Dr. Viktor Grafe,
Privatdozent an der Wiener Universität.
Mit 41 Abbildungen im Text.

Preis brosch. M. 13.—, geb. M. 14.50.

Früher ist erschienen:

Vitalismus.

Elementare Lebensfunktionen.

Von Dr. Karl Camillo Schneider,
Privatdozent an der Universität Wien.

Mit 40 Abbildungen im Text. Preis M. 11.—.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Bibliographisches Institut, Leipzig u. Wien: Seite III — Cambridge University Press, London: Seite V — Franz Deuticke, Leipzig u. Wien: Seite II — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite III, IV u. VI — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV u. V.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite VI — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite IV.

Die Interferenz der Röntgenstrahlen und die Sichtbarkeit des kristallographischen Raumgitters.

Von Dr. Heinrich Löwy.

Vor kurzem wurde im Institut für theoretische Physik der Universität München folgender Versuch gemacht: Röntgenstrahlen wurden (Fig. 1) durch einen Kristall, parallel zu einer Symmetrieachse desselben, auf eine photographische Platte geschickt. Nach mehrstündiger Exposition erschien auf der Platte außer dem Durchstoßpunkt der direkt durch den Kristall hindurchgehenden Strahlen eine Reihe von Flecken in regelmäßiger Anordnung, in der sich die Symmetrieeigenschaften des Kristalls wiedererkennen lassen. Bei Fig. 2 war der Kristall in seiner 4-zähligen, bei Fig. 3 in seiner 3-zähligen Achse bestrahlt worden.

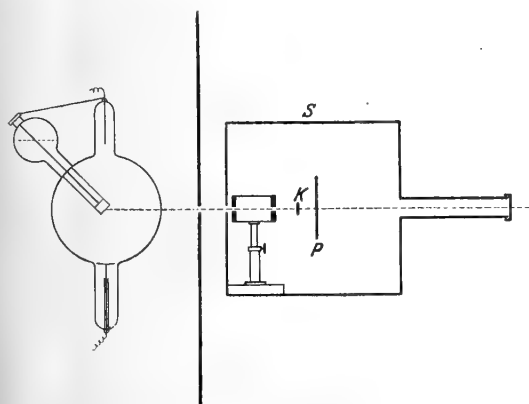


Fig. 1. S = Schutzkasten,
 K = Kristallplättchen
 P = Photogr. Platte.

Als 3-, 4- oder allgemein n -zählig wird eine Achse bezeichnet, wenn durch eine Drehung von wenigstens $\frac{360}{3}$, $\frac{360}{4}$ oder allgemein $\frac{360}{n}$ Graden (um diese Achse) der Kristallpolyeder mit sich selbst zur Deckung gelangt. In der Tat spiegeln die Photogramme die 4- bzw. 3-zählige Symmetrie der benutzten Kristallachsen wieder: in Fig. 2 kann jeder Punkt durch eine Drehung von $\frac{360}{4} = 90^\circ$, in Fig. 3 durch eine Drehung von $\frac{360}{3} = 120^\circ$ mit einem entsprechenden Punkt zur Deckung gebracht werden.

Wird die Achse des Kristalls nur wenig gegen die Richtung des einfallenden Strahles verdreht, so verschieben sich die Flecken auf der Platte; bei größerem Neigungswinkel erscheint ein buntes Durcheinander von Flecken, in dem keinerlei Regelmäßigkeit mehr zu erkennen ist. Wird der Kristall fein pulverisiert, so verschwinden alle Flecken bis auf den Durchstoßpunkt. — Diese Versuche zeigen also, daß Röntgenstrahlen beim Durchgang durch einen Kristall eine eigenartige Be-

einflussung erfahren, die in engstem Zusammenhang mit den Symmetrieverhältnissen des Kristalls steht. Die Versuche wurden auf Anregung von Max Laue von W. Friedrich und P. Knipping ausgeführt¹⁾.

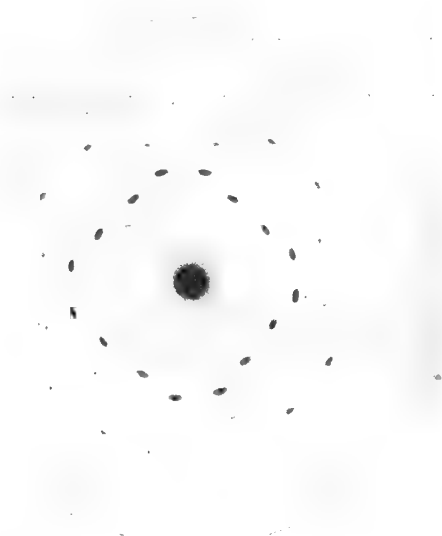


Fig. 2.
Kristallstruktur um eine vierzählige Achse.

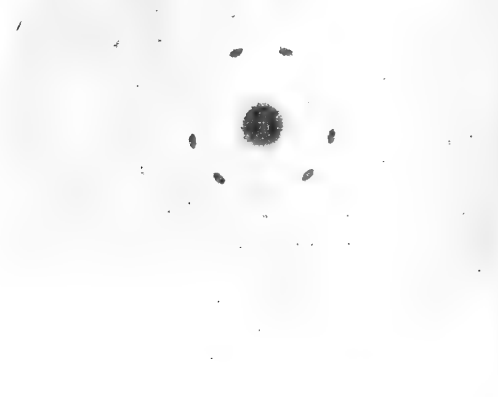


Fig. 3.
Kristallstruktur um eine dreizählige Achse.

Im folgenden will ich die Überlegungen darlegen, durch welche es Laue gelungen ist, dieses

¹⁾ W. Friedrich, P. Knipping und M. Laue. Interferenzerscheinungen bei Röntgenstrahlen.

M. Laue. Eine quantitative Prüfung der Theorie für die Interferenzerscheinungen bei Röntgenstrahlen. (Sitzb. d. Bayer. Ak. d. Wiss. 1912, p. 303 u. 363.)

merkwürdige Phänomen vorherzusehen. Da erst werden wir die weittragende Bedeutung des Versuches erkennen; wir werden sehen, daß wir es mit einer der wunderbarsten Prophezeiungen der theoretischen Naturwissenschaft zu tun haben.

Nach *Bravais* wird seit 1850 in der Kristallographie die Annahme gemacht, daß die Moleküle, die im gewöhnlichen (sog. amorphen) Körper unregelmäßig durcheinander liegen, im Kristall in ganz bestimmter Weise, nämlich in parallelepipedischen Raumgittern angeordnet sind. Aus dieser Annahme kann man, wie in der Kristallographie gelehrt wird, die geometrischen Eigenschaften der Kristallformen und deren Mannigfaltigkeit in anschaulicher Weise ableiten. Die Gesetzmäßigkeit im Großen wird durch eine Gesetzmäßigkeit im Kleinen erklärt. Nun wird man aber von einer solchen Hypothese verlangen müssen, daß sie nicht bloß die geometrischen, sondern auch die physikalischen Eigenschaften der Kristalle abzuleiten gestattet. Nur dann wird man ihr eine tiefere Bedeutung zusprechen können. In dieser Hinsicht ist aber — bis auf die neueste Zeit — kein Erfolg der Strukturtheorien zu verzeichnen¹⁾. Hören wir, was *W. Voigt* in seinem 1910 erschienenen „Lehrbuch der Kristallphysik“ hierüber sagt: „Derartige Versuche könnten an sich offenbar noch viel weiter reichende Bedeutung gewinnen; denn aus der als bekannt vorausgesetzten Konstitution müßten sich schließlich die Gesetze aller physikalischen Eigenschaften ableiten lassen, welche kristallisierte Substanz zu zeigen vermag. Indessen sind nach letzter Richtung die Erfolge der sog. Strukturtheorien bisher nicht eben weitreichend. . . . Es handelt sich im allgemeinen in der Tat nur um den Nachweis, daß bei Einführung gewisser Vorstellungen über die den Kristall konstituierenden Korpuskeln (die nicht notwendig mit den chemischen Molekülen übereinzustimmen brauchen) sich räumliche Anordnungen derselben finden lassen, welche genau den oben abgeleiteten 32 Symmetrietypen entsprechen.“ Und weiter unten: „Wegen dieser Sachlage ist bisher keine Veranlassung, in einer Darstellung der Kristallphysik den Strukturtheorien sehr viel Raum zu gewähren.“²⁾ Ebenso äußert sich *O. Mügge* im Schlußwort seines Enzyklopädieartikels: „Wie aus diesem das Wichtigste enthaltenden Überblick hervorgeht, lassen die bisherigen Erfahrungen . . . noch nicht erkennen, wie weit das von den Strukturtheorien entworfene Bild der Kristalle der Wirklichkeit entspricht.“³⁾ Wie man sieht, haben bisher die Strukturtheorien nicht den Anspruch erheben dürfen, vom physikalischen Standpunkte aus ernst genommen zu werden.

¹⁾ Vor kurzem ist es *P. P. Ewald* in seiner Münchener Diss. (1912) gelungen, aus einer Strukturtheorie Dispersion und Doppelbrechung der Kristalle abzuleiten.

²⁾ *W. Voigt*, Lehrbuch der Kristallphysik. 1910, p. 111.

³⁾ *O. Mügge*, Zur Prüfung der Strukturtheorien an der Erfahrung. (Enzyklop. d. Math. Wiss. V. 1. p. 492.)

Wir wollen jetzt einmal annehmen, ein Kristall bestünde wirklich aus einer parallelepipedischen (etwa würfelförmigen) Anordnung von Molekülen, und zwar wollen wir, der Einfachheit zuliebe, das räumliche Gitter durch eine gerade, mit äquidistanten Massenpunkten (Molekülen) besetzte Linie ersetzen. Was geschieht, wenn elektromagnetische Wellen (etwa gewöhnliches Licht) auf das Gitter auffallen? Offenbar ist ein derartiges Gitter nichts weiter als ein mit Öffnungen versehener Schirm für die Lichtwellen; nach den Gesetzen der geometrischen Optik haben wir daher abwechselnde Streifen von Licht und Schatten hinter dem Schirm zu erwarten. (Fig. 4.)

Nun gelten aber bekanntlich die Gesetze der geometrischen Optik nicht in voller Strenge, und zwar um so weniger, je kleiner die Schirmöffnungen (Distanz der Punkte) im Vergleich zur Wellenlänge des einfallenden Lichtes sind. Sind die Öffnungen von der Größenordnung der Lichtwellenlänge (ca. 10^{-5} cm), so wird die obige Schattenkonstruktion völlig unbrauchbar. In der Optik wird gelehrt, daß man in diesem Falle die Verteilung von Licht und Schatten auf folgende

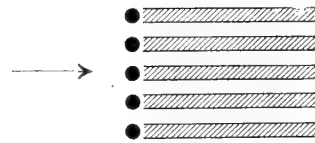


Fig. 4.

Art ermitteln kann: Man stellt sich vor, daß die Punkte im Moment, da sie von den Lichtwellen getroffen werden, mit gleicher Phase Licht auszusenden beginnen; die Wellen, die von diesen vielen Lichtquellen fortleiten, werden sich im Raum nach allen möglichen Richtungen durchkreuzen und überlagern („interferieren“); dort, wo Wellenberg mit Wellenberg zusammentrifft, haben wir Licht; wo Wellenberg über Wellental lagert, Schatten. Entsprechend der regelmäßigen Anordnung der Öffnungen im Schirme, wird auch die Verteilung von Licht und Schatten bestimmte Regelmäßigkeiten zeigen. Auf diese Art kommen die eigenartigen Figuren zustande, die in der Optik unter dem Namen „Beugungsbilder“ bekannt sind. In der Tat ist ja unsere Molekülanordnung nichts anders als ein gewöhnliches Beugungsgitter. Als solches kann man nämlich jegliche regelmäßige Anordnung von undurchsichtigen und durchsichtigen Körpern (etwa Metallstreifen auf Glas) bezeichnen. — Noch einen dritten Fall haben wir zu berücksichtigen: lassen wir nämlich die Öffnungen noch weiter abnehmen, so werden die Beugungsbilder wieder undeutlicher werden; wenn die Öffnungen klein geworden sind gegen die Wellenlänge, so sind die Beugungsfiguren, wie überhaupt jeglicher Unterschied von Licht und Schatten verschwunden: der Raum erscheint von einem gleichmäßigen, mehr oder minder trüben Licht erfüllt (sog. Zerstreuung des Lichts).

Welcher von diesen drei Fällen ist verwirklicht,

wenn Licht auf einen Kristall fällt? Die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes beträgt ca. 10^{-5} cm; bleibt also noch die Distanz der Moleküle im Kristall (sog. Gitterkonstante) zu ermitteln. Diese läßt sich einerseits aus dem Molekulargewicht, der Dichte und der Zahl der Moleküle pro Volum 1 (was alles bekannte Größen sind)¹⁾, anderseits aber auch aus den kristallographischen Daten bestimmen: beide Berechnungsarten ergeben die Größenordnung 10^{-8} cm. Hiernach ist die Wellenlänge des Lichtes sehr groß gegen die Distanz der Moleküle (Gitterkonstante), wir haben es also mit Fall 3 zu tun. Um regelmäßige Beugungsfiguren zu erhalten (d. h. um Fall 2 zu realisieren), müßten wir eine Lichtart von wesentlich kleinerer Wellenlänge verwenden.

Eine solche Lichtart scheinen aber die Röntgenstrahlen zu sein. Ihre Wellenlänge wird von *Haga* und *Wind* auf $2 \cdot 10^{-8}$, von *Sommerfeld* und *Koch* auf 10^{-9} cm geschätzt. *Diese Zahlen sind aber gerade von derselben Größenordnung wie die oben angegebene Distanz der Moleküle im Kristall.* Auf Grund dieser einfachen Abschätzung konnte *Laue* das Auftreten jener merkwürdigen Figuren vorherzusagen, die wir nunmehr als *Interferenz- oder Beugungsbilder* anzusprechen haben.

Daß beim Zustandekommen dieser Bilder *nicht* die Regelmäßigkeit im Großen, nämlich die Gestalt des Kristalls, sondern die Regelmäßigkeit im Kleinen, das ist die *molekulare Struktur* desselben maßgebend ist, zeigen Versuche mit Kristallen, deren Gestalt eine andere (niedrigere) Art von Symmetrie besitzt als das zugehörige Molekulargitter. Solche Formen bezeichnet man als „hemiedrisch“ im Gegensatz zur „holoedrischen“ Symmetrie der zugehörigen Gitterstruktur. *Die Photogramme der Zinkblende, die einer derartigen hemiedrischen Klasse angehört, zeigen tatsächlich die höhere Symmetrie des Raumgitters und nicht jene der Kristallform.* Ferner wurde gezeigt, daß — wie zu erwarten — die Richtung der Begrenzungsflächen des Kristalls gegen den einfallenden Strahl ohne Einfluß auf das Beugungsbild ist, falls nur das Raumgitter seine Orientierung beibehält.

Die Versuche wurden mit sehr dünnen Plättchen (0,5 mm Dicke) von Zinkblende, Steinsalz, Bleiglanz und Kupfervitriolkristallen gemacht. „Die Belichtungszeiten bewegten sich bei 2 bis 10 Milli-Ampère Belastung zwischen 1 bis 20 Stunden. Als Röntgenröhren kamen teils Intensivröhren von *Gundelach*, teils Rapidröhren mit Wasserkühlung von *Müller* zur Verwendung, die von einem 50 cm-Klingelfuß-Induktor betrieben wurden. Als Unterbrecher gelangten teils ein *Wehnelt*-, teils ein mechanischer Unterbrecher zur Verwendung.“²⁾ Sehr wichtig ist eine möglichst genaue Orientierung des Kristalls, da — wie bereits erwähnt — geringe Verdrehungen genügen, um die Regelmäßigkeit der Figuren zu verwischen. Man wird daher umgekehrt derartige Versuche zu genauer Bestimmung kristallographischer Achsen verwenden können.

Wir hatten oben ohne weiteres angenommen, daß die Röntgenstrahlen eine Wellenstrahlung von Art des gewöhnlichen Lichtes und der „elektrischen“ Wellen sind und haben die unter dieser Annahme berechneten Werte für die Wellenlänge dieser Strahlen benutzt. Doch ist bis auf die jüngste Zeit — insbesondere von *Bragg* — die entgegenstehende Ansicht vertreten worden, daß die Röntgenstrahlen *korpuskulare* Strahlen sind, ähnlich den Kathoden- und Kanalstrahlen, nur mit dem Unterschied, daß die materiellen Teilchen, welche in der Strahlrichtung hineilen, elektrisch ungeladen sind. Von diesem Standpunkt aus dürfte es schwierig sein, das Zustandekommen jener merkwürdigen Erscheinungen zu erklären, wie auf Seite 310 der zitierten Abhandlung des näheren auseinandergesetzt ist.

So sind durch jenen Versuch mit einem Schlag eine Reihe wichtiger Ergebnisse gewonnen: es ist ein neues Argument für die Wellennatur der Röntgenstrahlen erbracht; die Strukturtheorie der Kristalle hat ihre erste physikalische Feuerprobe bestanden; und was das Wichtigste ist: ein neuer, leicht gangbarer, aber weit in die Tiefe führender Weg ist der physikalischen Forschung eröffnet worden: Indem man darangehen wird, die Veränderung der Beugungsfiguren unter den verschiedensten Bedingungen zu untersuchen, wird man die Bewegung der Moleküle unter der Einwirkung der verschiedenen physikalischen Kräfte gleichsam mit den Augen verfolgen können.

Neue Beiträge zur Resonanztheorie des Hörens.

Von Dr. F. Lindig, Hadersleben.

Seit *Helmholtz* sein berühmtes Buch über die Tonempfindungen schrieb und damit die physiologischen Vorgänge im Ohr auf eine sichere physikalische Grundlage stellte, ist die Frage der Hörvorgänge bei Physikern, Physiologen und Psychologen unablässig Gegenstand eingehender Untersuchungen geblieben.

Auch heute ist diese Frage noch nicht als endgültig gelöst zu betrachten; im Gegenteil, je mehr Anhänger die *Helmholtzsche* Resonanztheorie fand, um so erregter wurde der Kampf von der kleineren Zahl der Gegner geführt, und eine Menge geistreicher, physiologischer und physikalischer Experimente ist teils für, teils gegen *Helmholtz* ins Feld geführt worden.

Da ist es nun als eine überaus dankenswerte Tat zu bezeichnen, daß *Waetzmann*¹⁾ in seinem voriges Jahr erschienenen Buche alles Material über diesen Gegenstand gesammelt und dadurch eine neue Klärung in die Frage der Hörvorgänge gebracht hat. *Waetzmann* ist auf Grund zahlreicher eigener Versuche und des Studiums aller einschlägigen Arbeiten anderer ein Anhänger der *Helmholtzschen* Re-

¹⁾ Dr. Erich Waetzmann. *Die Resonanztheorie des Hörens.* Als Beitrag zur Lehre von den Tonempfindungen. 164 S. mit 33 Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn. 1912. 5 Mark.

²⁾ cf. *Laue*. I. c. p. 364.

²⁾ *W. Friedrich, P. Knipping und M. Laue*. I. c. p. 314.

sonanztheorie. Doch in Einzelfragen, die bei *Helmholtz* noch fast ohne experimentelle Grundlage durch bloße Annahme entschieden waren, ist er über ihn hinausgeschritten, hat ihn teils bestätigt, teils modifiziert. *Waetzmann* sondiert in seinem Buche das ganze Gebiet der physiologischen Akustik und legt überall den Maßstab seiner Theorie an. Selbst bei einigen Gesetzen der Harmonielehre gibt er Winke zur Verwertung der Resonanztheorie.

Der erste Abschnitt des Buches ist, da *Waetzmann* mit einem breiteren Leserkreise rechnet, einem Überblick über die physikalischen Grundlagen gewidmet. Die Gesetze der Schallschwingungen, die Erscheinungen beim Zusammenklingen von Tönen und die der Resonanz werden ebenso klar wie anschaulich behandelt. Dann folgt der zweite Abschnitt über das *Ohr als Resonanzapparat*. Dieser enthält den Lebensnerv der ganzen Resonanztheorie. Namentlich der *Bau der Schnecke*, das Wirken der Radialfasern der Basilarmembran im Zusammenhang mit den Cortischen Bögen, den Hörzellen und der Cortischen Membran wird eingehend beschrieben und es werden durch Angaben von der verschiedenen Länge und der ungeheuren Zahl der Radialfasern gerade diese Organe als für das Zustandekommen der Resonanz geeignet erkannt.

Bei der Betrachtung der *physikalischen Eigenschaften* der Ohrresonatoren ist die Hauptfrage die nach der *Dämpfung der Resonatoren*, da von dieser auch die Resonanzschärfe für verschiedene Töne abhängt. Drei Gruppen von Untersuchungen kommen hier in Betracht: die über die verschiedene *Rauhigkeit* der Intervalle, dann die über die Stärke der *Schwebungen* und endlich die *Trillerversuche*. Die Ergebnisse sind folgende:

Alle Intervalle nehmen nach der Höhe hin an Rauhigkeit ab. Dagegen läßt sich bei den Schwebungen, wenn ihre Zahl nur klein ist (16 Schwebungen pro Sekunde), ein solcher Einfluß der Tonhöhe auf die Schwebungsstärke nicht konstatieren. Dasselbe trifft für die Trillerschwelle zu: von der großen bis zur dreigestrichenen Oktave inklusive kann überall ungefähr gleich schnell getrillert werden (25–30 Schläge pro Sekunde). Aus diesen Versuchsergebnissen zieht *Waetzmann* den Schluß, daß die Annahme gleicher Dämpfung der Ohrresonatoren, wie *Helmholtz* sie machte, unrichtig ist, daß vielmehr die *Ohrresonatoren verschieden gedämpft* sind, die für hohe Töne schwach, die für tiefe stärker. Umgekehrt verhält sich dann die Resonanzschärfe. Die Trillerversuche im besonderen lassen auf annähernd gleiche *Abklingzeiten* im mittleren Teile der Tonskala schließen.

Nach diesen physikalischen Betrachtungen geht *Waetzmann* auf die *physiologischen Untersuchungen* zur Resonanztheorie über. Die Versuche *V. Hensens* an Crustaceen und die *A. M. Mayers* an Insekten beweisen, daß tatsächlich so kleine Gebilde, wie die Radialfasern der Basilarmembran es sind, auf mittlere Töne hin zur Resonanz kommen können. Einen gewissermaßen indirekten Weg beschreiten die Forscher, die den Hörvorgang an höher organisierten Tieren untersuchen: Entweder zerstört man (bei Hunden) durch operativen Eingriff einen Teil der

Schnecke, prüft dann das Gehör und nimmt hinterher Sektion vor, oder man schädigt durch starke Töne das Gehör der Tiere (Meerschweinchen) und ermittelt hinterher durch Sektion den Umfang der eingetretenen Schädigungen.

Die Ergebnisse sind, wie der Verfasser zugibt, durchaus nicht überall eindeutig, namentlich bereiten die Dressurversuche von *Kalischer*¹⁾ noch Schwierigkeiten, doch kann man aus der größeren Zahl der Fälle immerhin den Schluß ziehen, daß *verschieden hohe Töne von verschiedenen Teilen der Schnecke aufgenommen werden* und daß die Aufnahme stelle der Basis der Schnecke um so näher liegt, je höher die Töne sind.

In einem dritten Abschnitt behandelt der Verfasser die *Leistungen der Resonanztheorie* auf den verschiedenen Gebieten akustischer Erscheinungen. Die *Helmholtzsche Klanganalyse* und die für die Resonanztheorie wichtige *Phasenfrage* werden besprochen. Mehr physiologische Erscheinungen, wie z. B. die Fülle oder Breite bei tiefen Tönen, werden durch das Sichbewußtwerden einer breiteren Erregungszone in unserem Ohre erklärt. Auch das Kapitel der *Schwebungen* gibt Veranlassung, auf die Breite und das Übereinandergreifen der Erregungszonen der Basilarmembran einzugehen; dadurch finden die Erscheinungen der Schwebungshöhe, des Mitteltones und Ähnliches eine anschauliche Deutung. An der *Helmholtzschen* Auffassung der *Konsonanz* tadelt *Waetzmann* das Fehlen eines positiven Begriffsinhalts und sieht daher in dem *Stumpfschen Verschmelzungsbegriff* eine dankenswerte Ergänzung der *Helmholtzschen* Theorie.

Stehen schon die Begriffe der Konsonanz und Dissonanz in keinem direkten Zusammenhang mit der Resonanztheorie, so wendet sich der Verfasser im folgenden ganz musiktheoretischen Fragen zu; doch auch hier, bei einigen Regeln aus der *Harmonielehre* gelingt es ihm, die Brücke zur physiologischen Forschung zu schlagen und durch Anwendung seiner Theorie neues Licht auf diese Dinge zu werfen. Dasselbe gilt für das Gebiet der *Hörstörungen*; das von Ohrenärzten beobachtete Auftreten von Taubheit für hohe oder für tiefe Töne, von Tonlücken und Toninseln, all diese Erscheinungen können als glänzende Bestätigung der Resonanztheorie betrachtet werden.

Als Schluß des darstellenden Teils seines Buches bringt *Waetzmann* einen Abschnitt über *Kombinationstöne* sowie die *Intermittenz- und Variations-töne*. Bei den ersten werden auch die *Königschen Stoßtöne* und *Helmholtzens* Einwände dagegen, so wie dessen eigene Theorie behandelt. Es folgt die Darstellung einer Reihe von Versuchen, die den objektiven Nachweis von Kombinationstönen zum Gegenstand haben. Die *Schwierigkeiten*, die sich besonders bei der *Intensitätsfrage* der Primärtöne ergeben, werden zwar vom Verfasser nicht verkannt, aber für die Gültigkeit der Resonanztheorie doch als nebensächlich betrachtet.

Zu eigenartigen Erscheinungen führt uns endlich das Gebiet der *Variations- und Intermittenz-töne*.

¹⁾ s. Heft 3. S. 52.

Sie entstehen, wenn die Amplitude einer Tonschwingung selbst wieder eine periodische Funktion der Zeit wird. Auch in diesem Kapitel illustrieren wieder zahlreiche Versuche die vorher dargelegte Theorie.

Hiermit schließt der eigentlich darstellende Teil des Buches; in einem Anhangsabschnitt werden noch einige wertvolle *mathematische Ergänzungen* zu den durchgenommenen Gebieten gegeben, auf die einzugehen hier aber zu weit führen würde.

Als Ganzes betrachtet, scheint das *Waetzmansche* Buch außerordentlich geeignet, das Interesse für die neuen Probleme der physiologischen Akustik auch in weiteren Kreisen wachzurufen und Klarheit in das oft verworrene Bild dieser Erscheinungen zu bringen. Manche Vorzüge des Buches, die scharfe konsequente Logik bei den sich manchmal scheinbar widersprechenden Versuchsergebnissen, die vornehme Art, wie der Verfasser auch den Anschauungen der Gegner voll gerecht wird, wie er sich nie verhehlt, daß wir auch heute noch nicht das letzte Wort in diesen Fragen gesprochen haben, all das läßt sich im Rahmen eines Referates nicht wiedergeben; dazu muß auf die Lektüre des Buches selbst verwiesen werden.

Zur Kolloidchemie der Muskelkontraktion.

Von Johann Matula, Wien.

Die meisten Theorien der Muskelkontraktion besitzen den gemeinsamen Fehler, daß sie sehr wohl die eine oder die andere Seite der Muskeltätigkeit zu erklären vermögen, daß sie aber gewöhnlich nicht in der Lage sind, eine ungezwungene Verbindung der einzelnen Erscheinungsgruppen untereinander herzustellen.

In einer kürzlich erschienenen Monographie versucht *W. Pauli*¹⁾ gestützt auf seine eigenen, sowie die aus seiner Schule hervorgegangenen Arbeiten über die physikalischen Zustandsänderungen der Eiweißkörper, die dabei gewonnenen Erfahrungen für eine einheitliche Theorie der Muskelkontraktion zu verwerten, welche in vollkommen gleicher Weise die mechanischen, chemischen und elektrischen Erscheinungen berücksichtigt und auf eine gemeinsame Wurzel zurückführt.

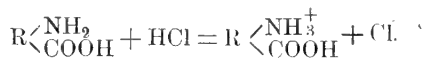
Pauli stellt sich zunächst die Frage, worauf die *elektromotorischen Erscheinungen* des tätigen und des ruhenden Muskels, also der Aktionsstrom und der Demarkationsstrom, zurückzuführen seien, und knüpft dabei an folgende zwei Tatsachen an: 1. bei der Muskeltätigkeit wird immer *Säurebildung* (Milchsäure) beobachtet; 2. als Hauptstätte des spezifischen Muskelstoffwechsels, folglich auch als Ort der Säurebildung, ist das *Sarkoplasma* anzusehen. Die Muskelfibrille ist demnach im Momente der Kontraktion von einer säureproduzierenden

Hülle umgeben und an der Kontraktionsstelle reagiert die Gewebsflüssigkeit sauer.

Läßt man eine reine Säure an eine neutrale Flüssigkeit, z. B. Wasser, angrenzen, so entsteht zufolge der ungleichen Wanderungsgeschwindigkeit des Säure- und des Wasserstoffions ein Diffusionspotential; die schneller wandernden H-Ionen eilen in der Diffusion voraus und erteilen dem angrenzenden neutralen Medium eine *positive* Ladung, während die Säure selbst als *negativ* geladen erscheint. Damit wäre die Tatsache in Übereinstimmung, daß sich jede kontrahierte Stelle des Muskels elektro-negativ zu jeder ruhenden Stelle verhält. Ein derartiges System ist aber der Sitz *viel zu geringer* elektromotorischer Kräfte, als daß man darauf den Aktionsstrom zurückführen könnte. Hier setzt nun der Verfasser mit den von ihm gewonnenen Anschauungen über das Säureeiweiß ein.

Elektrolytfreies Eiweiß gibt mit Säure in niederen Konzentrationen ein Salz, welches in der Weise dissoziiert, daß es in ein positiv geladenes Eiweißion und in das entsprechende negative Säureion zerfällt. Mit dieser Ionisation gehen verschiedene Änderungen parallel, von denen die gewaltige *Hydratation* der Eiweißionen (Erhöhung der inneren Reibung) eine der wichtigsten ist.

Diesen Vorgang können wir uns an dem Schema einer einfachen Aminosäure als in der folgenden Weise verlaufend vorstellen:



Da das Eiweißmolekül aus der Verkettung zahlreicher Aminosäuren gebildet ist, so muß dieser Vorgang als vielfach vollzogen gedacht werden.

Läßt man ein derartiges Eiweiß an ein neutrales Medium grenzen, so eilt das Säureion voraus und macht das neutrale Medium negativ, während das schwer bewegliche, große positive Eiweißion zurückbleibt und der Eiweißlösung eine positive Ladung erteilt. Grenzt das Säureeiweiß an ein saures Medium, so wird dieser Potentialunterschied noch außerordentlich verstärkt, denn das H-Ion der Säure dringt, wie früher ausgeführt, infolge seiner hohen Wanderungsgeschwindigkeit schneller in das Eiweiß ein und macht es noch stärker positiv. Da sich diese Verhältnisse wegen der Vielheit der in Betracht kommenden Faktoren nicht so ohne weiteres von vornherein bestimmen lassen, so wurden in einer großen Reihe von Versuchen die Potentiale an der Trennungsfläche von Säure und Säureeiweiß untersucht. Die Messung der elektromotorischen Konzentrationsketten (in Gemeinschaft mit dem Referenten) ergab, daß diese Kräfte bei weitem ausreichend sind, um darauf die Aktionsströme als analogen Ursprungs zurückzuführen.

Im Muskel würde demnach die im Augenblicke der Kontraktion im Sarkoplasma gebildete Säure in die salzarme Fibrille dringen, hier zur Bildung positiver Eiweißionen und somit zur Entstehung des erwähnten großen Diffusionspotentials Anlaß geben.

Nun ist aber zu bedenken, daß im Muskel die erwähnte Kette: Säure/Säureeiweiß nicht verwirk-

¹⁾ *Wolfgang Pauli, Kolloidchemie der Muskelkontraktion.* Über den Zusammenhang von elektrischen, mechanischen und chemischen Erscheinungen im Muskel. Dresden und Leipzig. Verl. Th. Steinkopff. 1912.

licht ist, da die Gewebsflüssigkeit *gleichfalls Eiweiß* enthält. Wir haben es daher mit einer Kette Säureeiweiß/Säure/Säureeiweiß zu tun, deren elektromotorische Kraft zufolge der symmetrischen Anordnung gleich Null sein müßte.

Nun enthält aber die Gewebsflüssigkeit Salze, während die Fibrille im Gegensatz dazu verhältnismäßig *sehr salzarm* ist. Wie *Pauli* und seine Schüler schon früher gezeigt hatten, wird Säureeiweiß schon durch geringfügigen Salzzusatz vollständig entionisiert, so daß also in unserem Falle die elektromotorische Kraft dadurch wieder vollständig hergestellt wird. Versuche mit nach diesem Schema gebauten Ketten bestätigten dies vollkommen.

Durch Hintereinanderschaltung derartiger Ketten können diese Spannungen weiter erhöht werden, so daß sich auf diese Weise die Funktion des elektrischen Organs der Fische, das ja umgewandelte Muskelzellen darstellt, erklären läßt.

In ganz analoger Weise kann man sich das Zustandekommen des Demarkationsstroms durch eine Säurebildung im Sarkoplasma der absterbenden Teile des Muskelquerschnittes erklären; diese Säure dringt in die Fibrillen ein und es entwickeln sich hierbei nun in gleicher Weise wie beim Aktionsstrom die entsprechenden elektromotorischen Folgeerscheinungen. Damit stellt sich *Pauli* vollständig auf den Boden der *Alterationstheorie*, nach welcher die Verletzungsstelle als Quelle der auftretenden elektromotorischen Kräfte anzusehen ist, und er wendet sich entschieden gegen die Präexistenztheorie des Ruhestroms und namentlich gegen die neuestens damit in Zusammenhang gebrachte *Membrantheorie*; es ist überhaupt ein wesentlicher Punkt der Paulischen Theorie, daß sie von einer Anwendung des Membranbegriffes gänzlich absieht und sich auf den Begriff der Grenzfläche (zweier Phasen) beschränkt.

Dieselben Faktoren, auf welche die elektromotorischen Erscheinungen im Muskel zurückgeführt wurden, reichen aber auch aus, um das Zustandekommen der *Kontraktion* selbst zu erklären. Die in die Fibrille eingetretene Milchsäure bewirkt eine *Quellung* der doppelbrechenden Substanz derselben, wobei eine *Verkürzung* erfolgt. Zwei Tatsachen sind dabei im Auge zu behalten; der *feste Aggregatzustand* der Fibrillen (womit jede Analogie zur amöboiden Plasmabewegung ausgeschlossen erscheint) und der Zusammenhang von *Kontraktibilität* und *Doppelbrechung*. Auch hier knüpft *Pauli* wieder an ältere und neuere Tatsachen aus der Kolloidchemie der Eiweißkörper an. Wie *Engelmann* schon vor Jahren gezeigt hatte, verkürzen sich Eiweißfäden nur dann bei der Quellung, wenn ihre Erstarrung im gedehnten Zustande erfolgte. Diese Quellung ist reversibel und in Säuren und Laugen stärker als im reinen Wasser. *Ebner* und *Buetschli* haben weiter gezeigt, daß alle positiv einachsige doppelbrechenden organischen Fasern unter Verkürzung quellen, während in allen andern Fällen Verlängerung erfolgt. *Mc Dougall* stellte fest, daß die Volumenzunahme der Muskelfibrille auf Kosten des Sarkoplasmas erfolgt.

Wie nun *Pauli* mit seinen Schülern gezeigt hat,

beruht die stärkere Quellung von Gelatine in Säure *erstens* auf dem enormen Wasserbindungsvermögen der ionisierten Teilchen; *zweitens* kommt noch die bedeutende osmotische Drucksteigerung in der Gelatine hinzu, welche durch die von den Neutralteilchen umgebenen Eiweißionen, sowie durch die von diesen festgehaltenen Säureionen bedingt ist. Es ist demnach die Gelatine einem Osmometer vergleichbar, dessen Membran für Säureionen undurchgängig ist. Die Kräfte, mit denen das Wasser von den hydratisierten Teilchen festgehalten wird, sind sehr bedeutend; ebenso ist die osmotische Drucksteigerung schon bei sehr niederen Säuregraden (wie es sich aus den technisch sehr vollkommenen Versuchen von *Pauli* und *Samec* ergeben hat) bei weitem ausreichend, um die vom Muskel entwickelten Kräfte zu erklären. Die Geschwindigkeit des Quellungsvorganges in Schichten von der Dicke der Muskelfibrillen läßt sich nach einer von *Pauli* vor Jahren angegebenen Formel berechnen und sie entspricht vollkommen den zeitlichen Verhältnissen der Muskelzuckung.

Wie kommt nun die *Erschlaffung* zustande? Nach den Versuchen *Paulis* ist der Vorgang der Säurequellung durch *Beseitigung der Säure* vollkommen reversibel. Alle anderen Entquellungsvorgänge führen leicht zu irreversiblen Änderungen. Da das Säureeiweiß hydrolytisch sehr leicht zerlegbar und nur bei Gegenwart von freier Säure beständig ist, so können wir uns sehr leicht vorstellen, daß beim Verschwinden der Säure aus dem Sarkoplasma die Fibrille zufolge ihrer sehr geringen Dicke ihre Milchsäure sehr rasch nach außen abgibt und demnach entquellen (d. h. sich verlängern) wird.

Die durch Spaltungsprozesse gebildete Milchsäure führt demnach zur Kontraktion, und ihre Verbrennung zur Erschlaffung. Der größte Energieverbrauch würde demnach in das *Restitutionsstadium* der Muskeltätigkeit fallen. Wird die Säure nicht fortgeschafft, so kommt es zu einer Dauerkontraktion ohne Energieverbrauch. Damit sind in Übereinstimmung die Versuche von *Parnas* und *Bethe*, nach welchen der dauernd (*tonisch*) kontrahierte Muschelmuskel (im Gegensatz zum tetanisch kontrahierten Wirbeltiermuskel) keinen erheblichen Energieumsatz aufweist; ferner die Versuche von *H. H. Meyer* und *A. Fröhlich*, welchen zufolge der dauernd kontrahierte Muschelmuskel, sowie der dauernd kontrahierte Muskel der an Tetanus erkrankten Katze keinen Aktionsstrom aufweist. Vor allem aber wichtig sind die grundlegenden myothermischen Versuche von *V. Hill*, der nachwies, daß die Wärmeproduktion der Muskelkontraktion nachfolgt, womit alle thermodynamischen Theorien wohl endgültig widerlegt sind.

Pauli gibt noch die Möglichkeit zu, daß die Beseitigung der Milchsäure auch auf einem *anderen Wege*, als dem der vollständigen Oxydation erfolgen könnte, und daß diese Art der Beseitigung namentlich bei den anaeroben Tieren eine große Rolle spielen dürfte. Die neuesten Untersuchungen von *Parnas* und *Baer* haben uns ja gezeigt, wie die Milchsäure sich im tierischen Organismus in Glukose und Glykogen zu verwandeln vermag.

Die Steigerung des Bodenertes durch den Schwefel.

Von Dr. B. Heinze, Halle a. d. S.

(Vorläufige Mitteilungen aus der bakteriolog. Abtg. der
agrikultur-chem. Versuchsstation Halle a. d. S.)

Neuerdings haben besonders französische Forscher von neuem auf die günstige Wirkung des Schwefels auf das Pflanzenwachstum hingewiesen. Auch haben sie nunmehr diese Wirkung näher zu erklären gesucht, soweit dies auf Grund ihrer bisherigen Versuche möglich ist.

Die Schwefelfrage selbst ist jedoch schon ziemlich alt. Man weiß bekanntlich schon seit etwa 50 Jahren — besonders was die Entwicklung der Reben anbelangt —, daß (ev. wiederholte) *Schwefelungen*, welche u. a. gegen die *Oidiumkrankheit des Weinstocks*, gegen den echten „Meltau“, vorgenommen werden, in verschiedener Hinsicht recht günstig wirken. Bei rechtzeitiger und allgemeiner Anwendung des Schwefels kann zunächst diese gefürchtete, auch bei uns in Deutschland oft geradezu verheerend auftretende *Pilzkrankheit der Reben* (*Oidium Tuckeri*), die wegen des asche-ähnlichen Befalls von Blättern und Beeren auch „Äscher“ oder „Äscherig“ genannt wird, im allgemeinen auch sehr erfolgreich bekämpft werden. Jedenfalls können aber die durch den genannten Pilz bedingten großen Schädigungen immer sehr stark herabgemindert werden. Wenn aber außer den Blättern der Reben auch noch die Beeren stark von *Oidium* befallen werden, so kann ein weitgehendes Vertrocknen und Verfaulen der Beeren und damit oftmals eine vollständige Mißernte eintreten, wenn man das Auftreten der Krankheit nicht rechtzeitig mit Schwefel zu bekämpfen und einzudämmen sucht. Im übrigen scheint hierbei (nach unseren bisherigen Kenntnissen) der Schwefel weniger mechanisch (als pulverförmiger Belag oder Überzug) zu wirken, als vielmehr chemisch wirksam zu werden und hauptsächlich durch die allmählich gebildeten Schwefelverbindungen SO_2 (schwefelige Säure) und H_2S (Schwefelwasserstoff) wirksam zu sein. —

Bei den in späterer Zeit vielfach schon unter die regelmäßigen Weinbergsarbeiten aufgenommenen *Schwefelungen der Weinstöcke* konnte aber gleichzeitig eine auffallend *günstige Einwirkung des Schwefels auf das ganze Wachstum der Stöcke und auf den Ertrag derselben* beobachtet werden, ohne daß man damals schon eine nähere, befriedigende Erklärung für die Art und Weise der Schwefelwirkung hätte geben können. Diese auffallende Erscheinung konnte bald nach den ersten Anwendungen des Schwefels schon von *Henri Marès*¹⁾ beobachtet werden. Die Ergebnisse seiner diesbezüglichen Beobachtungen finden sich in dem „*Livre de la ferme*“ zusammengestellt, in welchem er über die Wirkung des Schwefels u. a. folgendes schreibt und besonders hervorhebt:

¹⁾ cf. ev. die diesbez. Mitteilungen von L. Degruilly in der Märznummer des *Progrès agricole et viticole*: „sur l'action fertilisante du soufre“.

„Der Schwefel spornt das Wachstum der Rebe an und begünstigt die Befruchtung. Er gibt ihr auf diese Weise zugleich die erforderliche Kraft, um gegen die Angriffe des auf ihr wachsenden parasitischen Pilzes anzukämpfen.“

„Von allen bei der Kultur des Weinstockes vorgenommenen Neuerungen ist die Maßnahme einer methodischen und periodischen Anwendung des Schwefels — sei es nun, um den echten Meltau zu bekämpfen, sei es aber auch, um auf die Befruchtung und das Wachstum der Rebstöcke einzuwirken — die wichtigste und wertvollste, welche ersonnen und in der Praxis aufgenommen wurde. Die Wirkung des Schwefels auf die Erträge der Weinberge ist entscheidend. Im Verein mit einer guten Kultur und der Verwendung von Düngemitteln sind die Erträge zugleich regelmäßiger und ergiebiger geworden.“ —

„Das Wachstum der geschwefelten Weinstöcke ist üppiger; die Befruchtung der Reben ist dem Schaden, welcher in dem Schwinden, „Durchfallen der Blüten“ (*coulure*), besteht, weniger ausgesetzt.“ —

„Ferner begünstigt der Schwefel das Reifen der Trauben in einer sehr bemerkenswerten Weise. . . . Nach unseren Beobachtungen beschleunigt das Schwefeln die Traubenreife um etwa zehn Tage. Die Trauben werden hinsichtlich ihrer Entwicklung und Farbe verbessert; auch der Wein der geschwefelten Weinberge in Südfrankreich ist von entsprechend besserer Güte und Farbe. . . .“

„Man kann Schwefel für den Weinstock auch als ein Düngemittel ansehen oder vielmehr als Verbesserungsmittel von ganz besonderer Bedeutung. . . .“ (Übersetzung nach *Marès* bzw. *Degruillys* Mitt.)

Seitdem sind zirka 50 Jahre vergangen, als *Henri Marès* schon so genau die günstigen Eigenschaften des Schwefels angab. Sie wurden in der Praxis vollauf bestätigt und werden im südlichen Frankreich als durchaus feststehend betrachtet. —

Merkwürdigerweise hatte man sich nun damals und auch späterhin bis in die neueste Zeit hinein noch gar nicht damit beschäftigt, auch einmal näher zu untersuchen, ob der Schwefel auch auf andere Pflanzen¹⁾ eine ähnliche Wirkung ausübt, wie sie in den Weinbergen beobachtet wurde. Auch wußte man noch gar nichts Näheres darüber, in welcher Weise der gegen den *Oidiumpilz* angewandte Schwefel sonst noch auf den Weinstock und auf den Boden einwirkte. In gewisser Hinsicht konnte allerdings früher auch noch keine genauere Erklärung über die Art der Schwefelwirkung gegeben werden, und bis vor wenigen Jahren wußte man darüber kaum etwas mehr. Erst durch die neueren Versuche des Verfassers²⁾ und

¹⁾ Abgesehen als Mittel gegen die Meltaukrankheiten (*Oidium*) anderer Pflanzen.

²⁾ Diese Versuche wurden im Zusammenhange bzw. im Anschlusse an die umfangreichen Untersuchungen des Verf. über die Wirkung des CS_2 auf Boden und Pflanzenwachstum in Angriff genommen. Vergl. hierzu eventuell *Centralblatt f. Bakt. II. Abtg.* 1906 Bd. 16 und 1907 Bd. 18 pag. 469, 628, 629, wo Verfasser auch bereits einen Hinweis auf die ertragsteigernde

anderer Autoren¹⁾ über die Wirkung des Schwefels auf die Entwicklung anderer Pflanzen und auf den Boden selbst konnten verschiedene wichtige Ergebnisse erzielt und ein näherer Aufschluß über die eigentliche Wirkung des Schwefels gegeben werden: Nach den ihm bisher bekannt gewordenen Literaturangaben hat nun zuerst der Verfasser die Wirkung des Schwefels im Boden und auf die allgemeine Entwicklung der Pflanzen in der Hauptsache als eine bakteriologisch-chemische Wirkung und damit als eine indirekte Düngewirkung erkannt. Die ähnlichen Erklärungen und diesbezüglichen Mitteilungen französischer Forscher sind jedenfalls erst einige Jahre später erfolgt. Umfangreichere praktische Versuche über die Wirkung des Schwefels als Düngemittel, wie auch u. a. über seine Brauchbarkeit zur Bekämpfung des Kartoffelschorfes sind alsdann bei uns in Deutschland besonders von Ad. Bernhard²⁾ (Landwirtschaftslehrer in Kreuznach) auf Grund der französischen Berichte ausgeführt und besprochen worden. Auch diese Versuche sprechen entschieden sehr zugunsten einer Schwefelbehandlung des Bodens, verlieren aber ebenso wie die meisten Versuche der französischen Forscher insofern außerordentlich an Wert, als anscheinend fast überall keine besonderen Kontrollversuche, bei Freilandversuchen keine oder nur selten Kontrollparzellen vorgesehen waren. In wissenschaftlicher Hinsicht konnten natürlich die Bernhardschen Versuche kaum mehr als unsichere Vermutungen über die Wirkung des Schwefels bringen, so wichtig sie immerhin auch in praktischer Hinsicht sein mögen. —

Neben den Wirkungen des Schwefels auf Bodenorganismen, muß auch die allmähliche Umwandlung desselben im Boden in Schwefelsäure und in kleine Mengen Sulfate berücksichtigt werden, was vom Verfasser früher auch schon für den CS_2 im Boden festgestellt werden konnte. Im übrigen zeigt die Wirkung des Schwefels auf das Pflanzenwachstum eine gewisse Ähnlichkeit mit derjenigen des

Wirkung des Schwefels bringt und die Wirkung des Schwefels vorwiegend als eine bakteriologisch-chemische erklärt. Diese Versuche scheinen Bernhard (s. später), wie auch den verschiedenen französischen Autoren bei Abfassung ihrer Mitteilungen noch unbekannt gewesen zu sein.

¹⁾ Vergl. hierzu eventuell die Versuche und näheren Mitteilungen der einzelnen französischen Forscher, besonders von M. E. Boullanger, M. A. Demolon, Degrally, Müntz und Moreau-Bérillon, „Action du soufre de fleur sur la végétation“, „Sur l'action fertilisante du soufre“, „Le soufre comme engrais“ usw. in den Comptes rendus de l'Académie des sciences 1912 Bd. 154 S. 369, ebenda im Sitzungsbericht vom 19. Februar, Zeitschriften Le Progrès agricole et viticole, Nr. vom 17. März 1912, und l'Engrais, Nr. vom 18. April 1912, und vor allem auch die neuesten Mitteilungen von Prof. Boullanger und Dugardin als Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften zu Paris. (Vergl. eventuell auch Referat in der Deutschen Landw. Presse 1912. S. 1024.)

²⁾ Vergl. eventuell die verschiedenen Mitteilungen desselben in den letzten Jahrgängen der Deutschen Landw. Presse. P. Parey. Berlin. — Ebenda sind z. T. Forscher von Bernhard schon referiert. Im übrigen wurden die Versuche Bernhards in der Hauptsache von der Agrikulturabteilung der Schwefelproduzenten in Hamburg angeregt.

CS_2 , eine Erscheinung, welche Verfasser ebenfalls schon früher andeuten konnte. Nach unseren bisherigen Versuchen scheint auch beim Schwefel eine deutliche oder auffallende ertragsteigernde Wirkung sich erst dann bemerkbar zu machen, wenn die Behandlung des Bodens längere Zeit vor der Bestellung erfolgt. Wenn der Schwefel in größeren Gaben erst bei der Bestellung gegeben wird, können zuweilen auch Schädigungen der Pflanzen eintreten. Völlige Klarheit können natürlich in dieser Hinsicht erst weit ausgedehntere Versuche mit möglichst verschiedenen Bodenarten bringen. Vegetationsversuche d. Verf. mit Schwefelung und Kalkungen und gleichzeitigen N-Düngungen in verschiedener Form haben noch keine besonders auffallenden Ergebnisse geliefert¹⁾. Bei alledem spielt wahrscheinlich auch die ganze Durchlüftung des Bodens eine große Rolle. In seiner früheren Mitteilung (s. oben) hat dann Verfasser auch auf die üppige Pflanzenvegetation im Gebiete älterer und neuerer Vulkanausbrüche hingewiesen und betont, daß dabei gerade der hohe Gehalt des oft sehr steinichten Erdreiches an Schwefel und Schwefelverbindungen eine bedeutsame Rolle spielt. Nach diesen Beobachtungen ist zweifellos auch in den Weinbergen der oftmals weit bessere Stand der geschwefelten Reben zum Teil auf diejenigen Schwefelmengen zurückzuführen, welche beim Schwefeln der Weinstöcke — zur Bekämpfung der oben genannten und gefürchteten Oidiumkrankheit — in den Boden gelangen. —

Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen über die Wirkung des Schwefels auf Boden und Pflanzenwachstum beeinflußt auch der Schwefel und dessen Verbindungen, insbesondere auch SO_2 , H_2S und CS_2 , die Organismenflora, sowie die Organismenfauna des Bodens ganz gewaltig. Dadurch ist u. a. auch eine oft auffallende Aufschließung von Mineralstoffen und des organischen Stickstoffs (N) des Bodens bedingt; auch freilebende N-sammelnde Bodenorganismen und Leguminosenorganismen werden zweifellos öfters günstig beeinflußt. Auf diese Möglichkeit bzw. Wahrscheinlichkeit konnte Verfasser schon früher hinweisen. Weitere Versuche ergaben, daß auch die Ammoniak- und Salpeterbildung im Boden, je nach den vorhandenen bodenklimatischen Verhältnissen, oft recht stark begünstigt wird. Die Versuche müssen nach verschiedener Richtung hin noch fortgesetzt und modifiziert werden. Einzelheiten werden noch anderweitig bekanntgegeben. Hier mag nur noch betont sein, daß auch die einzelnen französischen Autoren die Wirkung des Schwefels auf Boden und Pflanzen in der Hauptsache als eine bakteriologisch-chemische erklären. So berichten Boullanger und Dugardin (s. oben angeführten Literaturangaben) neuerdings über ihre weiteren Versuche folgendes: „In einer früheren Mitteilung (cf. Comptes rendus

¹⁾ Neuerdings wird allerdings von einer Firma ein Guanodünger (N-Dünger) mit Schwefelzusatz in den Handel gebracht, der besonders bei Kartoffelkulturen sehr gut wirken soll. — Die bisher mit diesem modifizierten Handelsdünger angestellten Versuche verdienen jedenfalls in verschiedener Hinsicht die Beachtung der Landwirte.

1912. Bd. 154, S. 369) hat der eine von uns nachgewiesen, daß die in sehr geringen Mengen der Erde verschiedener Gefäßkulturen zugesetzte Schwefelblüte eine sehr günstige Wirkung auf das Wachstum ausübt und die Erträge dieser Kulturen in gewöhnlichem, nicht sterilisierten Boden deutlich erhöht. In sterilisierter Erde ist jedoch diese Wirkung nur ganz schwach.“

„Diese letztere Feststellung schien somit anzuzeigen, daß der Schwefel nur indirekt wirkt, indem er ohne Zweifel im Boden manche nützliche Mikroorganismen in ihrer Tätigkeit wesentlich begünstigt. Wir sind zu weiteren Versuchen geschritten, um diese Frage näher zu klären.“ Nach Wiedergabe von vier Versuchen, deren Zahlen hier fortbleiben können, wird sodann folgendes noch berichtet und betont: „Man sieht, daß bei Gegenwart einer Stickstoffverbindung, welche durch Mikroben leicht zersetzt werden kann, die Arbeit der Ammoniakbildner durch eine Schwefelgabe wesentlich erhöht wird, da man nach zehn Tagen in der geschwefelten Erde die Hälfte mehr Ammoniak wie in der nicht behandelten, gewöhnlichen Erde vorfindet. Die Nitrate haben allerdings nach dem vorliegenden Versuche ein wenig abgenommen, was (nach den beiden Autoren) vielleicht durch die paralyisierende Wirkung des NH_3 auf die Nitratbildner verursacht worden ist.“

„Die Gesamtstickstoffmengen wiesen keine Unterschiede auf. Die Bakterien, welche freien N binden (Atzotobakter, Clostridium Pasteurianum usw.), wurden — nach den bisherigen Versuchen der beiden Autoren — nicht weiter beeinflusst. Bei einem anderen Versuche wurde ein ähnliches Ergebnis hinsichtlich der denitrifizierenden Organismen gefunden.“ Hier müssen natürlich erst weitere Versuche angestellt werden (d. Ref.).

„Diese Beobachtungen ergeben, daß die günstige Wirkung des Schwefels dem aktivierenden Einflusse zugeschrieben werden muß, welcher durch den Schwefel auf die ammoniakbildenden und salpeterbildenden Organismen ausgeübt wird. Die Pflanze findet bei Gegenwart von Schwefel größere Mengen direkt aufnehmbarer Ammoniakverbindungen vor. Diese günstige Form der N-Ernährung gibt sich durch bedeutende Steigerung des Ertrages kund, ähnlich derjenigen, welche man bei Anwendung von schwefelsaurem Ammoniak (als N-Dünger) erhält. Doch muß bei diesen Versuchen noch bemerkt werden, daß das auf diese Weise durch ammoniakbildende Organismen gebildete NH_3 ausschließlich den N-Verbindungen des Bodens entstammt und daß die Zufuhr von N-haltigen organischen Düngemitteln notwendig ist, um den erhöhten Verbrauch der Pflanzen an Bodenstickstoff (N) auszugleichen.“ —

Nach einigen vorläufigen Versuchen von uns mit Schwefel und gleichzeitigen N-Düngungen usw. scheint man neben den Einflüssen in mikrobiologischer Hinsicht jedenfalls auch gewisse andere, noch unbekannte Einflüsse bei der Frage über den Einfluß des Schwefels (und seiner Verbindungen) auf Boden und Pflanzenwachstum berücksichtigen zu müssen. —

Auch bei der schon vielfach erörterten, wichtigen CS_2 -Wirkung, die noch keineswegs in allen Punkten vollauf befriedigend klargelegt ist, dürfte der S-Gehalt eine nicht unwichtige Rolle spielen. Der Schwefelkohlenstoff (CS_2) wirkt bekanntlich als Mittel gegen Reblaus, Engerlinge und andere tierische Schädlinge wie auch als Mittel gegen Bodenmüdigkeit und als allgemeines Bodenverbesserungsmittel ganz ausgezeichnet, hat aber bei seinem noch recht hohen Preise noch keine allgemeinere Verwendung in landwirtschaftlichen Betrieben gewinnen können. Wegen der hohen Kosten hat er bisher nur für wertvollere Kulturen im Obst-, Wein- und Gartenbau, besonders bei Großkulturen der Blumen und feldmäßigem Gartenbau in verschiedenen Gegenden praktische Bedeutung gewonnen. Nach unseren Erörterungen wirkt nun der Schwefel auf Boden und Pflanzenwachstum in mancher Hinsicht ganz ähnlich wie der Schwefelkohlenstoff, dessen größere Feuergefährlichkeit obendrein auch noch manche Schwierigkeit bei seiner Verwendung bietet und jedenfalls größere Vorsicht erheischt. Demgegenüber ist eine Schwefelbehandlung bedeutend billiger, da man nach den bisherigen Versuchen der einzelnen Autoren schon mit 1 kg S pro 100 qm Boden vielfach recht gute Wirkungen und erhebliche Ertragsteigerungen hat feststellen können. Alle neueren Versuche mit S-Behandlungen des Bodens eröffnen also neue Ausblicke für diese ganze Frage, welche sehr wahrscheinlich von erheblicher Bedeutung für unsere Land- und Volkswirtschaft werden kann. Allerdings muß auch die Frage nach der Güte und Haltbarkeit der Erzeugnisse (bei regelmäßigen großen Mehrernten) besonderen Studien unterworfen werden. — In wissenschaftlicher Hinsicht — über das „Wie“ der Wirkung — können natürlich erst langjährige, mühsame und umfangreichere Versuche volle Klarheit bringen. Die genauere Prüfung der Rentabilitätsfrage kann aber schon jetzt leicht durch möglichst ausgedehnte praktische Versuche seitens aller interessierten Kreise mit den verschiedensten Bodenarten erfolgen, um so mehr, als die S-Behandlungen obendrein ziemlich bequem ohne besondere Schwierigkeiten vorgenommen werden können.

Über die Entwicklung der Aluminothermie¹⁾.

Von L. Max Wohlgemuth, Berlin.

Seit mehr als 70 Jahren war es bekannt, daß das Metall Aluminium eine nahe Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, und daß es diesen mit großer Begierde aus einer größeren Anzahl von Metall-Sauerstoffverbindungen an sich reißt, wodurch die Metalle als solche frei werden. Um diese Reaktion, also die Reduktion von Metallen aus ihren Oxyden durch

¹⁾ In diesen Tagen blickt der Entdecker der aluminothermischen Reaktion, Dr. Hans Goldschmidt, auf eine 25jährige Tätigkeit als Leiter der bekannten Firma in Essen-Ruhr zurück. Das veranlaßt den Verfasser, die Entwicklung der Aluminothermie zu schildern, die er während einer Reihe von Jahren aus nächster Nähe verfolgen konnte.

Aluminium, praktisch auszuführen, erhitzte man die Oxyde, gemischt mit Aluminium, in geeigneten Gefäßen (z. B. Tiegeln) durch Wärmezuführung von außen; es wurde also Wärme verbraucht, um das Gemisch auf die zur Reaktion erforderliche Temperatur zu bringen. Aber diese reduzierende Eigenschaft des Aluminiums konnte technisch nicht benutzt werden, weil die Reaktion zwischen Metalloxyd und Aluminium, wenn das Gemisch auf die erforderliche Temperatur erhitzt war, äußerst stürmisch verlief; der Tiegelinhalt wurde häufig herausgeschleudert, teilweise unter explosionsartigen Erscheinungen, die nicht selten Verletzungen der Arbeitenden herbeiführten. Alle diese Unannehmlichkeiten sind nun überwunden, seitdem Dr. *Hans Goldschmidt* gefunden hat, wie man die in dem Aluminium schlummernden gewaltigen Energiemengen zähmen und leiten und zum Nutzen der Industrie und damit der Menschheit verwenden kann.

Dr. *Hans Goldschmidt* fand nämlich, daß es nicht nötig ist, die ganze Menge des Gemisches von Metalloxyd und Aluminium (im folgenden „aluminothermisches Gemisch“ genannt) auf die Reaktionstemperatur zu erhitzen, daß man diese recht erhebliche Wärmemenge sparen kann. Es genügt vielmehr, das aluminothermische Gemisch an einer einzigen Stelle z. B. mit Hilfe eines Zündholzes, eines glühenden Eisenstabes oder besonderer kleiner Zündpillen, auf die Reaktionstemperatur zu bringen. An dieser Stelle findet nun die Vereinigung des Aluminiums mit dem Sauerstoff der Metalle statt, und zwar unter Abgabe einer sehr großen Wärmemenge. Diese reicht aus, um die umgebenden Teilchen auf die Reaktionstemperatur zu bringen, so daß wieder Aluminiumoxyd und Metall entsteht, und so fort. Binnen ganz kurzer Zeit, meist nach Sekunden zählend, hat sich die Reaktion durch die ganze Masse fortgesetzt, unter Entbindung gewaltiger Wärmemengen, die so groß sind, daß selbst äußerst schwer schmelzbare Metalle, wie Chrom, Wolfram u. a., zum Schmelzen gebracht werden. Man schätzt die Temperatur, die bei solch einer aluminothermischen Reaktion in der Masse entsteht, auf nahezu 3000°. Hier war also ein Mittel gegeben, Wärmegrade mit Leichtigkeit zu erreichen, die sonst nur mit Hilfe des elektrischen Ofens zu erhalten sind. Vor dem Arbeiten im elektrischen Ofen hat dabei die aluminothermische Arbeitsweise den Vorzug, daß die erhaltenen Erzeugnisse frei sind von dem beim elektrischen Ofen niemals zu vermeidenden Kohlenstoffgehalt. Und gerade dies spielt für zahlreiche Zweige der Technik eine wichtige Rolle.

Das Wesen der Goldschmidtschen oder aluminothermischen Reaktion ist also, daß man einen Wärme verbrauchenden Vorgang zu einem Wärme liefernden machen kann, daß man ferner auf beschränktem Raume in kürzester Zeit gewaltige Wärmemengen erzeugen kann. *Goldschmidts* Erfindungen haben ihren unschätzbaren Wert darin, daß sie es uns ermöglichen, diesen Wärme liefernden Vorgang zu regeln und technisch zu verwerten. Das Goldschmidtsche aluminothermische Verfahren hat

denn auch zu den mannigfaltigsten Anwendungen auf technischem Gebiete geführt.

Halten wir uns vor Augen, daß uns durch das aluminothermische Verfahren zwei bedeutende Kraftquellen geliefert werden, einmal eine chemische, die hohe reduzierende Kraft des Aluminiums, und weiter eine physikalische, die große Wärmeentwicklung bei der Oxydation des Aluminiums, so erkennen wir leicht, daß die Aluminothermie sich nach zwei Richtungen hin entwickeln mußte: erstens zur Gewinnung reiner Metalle, besonders schwer schmelzbarer, sowie ihrer Legierungen, zweitens zur Verwendung der beim Abbrennen aluminothermischer Gemische entstehenden Wärmemengen. Diese beiden Gesichtspunkte sollen der folgenden Besprechung auch zugrunde gelegt werden. — Nicht unerwähnt lassen möchte ich an dieser Stelle einen treffenden Ausspruch, den der bekannte Chemiker, Naturphilosoph und Künstler, Geheimrat *Wilhelm Ostwald*, gelegentlich der Hauptversammlung der deutschen Bunsen-Gesellschaft 1898 tat: Dr. *Hans Goldschmidt* hat uns einen Hochofen und ein Schmiedefeuer in der Westentasche geschenkt!

Was die erste Art der Verwertung der Aluminothermie betrifft, so gelang es Dr. *Hans Goldschmidt*, fast alle Metalle, die man früher als „seltene“ bezeichnete, in reinem, kohlefreiem Zustande zu gewinnen; viele stellte er auch in fabrikmäßigem Betriebe rein oder in Form ihrer Legierungen her. Es seien nur genannt: Chrom, Mangan, Molybdän, Ferrochrom, Ferromolybdän, Ferrowolfram, Chromkupfer, Mangankupfer, Ferrobör, Ferrovanadin, Ferrotitan u. a. Hierdurch erst war es der Wissenschaft möglich, die Eigenschaften der reinen Metalle zu erkunden. Einen besonderen Wert haben diese kohlefreien Metalle und Legierungen aber für die Stahlindustrie, die sie namentlich zur Herstellung bestimmter Spezialstähle in großen Mengen verbraucht, wie auch für die Bronzeindustrie.

Die Herstellung dieser Metalle und Legierungen ist nun auf dem Goldschmidtschen Werke in allen Einzelheiten durchgearbeitet worden, zahlreiche Patente schützen dieses Arbeitsgebiet. Es würde hier zu weit führen, auf alle Einzelheiten einzugehen.

Die bei der Herstellung von Metallen auf aluminothermischem Wege entstehende Schlacke von Tonerde (Korund) wird auch in mannigfacher Weise verwertet. Man stellt daraus Schleifsteine oder -scheiben, feuerfeste Steine und Gefäße, Auskleidungen für Tiegel usw. her. Die bei der Chromgewinnung abfallende Schlacke zeigt häufig kleine, rotviolett gefärbte, gut ausgebildete Kristalle, die dem Rubin ähnlich sind; man hat diese Schlacke deswegen auch Corubin genannt.

Das zweite Hauptgebiet der Aluminothermie ist die Verwertung der beim Abbrennen aluminothermischer Gemische entstehenden Wärmemengen zur Erhitzung bestimmter Stoffe oder Gegenstände. Hierzu nimmt man Gemische von Eisenoxyden und Aluminium, durch deren Verbrennung neben großen Wärmemengen gleichzeitig reines

hocherhitztes Eisen geliefert wird. Dr. *Hans Goldschmidt* hat solche Gemische mit dem (patentamtlich eingetragenen) Namen „*Thermit*“ bezeichnet; nach dieser Marke wird das ganze Verfahren auch häufig *Thermitverfahren* genannt.

Die ersten Versuche in dieser Richtung erstreckten sich auf die Erhitzung von Niete und ähnlichen Eisengegenständen. Der zu erhitzende Körper wurde in ein aluminothermisches Gemisch eingebettet und dieses dann entzündet. Heute, wo man ganz andere Verwendungsmöglichkeiten kennt, erscheint dieses Verfahren als kleine Spielerei; vor 18 Jahren erregte es überall Aufsehen!

Später erkannte man, daß es praktischer ist, die Wärme erzeugende *Thermitmasse* in einem besonderen Gefäße (Tiegel) abzubrennen und die so entstehende aus etwa $\frac{1}{2}$ (Raumteil) Eisen und $\frac{2}{3}$ Tonerdeschlacke bestehende überhitzte flüssige Masse zu verwenden, sei es, daß man sie, die leichtere Schlacke zuerst, aus dem Tiegel über den Rand hinweg ausgießt, oder daß man sie, das schwere Eisen voran, aus einem am Boden des Tiegels vorgesehenen Abstichloch abfließen läßt. Beide Arten der Handhabung werden noch heute ausgeführt, die erstere namentlich in den Fällen, in denen man nur eine Erhitzung der zu behandelnden Gegenstände durch die leichter erstarrende Schlacke bewirken will, und in denen durch die unmittelbare Berührung mit dem feuerflüssigen Eisen eine zu starke Beeinflussung befürchtet wird. Die zweite Art dagegen, das sogen. „automatische Verfahren“ wird angewendet, wenn man nicht nur eine Erhitzung auf hohe (Schweiß-) Temperatur, sondern eine Vereinigung durch Verschmelzung erzielen will. Dies ist z. B. der Fall bei der Stumpfschweißung von Straßenbahnschienen. Überhaupt ist die Vereinigung von *Straßenbahnschienen* gerade das Gebiet, welches am eingehendsten und auch am erfolgreichsten für die Aluminothermie bearbeitet worden ist. Nach dem einen Verfahren erhitzt man die zu vereinigenden Schienenenden, die in einen Klemmapparat eingespannt und so festgelegt sind, durch Übergießen der Schlacke und danach des Eisens bis auf Schweißhitze und vollendet die Schweißung dann durch Zusammenstauchen oder -pressen der Schienen. Oder man gießt zwischen die (natürlich mit einer geeigneten Form umgebenen) Schienenenden ein Zwischenstück aus aluminothermischem Eisen ein. Oder aber man verschmilzt die unteren Teile der Schienenprofile durch einen *Thermitumguß* und erhitzt die oberen Teile durch die Schlacke bis zur Schweißwärme. Neuerdings hat man sehr gute Erfolge hinsichtlich der Festigkeit des „*Stoßes*“ erzielt mit einem Verfahren, bei dem zunächst zwischen die Schienenenden ein Kupfer- oder Nickelblech eingekeilt und dann die aluminothermische Schweißung ausgeführt wird. Kurz, es gibt eine ganze Reihe von Ausführungsarten der aluminothermischen Schienenschweißung, die je nach den vorliegenden Bedingungen ausgeübt werden, und die meist durch Patente in fast allen Kulturländern geschützt sind. Soweit ich unterrichtet bin, ist die Zahl der Schienenstöße, die nach

dem aluminothermischen Verfahren geschweißt worden sind, auf beinahe eine halbe Million in den letzten 10 Jahren gestiegen.

Aber nicht nur zur Vereinigung von Schienen hat die „*Thermitschweißung*“ Anwendung gefunden. Man hat sie auch zur Vereinigung von Rohren, zur Ausbesserung und Wiederherstellung von Maschinenteilen, Schiffssteven, Walzenzapfen, Schwungrädern usw. mit Erfolg herangezogen. Die Anwendungsmöglichkeiten in der Technik sind äußerst mannigfaltig.

Zwischen diesen beiden Hauptgebieten der Aluminothermie, die wir eben betrachtet haben, liegt ein Zwischengebiet, das aber neuerdings recht aussichtsreich erscheint. Schon seit längerer Zeit hat man schwerschmelzbare Metalle, wie z. B. Titan, in flüssige Metallbäder eingeführt unter Verwendung von sogen. „*Titanthermit*“, d. h. einem aluminothermischen Gemisch, das beim Einbringen in den flüssigen Stahl usw. zur Reaktion kommt und dabei Titan oder Ferrotitan in statu nascendi frei gibt. In diesem Entstehungszustande legiert sich das schwer schmelzbare Titan oder Ferrotitan mit dem Eisen besser, als wenn man es fertig gebildet einführen würde. Gleichzeitig erzielt man gleichmäßigere Güsse mit dem so behandelten Stahl oder Eisen.

Außer diesem Titan- usw. *Thermit* verdient aber noch das sog. „*Lunker-Thermit*“ besondere Aufmerksamkeit. Dieses wurde benutzt, um bei gegossenen Blöcken (Brammen) den oberen Teil an bestimmten Stellen wieder flüssig zu machen, gewissermaßen aufzutauen und so die etwa gebildeten *Lunker* (d. h. Hohlräume) durch flüssiges Eisen auszufüllen. Wesentlich besser noch erscheint ein neues Verfahren der Th. Goldschmidt A.-G., bei dem eine Büchse mit *Thermit* in den eben gegossenen, im Innern noch flüssigen Block möglichst tief eingeführt wird. Es entsteht sofort eine lebhaft Reaktion, die sich in einem Aufwallen des Metalls infolge der Aufwärtsbewegung der vorhandenen Gasblasen, Seigerungen, Schlackenteilchen usw., äußert. Gleich darauf sinkt die Masse um ein ganzes Stück in sich zusammen, ein Beweis dafür, daß das Metall dichter geworden ist. Es scheint, als ob dieses neue Verfahren für die Stahlindustrie von besonderer Bedeutung werden soll.

Erwähne ich noch kurz, daß man die Verwendung von *Thermit* zu Leuchtsignalen, zum Erwärmen von Nahrungsmitteln (Konserven), zum Treiben von Torpedos und — wenn auch nur in Kriminalromanen u. dgl. als „*Geldschrankbezwinger*“ vorgeschlagen hat, so glaube ich, ein knappes, aber doch einigermaßen abgerundetes Bild von den Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgebieten des *Thermits* und der Aluminothermie gegeben zu haben.

Wie wir gesehen haben, ist es ein weites, viele Zweige der Technik umfassendes Gebiet, das uns die aluminothermische Reaktion und die Erfindungen von Dr. *Hans Goldschmidt* erschlossen haben. Der Dank der Techniker wird diesem genialen Erfinder für alle Zeiten sicher sein. Ad multos annos!

Die Gewinnung und Entfernung von Naturstoffen durch „Aufschließen“.

Von Privatdozent Dr. Viktor Grafe, Wien.

Die unaufhörlich sich steigernden Kulturbedürfnisse der Menschheit haben das Bestreben erzeugt, künstlich mehr von jenen Produkten zu schaffen, mit denen die Natur uns allzu stiefmütterlich bedacht hat. Nun ist aber die Natur eine Meisterin, die sich ihre Geheimnisse nicht so ohne weiteres ablauschen läßt und die ihre Künste eifersüchtig hütet. Darum bedeutet es immer einen Markstein in dem heißen Wettstreit zwischen Natur und Mensch um die Vorherrschaft auf Erden, wenn der Natur wieder eines ihrer Geheimnisse entrissen worden ist. Haben wir aber einmal die Natur erreicht, dann ist sie auch schon übertrifft, denn im Laboratorium des Lebens kommt es selten zur Bildung eines einheitlichen Stoffes, der ohne weiteres direkt für den Menschen verwertbar wäre. Vielmehr müssen meist erst umständliche Reinigungsverfahren die unwesentlichen und störenden Verunreinigungen entfernen, während die zielbewußte Arbeit des Chemikers den Körper, dessen Aufbau einmal erkannt ist, gleich in idealer Vollkommenheit zu erzeugen vermag. Solche Großtaten menschlicher Kombinationskraft sind die Synthese des Krappfarbstoffes, des Indigo, des Veilchenduftstoffes Jonon, lauter Produkte, die wir heute genau der Natur nachzugestalten vermögen, wobei wir aber unsere Lehrmeisterin an Vollendung übertreffen, abgesehen davon, daß unsere Ausgangsmaterialien und damit das Produkt der Synthese wohlfeiler sind als uns das Naturprodukt zu stehen käme.

In vielen Fällen, in denen wir durchaus auf die Naturprodukte angewiesen sind, werden diese von der Natur nicht in einer für die Gewinnung geeigneten Form, in den meisten Fällen nicht „frei“, sondern in chemischen Verbindungen geboten, aus denen die wirksamen, wertvollen Stoffe erst durch besondere Verfahren in Freiheit gesetzt werden müssen. Hier sind es im wesentlichen zwei Wege, auf denen der Mensch sein Ziel erreicht. Der erste ist ganz eigenartig, indem der Mensch die Natur selbst zwingt, die ihm genehmen Stoffe zu schaffen, die im normalen Ablauf der Dinge gar nicht gebildet würden, daß er durch sein Eingreifen den Ablauf des Naturprozesses so dirigiert, daß als Resultat der gewünschte Körper erscheint, der dann also im Stoffwechsel eines Organismus entstanden ist, aber erst nachdem der Anstoß zu seiner Entstehung von Menschenhand gegeben wurde. Dieses Verfahren — das *Fermentieren* — beruht auf der Schaffung von Bedingungen, unter denen die fermentative Spaltung der komplexen Verbindung, in welcher der fragliche Stoff vorliegt, gefördert wird. Auf diese Weise kann die natürliche Entstehung von Riechstoffen, von Alkaloiden usw. dirigiert werden. Der andere Weg — das *Aufschließen* — ist ein rein chemischer, er beruht auf der Tatsache, daß „schwächere“ Verbindungen durch „stärkere“ aus Komplexen mit anderen Stoffen ausgetrieben werden. Dieser letztere Weg findet besonders dann

Anwendung, wenn es sich darum handelt, irgendeinen bestimmten Stoff aus dem Naturprodukt zu entfernen, ohne daß der andere mit ihm im Komplex befindliche Stoff mitentfernt werden soll, wenn es sich also gewissermaßen um eine Isolierung handelt. Ein Beispiel wird das deutlicher machen. Im Tabakblatt ist der größte Teil der Nikotinbase an organische Säuren (Äpfelsäure, Zitronensäure usw.) gebunden, in der Kaffeebohne ein großer Teil des Koffeins an Chlorogensäure. Wollte man beim Entnikotinisieren oder Dekoffeinisieren direkt mit Extraktionsmitteln vorgehen, so würde man, abgesehen davon, daß die Extraktion nur sehr unvollkommen verlief, mit dem Nikotin, bzw. Koffein auch die mit ihnen in Verbindung stehenden Säuren entfernen, die z. T. ein gut Teil der Wirkung der betreffenden Genußmittel veranlassen. Wird aber vorher durch Aufschließen für die Lösung der Verbindung Sorge getragen, dann wird die Extraktion des freigelegten Nikotins oder Koffeins in großem Betrage erfolgen können und nur diese betreffen. Schließlich versteht man unter Aufschließen noch ein anderes Verfahren, das ausschließlich Nahrungsmittel betrifft, nämlich die *Lockerung des Molekulargefüges* durch chemische oder physikalische Eingriffe, wodurch der betreffende Nahrungsstoff für die Verdauungssäfte des menschlichen Körpers leichter zugänglich gemacht wird.

Wenn wir zunächst einige Fälle von Fermentation betrachten wollen, so sei zunächst daran erinnert, daß sich der bekannte blaue Farbstoff *Indigo* niemals in der lebenden Pflanze als solcher fertig gebildet vorfindet, sondern nur dessen ungefärbte Muttersubstanz, das Indikan. Zur Gewinnung des blauen Farbstoffes müssen die abgeschnittenen Pflanzen zunächst abgetötet werden. Man weicht sie einige Stunden in lauwarmem Wasser ein, wodurch das Indikan aus den Blättern herausgelöst wird und gleichzeitig ein in dem abgestorbenen Protoplasma befindliches Ferment, das die Spaltung des Indikans in Indigweiß und Zucker vollzieht. Am Ende der Extraktion, nach etwa zehn Stunden, ist die Flüssigkeit nicht auffallend gefärbt; aus dem Extraktionsbassin ergießt sie sich — so schildert *Molisch* den Prozeß aus eigener Anschauung — in mächtigem Strom in ein anderes Bassin und schon nach wenigen Minuten bildet sich himmelblauer Schaum, ein Rührwerk mit hölzernen Schaufeln setzt sich in energische Bewegung, der Extrakt wird „geschlagen“, d. h. ordentlich mit Luft durchmischt, und binnen zwei Stunden ist das gesamte Indigweiß zu Indigblau oxydiert, wobei durch Zusatz von Ätzkalk die Indigobildung befördert wird. Ebenso wie durch ein spaltendes Ferment aus dem Chromogen Indikan der Farbstoff Indigo gebildet wird, so zerfällt die goldgelbe Ruberythrinsäure der Krappwurzel nach dem Abtöten in Zucker und den roten Alizarinfarbstoff. Es ist überhaupt eine charakteristische, industriell noch kaum gewürdigte Erscheinung, daß nach dem Tode des Protoplasmas, in der sog. Autolyse, oder auch nur während des durch Narkose hervorgerufenen lethargischen Zustandes, kurz, wenn dessen die Enzymarbeit regulierendes Wirken sus-

pendiert oder zerstört ist, die Fermente vornehmlich in der Richtung des Abbaues tätig sind, also z. B. aus Glukosiden wie Indikan oder Ruberythrinsäure die Komponenten Zucker und Farbstoff abspalten, aus hochmolekularen Kohlehydraten die einfachen Zuckerarten abbauen. So habe ich in stärkehaltigen Knollen und Keimpflanzen, nachdem sie kurze Zeit in Chloroform-, Äther-, Azetylnarkose gehalten worden waren, Anhäufung von Zucker, in eiweißhaltigen solche von Aminosäuren beobachten können. Es ist ja auch wahrscheinlich, daß dem durch Äther hervorgerufenen Frühtreiben von Pflanzen derselbe Prozeß zugrunde liegt, indem die gebildeten einfachen Kohlehydrate ebenso als Baustoffe Verwendung finden wie das normalerweise bei deren Frühlingmobilisierung statt hat. Auch beim Tierkörper vollzieht sich in der Narkose etwas ähnliches, auch hier wird ein Überschuß von Zucker durch Abbau von Glykogen gebildet und im Harn ausgeschieden — die „Narkosediabetes“.

Das Vanillin, der bekannte intensive Duftstoff der Vanilleschote, ist nirgends in Pflanzenreich fertig gebildet vorhanden. Die frischen, reifen Vanilleschoten sind nahezu geruchlos und enthalten von dem aromatischen Stoff kaum nennenswerte Mengen. Erst durch eine besondere Art der Zubereitung der Früchte gelingt es, das Vanillin selbst freizumachen. Es sind da zwei Arten für den guten Ertrag der Ernte maßgebend, das trockene Verfahren, wie es in Mexiko, dem Zentrum der Vanillegewinnung geübt wird und das Heißwasserverfahren. Bei der mexikanischen Trocknung werden die Früchte auf einem hölzernen Gitterroste flach ausgebreitet und zunächst zum Welken gebracht, dann auf schwarzen Wolldecken liegend, der Sonnenglut ausgesetzt und schließlich schnell in vorher angewärmte Kasten verteilt, die Wolldecken über ihnen zusammengeschlagen und nun ein regelrechter Schwitzprozeß eingeleitet, der 16 bis 22 Stunden dauert, wonach die Frucht jene dunkelbraune Farbe angenommen hat, mit der wir das Handelsprodukt ausgestattet sehen. Schließlich kommt der wichtigste Prozeß, die Fermentwirkung, zu welcher die Schoten einen Monat an der Sonne oder im Backofen liegen müssen, um zu „kristallisieren“, d. h. sich mit einer Schichte der glänzend weißen Vanillinkristalle zu überziehen, welche jetzt erst das Aroma der Früchte hervorrufen. Statt der Sonne oder des Ofens verwendet das Heißwasserverfahren siedendes Wasser, in das die Schoten mehrmals für einige Sekunden getaucht werden, um dann erst regelrecht zu schwitzen. Der Vanillesaft birgt neben der geruchlosen Muttersubstanz des Vanillins ein Ferment, das Emulsin, welches die schwachriechende Muttersubstanz des Vanillins, das Glukovanillin, in Zucker und Vanillin zerlegt. Das Glukovanillin mag seinerseits durch Oxydation aus Koniferin entstehen, so genannt, weil es sich auch im Rindensaft unserer Koniferen findet; aus ihm kann das Vanillin auch künstlich dargestellt werden. Jedem ist bekannt, daß ein frisches Fichtenbrettchen, an den geheizten Ofen gestellt, einen mehr oder weniger intensiven Vanillegeruch ausströmt. Das kommt daher, daß teils kleine Mengen Vanillin,

die aus dem Koniferin entstanden sind, sich als ständige Begleiter der Holzsubstanz finden, teils durch die Ofenwärme eine Spaltung des Glukovanillins in Zucker und Vanillin stattfindet, genau so wie beim Schwitzprozeß der Vanilleschoten. In der Vanillefrucht aber entsteht durch Wirkung des Emulsins noch nicht Vanillin, sondern erst eine Vorstufe desselben, der Koniferylalkohol, während das Vanillin selbst ein Aldehyd ist. Da Aldehyde im allgemeinen stärker riechen als die Alkohole, aus denen sie durch Oxydation entstehen, so ist wohl auch schon durch Entstehung des Koniferylalkohols ein gewisses Aroma gegeben, aber erst durch dessen Oxydation zum Aldehyd tritt das typische Vanillearoma hervor. Diese notwendige Oxydation nun bewirkt wieder ein anderes Ferment, eine Oxydase, die sich neben Emulsin in der Vanilleschote findet. So ist es wohl auch im Holzbrettchen, dessen Geruch zuerst schwach ist und erst bei längerem Trocknen intensiver wird, denn die Wirkung der Oxydase wird erst durch höhere Temperaturen zu voller Geltung gebracht. Diese Produkte treten also im Leben gar nicht in Erscheinung, in der Natur ist das Vanillin gar nicht als solches vorhanden, d. h. es ist kein Endprodukt eines Stoffwechselprozesses, sondern ein Zwischenprodukt; die spaltenden und oxydierenden Fermente, die bei der Erzeugung dieser für den Menschen wertvollen Produkte beteiligt sind, finden in lebenden Pflanzenkörpern eben nicht die für ihre Wirksamkeit notwendigen Arbeitsbedingungen, kommen also im natürlichen Laufe der Dinge gar nicht dazu, diese Produkte zu erzeugen, sondern erst, nachdem ihnen die notwendigen Wirkungsverhältnisse künstlich zur Verfügung gestellt worden sind.

Auch die Blätter des frischen Patschulikrautes sind ohne jeden Duft, das wohlriechende Patschuliöl bildet sich in ihnen erst durch eine Art Gärung, der die getrockneten Blätter unterworfen werden; in Indien destilliert man darum die *getrocknete* Pflanze mit Wasserdampf, während andere Blütenblätter und Laubblätter, in denen der Duftstoff bereits fertig gebildet steckt, in *frischem* Zustande verarbeitet werden müssen. Zur Ausfuhr nach Europa werden die Patschuliblätter halbtrocken verpackt und absolvieren die notwendige Fermentation im Schiffsraum. Der Duftstoff des Steinklees, des Waldmeisters, des getrockneten Grases, das Kumin, kommt in der lebenden Pflanze ebenfalls nicht, oder nur in geringer Menge oder schließlich an andere Substanzen gebunden vor. Gras und Steinklee duften wohl auch in lebendem Zustande jedermann weiß aber, daß ihr Heu einen viel stärkeren Duft ausströmt, indem eben dann das Kumin gebildet oder aus seiner Verbindung abgespalten wird. Auch in der brasilianischen Tonkabohne, die in der Parfümerie wegen ihres Duftstoffes zur Parfümierung der künstlichen „Weichshölzer“ und zur Bereitung der Maitrankessenz reichliche Anwendung findet, kommt das Kumin nicht als solches vor, sondern die aus der Frucht herausgelösten Samen, die Tonkabohnen, müssen erst eine absonderliche Prozedur durchmachen. Man

schüttet sie in große Fässer, füllt dann das Faß mit Rum und bedeckt es mit Sackleinwand; nach 24 Stunden zieht man den Rum wieder ab und trocknet die Bohnen an der Luft. Sie sind dann fast schwarz und aufgeblasen, und wenn sie trocken geworden sind, erscheinen sie an der Oberfläche mit weißen glänzenden Kumarinkristallen bedeckt, denen sie ihren wunderbaren Duft verdanken.

Der wertvolle Inhaltstoff kommt auch in unseren verbreitetsten Genußmitteln, dem Kaffee, Tee, Kakao, Tabak, nicht in freier Form oder in ungenügender Menge vor, so daß auch bei ihnen die Erntebereitung zum großen Teil in einer aufschließenden Fermentation besteht, wobei durch Fermente das wirksame Alkaloid aus einer inaktiven Verbindung abgespalten wird. Das Koffein des Tees z. B. ist in den Teeblättern in Form eines Glukosids an Zucker gebunden, vorhanden, das erst durch Fermentwirkung gespalten werden muß. Durch die fermentative Spaltung des Koffeinglukosids entsteht Koffein und Teerot, dem der schwarze Tee seine Farbe verdankt. Auch das Teearoma wird bei der Fermentierung erzeugt. Etwas ähnliches dürfen wir beim Tabak annehmen; das Nikotin ist im frischen Tabakblatt an Zitronensäure und Äpfelsäure gebunden; auch hier muß die Fermentierung eingreifen, die dem Tabak seinen charakteristischen Geruch und die dem Raucher erwünschten Eigenschaften verleiht. Die Kakaofrucht, das Ausgangsmaterial für die Schokolade, ist zunächst bitter und herb; erst durch eine mehrere Tage währende Fermentierung wird der angenehme milde Geschmack und das feine Aroma erzeugt. Sehr verschieden von diesen Fermentwirkungen ist die Gärung, welche die Kaffeebohnen bei der Erntebereitung durchmachen; sie hat hier nur den äußerlichen Zweck, das Abfaulen der anhängenden Fruchtschalenreste zu bewirken. Das, was die Fermentierung bei Tee und Kakao vollzieht, die Spaltung der zusammengesetzten Muttersubstanzen wird beim Kaffee z. T. durch das Rösten bewirkt. Wir werden später hören, was daraus für den Prozeß des Entkoffeinisierens folgt. Bei manchen Genußmitteln erfolgt die Fermentation erst beim Genuß selbst, so beim Kolakauen durch den Speichel des Kauenden. Unbewußt haben die Neuseeländer diese wissenschaftliche Methode auch beim Genuß der Kawa gefunden. Das ist die Wurzel einer Pfefferart, *Piper methysticum*, die auf den Südseeinseln vorkommt. Die Wurzel wird abgeschabt, geschnitten und zu Brei zerkaut. Durch das Ptyalin des Speichels geht ein Aufschließprozeß vor sich, der das Narkotikum erst frei macht. Das Ptyalin besorgt bekanntlich ebenso wie die Diastase des Malzes, auch eine Verzuckerung der Stärke und tatsächlich wird von den Indianern in Guyana der Speichel auch benutzt, um stärkehaltige Materialien zu verarbeiten, indem sie dieselben kauen, das Gekaute ausspucken und den mit Wasser verdünnten, nunmehr zuckerhaltigen Brei vergären lassen. Sehr merkwürdig ist folgendes Aufschließverfahren. In den Laubblättern der Äpfel, Birnen, Himbeeren, des Weines sind die Geruchstoffe latent, welche das Aroma der betreffenden Früchte ausmachen, in duftlosen chemischen Verbindungen

enthalten. Wenn man nun einen Brei aus den betreffenden Laubblättern herstellt und eine Aufschwemmung mit Zuckerwasser bereitet, gelingt es beim Vergären des dünnflüssigen Breies durch gewöhnliche Weinhefe ein alkoholisches Getränk zu gewinnen, welches den Duftstoff der betreffenden Frucht in desto ausgeprägterem Maße zeigt, je näher der Zeit der Frucht reife die Blätter der Pflanze entnommen werden. Die Hefe bewirkt durch ein Enzym hier das Aufschließen, und es zeigt sich, daß der charakteristische Duftstoff nicht nur in den Früchten enthalten ist, sondern offenbar in den assimilierenden Laubblättern gebildet wird, in den Früchten aber aus einer komplexen, duftlosen Verbindung erst in Freiheit gesetzt werden kann, ein Vorgang, der meistens als ein im wesentlichen lichtchemischer erkannt worden ist; dem entspricht auch die Erfahrung, daß die Früchte um so aromatischer ausfallen, je lichtreicher der Sommer war. Durch das genannte Verfahren gelingt es also, das Fruchtaroma ohne Früchte zu erzeugen. Einen Fermentationsprozeß macht auch der südamerikanische Paraguaytee oder Maté durch, die Blätter und Zweige mehrerer Arten der Gattung *Ilex* aus der Familie der Aquifoliaceen. Es sind Stechapfelarten, die im Gegensatz zu den unsrigen neben einem koffeinartigen Alkaloid noch ein ätherisches Öl enthalten, das nicht nur für Aroma, sondern auch für die Wirkung wesentlich zu sein scheint. Beide werden erst bei der Fermentation entwickelt. Die Zweige wurden bei dem von den Eingeborenen befolgten Verfahren abgeschnitten, über lebhaftem Feuer getrocknet, wobei es häufig vorkam, daß dem Genußmittel ein unerwünschter Rauchgeschmack gegeben wurde. In den modernen, von Deutschen begründeten Maté-Betrieben wird das jetzt vollkommen vermieden und ein sorgfältig behandelter Maté nach Europa gebracht. Die Behandlung über dem Feuer wird mehrere Male wiederholt und in der Zwischenzeit machen die Zweige die Fermentation durch, das fertige Genußmittel wird in derselben Weise zubereitet wie unser Tee. Der Geschmack dieses für Europa neuen Genußmittels, das in seiner südamerikanischen Heimat schon lange bekannt und leidenschaftlich geschätzt ist, weicht von dem unserer gewohnten Genußmittel einigermaßen ab, ist aber durch das Vorhandensein von Gerbstoffen und dem genannten aromatischen Öl kräftig und herzhafte und sagt nach kurzer Gewöhnung auch dem europäischen Gaumen ungemein zu. Auch als Extrakt oder als Tabak kann Maté genossen werden. Einer Arbeit von Dr. P. Benignus, welcher im Heimatlande den Maté gründlich kennen gelernt hat, entnahm ich die Bemerkung, daß Maté medizinisch verwertbar ist, keine nervenaufregende, sondern nervenanregende Wirkung zeigt, für Kranke, Rekonvaleszenten, Kinder wegen seiner absoluten physiologischen Harmlosigkeit geeignet ist und als vorzüglicher Energieentwickler für den körperlichen und geistigen Arbeiter bezeichnet werden muß, daß Maté überdies bakterientötend wirkt und in wunderbarer Weise den Durst stillt und das Hungergefühl niederhält. Durch seine große Wohlfeilheit und die Möglichkeit,

dasselbe Quantum Maté zu mehreren Aufgüssen verwenden zu können, ist er besonders geeignet, einer größeren Menge von Arbeitern oder Soldaten angenehme und anregende Erfrischung zu bieten. In neuester Zeit ist aber aus Maté auch ein Genußmittel geschaffen worden, das dem verwöhntesten Gaumen zusagt und bestimmt ist, von jenen Kreisen bevorzugt zu werden, welche gegenüber den alkoholischen Tischgetränken eine Abwechslung suchen oder den Alkohol vermeiden wollen, ohne die Nervenregung zu entbehren. Es handelte sich auch hier wieder darum, die wertvollen Matébestandteile aus Verbindungen zu lösen, sie löslich und nutzbar zu machen. Ein sehr einfacher Aufschleißprozeß, dessen Beschreibung mich hier zu weit führen würde, machte das möglich, und so gelingt es, aus Matéextrakt die verschiedensten Genußmittel zu schaffen, anregende Nährpräparate, Getränke wie die sog. *Bronten*, welche mit den alkoholfreien Getränken nicht nur deshalb konkurrieren können, weil sie im Gegensatz zu diesen reine Naturprodukte sind, sondern auch, weil sie die erwünschte Anregung nicht entbehren lassen; ferner die aufgeschlossenen Aufgußpräparate selbst wie *Rio-Matte* und *Ete*.

Eine sehr wichtige Rolle spielt das Aufschließen bei der *Entgiftung* unserer Genußmittel. Wenn allen Menschen das Bedürfnis nach Nervenreiz angeboren zu sein scheint und sich auf bestimmter Kulturstufe der Völker von selbst vordrängt, so verläuft doch die Freude an der Nervenregung im Dasein der Menschheit in Form einer Kurve, deren aufsteigender Ast, an einem bestimmten Punkte der Entwicklung beginnend, bis zu einem Gipfelpunkte zieht, von dem aus der absteigende Ast, die Reaktion gegen das Genußmittel, anhebt. Freilich bis wieder zu Null absinken wird die Kurve nicht, wenigstens könnten wir uns nicht vorstellen, was geschähe, wenn alle Genußmittel wieder aus unserem Leben verschwänden. Immerhin aber hat die Reaktion eingesetzt, der zivilisierte Mensch besinnt sich auf die Schäden, welche das nervenanregende Gift für die übrigen Lebensfunktionen mit sich bringt und daß die sprichwörtliche „Nervosität“ des Kulturmenschen zum großen Teil den Genußmittelfgiften zuzuschreiben ist, deren Verbrauch mit der Hast des modernen Erwerbslebens Hand in Hand mit der Gewöhnung an das Gift steigt, so daß immer weitere Kreise der dauernden Schädigung verfallen. Ein charakteristischer Indikator für die immer wachsende Empfindlichkeit des Kulturmenschen ist wohl darin zu sehen, daß während früher im wesentlichen nur das allgemeinste und stärkste Genußmittelgift, der Alkohol, leidenschaftlich bekämpft wurde und man beispielsweise Koffein gerade an Stelle von Alkohol gesetzt wissen wollte, man sich heute auch schon von dem Glauben an die Harmlosigkeit dieses Alkaloids emanzipiert und es möglichst zu vermeiden sucht, wenigstens dort, wo die Widerstandskraft des Organismus durch Krankheit geschwächt ist. Die Antialkaloidbewegung sucht nun dem Genußmittel das Alkaloid bis zur physiologischen Harmlosigkeit zu entziehen, wobei es jedoch ein wichtiges Problem ist, nicht auch

aroma- und geschmackgebende Stoffe mit dem Giftstoff zu entfernen. Nicht überall macht es ja die Natur dem Menschen so leicht wie bei den alkoholischen Getränken, bei denen durch gelinde Erhitzung der Alkohol ausgetrieben werden kann oder wie bei den Fruchtsäften, die durch Pasteurisieren vor unerwünschter Gärung bewahrt werden können. Wenn man nämlich dem Tabak oder Kaffee das wirksame Alkaloid zu entziehen versucht, macht man die Erfahrung, daß dies nicht so ohne weiteres möglich ist, denn hier sind die Alkaloide so fest an die organischen Säuren oder die Gerbstoffe gebunden, daß die gebräuchlichen Lösungsmittel nur gerade jenen Teil des Alkaloids entfernen, der gerade frei vorliegt, nicht aber die Hauptmenge, welche chemisch gebunden ist. Dazu kommt noch, daß, wie bereits erwähnt, die genannten organischen Komplexe für Geruch und Geschmack sehr wesentlich mitverantwortlich sind, so daß mit ihrer Entfernung das Genußmittel ganz wertlos gemacht werden müßte. Hier setzte das Aufschleißverfahren ein. K. Wimmer, Bremen, D. R. P. Nr. 124 875, kam zuerst auf den Gedanken, das Rohmaterial einem Aufschleißprozeß zu unterwerfen. In der Kaffeebohne ist der gesamte Koffeingehalt in Form der Verbindung mit der erst kürzlich durch Gorter näher bekannt gewordenen Chlorogensäure vorhanden. Das Aufschleißverfahren löst zunächst diese Verbindung zum größten Teil, es besteht in einer Behandlung der Bohnen mit gespanntem Wasserdampf; das in Freiheit gesetzte Koffein kann nunmehr durch reinstes Benzol zum größten Teil extrahiert werden, welches selbst nachher durch Wasserdampf wieder vollkommen weggeblasen wird. Vom ursprünglichen Gehalt von 1,4 % findet eine Verminderung bis auf 0,1 %, eine physiologisch ganz belanglose Quantität, statt. Das Benzol reinigt gleichzeitig die Bohne gründlich von anhaftendem Fett und Wachs, welche, namentlich bei unsorgfältigem Rösten, Valeriansäure und brenzliche Produkte entstehen lassen können. Aber die Wasserdampfbehandlung leistet noch mehr, sie lockert die Zellen auf, welche bei mikroskopischer Betrachtung von Kaffeebohnschnitten mit stark verdickten Zellwänden versehen erscheinen und löst einen Teil dieser Substanzen, der Hemizellulosen, die für den werdenden Kaffeebaum beim Keimen des Samens die Reservestoffe bilden, auf. Diese sind aber auch gleichzeitig die Muttersubstanzen von gewissen Röststoffen, welche infolge dieses Umstandes im entkoffeinisierten Kaffee wesentlich an Quantität und Zusammensetzung herabgemindert sind. Die beim Rösten der Kaffeebohne unter deren Braunfärbung entstehenden aromatischen Substanzen, welche in den wässrigen Auszug übergehend, das spezifische Aroma des Kaffeegetränkes ausmachen, werden in ihrer Gesamtheit *Kaffeol* genannt und in neuerer Zeit von manchen Medizinern neben oder sogar vor dem Koffein für die physiologische Wirkung des Kaffees verantwortlich gemacht. Es ist tatsächlich auffallend, daß der Tee, obgleich er erheblich mehr Koffein enthält als der Kaffee und im allgemeinen bei den in Haushalten gebräuchlichen Aufgüssen der Koffeingehalt einer Tasse Tee

nahezu derselbe ist wie der eine Tasse Kaffee, bekanntermaßen physiologisch wesentlich harmloser ist als der Kaffee. So wird z. B. von *Harnack*, Halle, die Wirkung gewisser Röstprodukte dafür verantwortlich gemacht, die zum großen Teil aus den Gerbstoffen, dem der Bohne anhaftenden Fett und Wachs usw. entstehen sollen. Von *J. Thum* wurde ein Verfahren angegeben (D. R. P. Nr. 382 238), welches die Muttersubstanzen dieser Röstprodukte durch einfaches Bürsten der Kaffeebohnen mit lauwarmem Wasser entfernen soll, wobei angeblich gleichzeitig ein relativ erhebliches Quantum Koffein mitentfernt wird. So gewaschener Kaffee soll dann tatsächlich die unerwünschten Röststoffe vermissen lassen. Damit wäre ein höchst einfaches Aufschließverfahren gegeben, aber die Prüfung des Thumschen Verfahrens durch *Harnack*, welcher die Abwesenheit der schädlichen Röstprodukte hauptsächlich nach der Methode der Tropfengewichtsbestimmung darzutun versucht, und die Bestätigung der erzielten Vorteile sind nicht durchaus überzeugend. Angeregt durch eine Bemerkung in *Molisch' Histochemie*, wo dieser Forscher es als wichtige Aufgabe bezeichnet, die Aufmerksamkeit darauf zu richten, wo denn die sogenannten wirksamen Stoffe der Genußmittel ihren Sitz haben, unternahm ich es, die Herkunft der wichtigsten Kaffeeröststoffe zu untersuchen. Über die Zusammensetzung des Kaffeeols sind wir durch eine höchst wertvolle, auf Veranlassung *Harnacks* durchgeführte Untersuchung von *E. Erdmann* ziemlich genau unterrichtet, wir wissen, daß ca. 50 % von Furfuralkohol gebildet werden, daneben ist Valeriansäure, Essigsäure und eine stickstoffhaltige aromagebende Substanz vorhanden. Der Furfuralkohol ist zugleich nach *Erdmann* physiologisch wirksam. Ich habe nun gefunden, daß durch den oben erwähnten Waschprozeß, die Kaffeolbestandteile kaum verändert werden, nur die Valeriansäure zeigt eine Verminderung. So sehr der Anblick des sich alsbald grünlich-schwarz färbenden, fettigen Waschwassers zu dem Glauben verleiten könnte, es seien hier erhebliche Veränderungen in der Zusammensetzung der Bohne vor sich gegangen, so wenig trifft das tatsächlich zu, die entfernten Fett- und Wachsantheile nehmen eben an der Bildung des eigentlichen, in den Auszug übergehenden Kaffeols kaum teil. Beim Entkoffeinisieren verhält es sich anders. Hier findet zunächst eine Auflockerung des Zellgefüges durch die Behandlung mit gespanntem Wasserdampf statt, die Hemizellulosen der verdickten Zellwände werden zerstört und die Bindung von Chlorogensäure und Koffein gelöst. Die nachfolgende Extraktion mit dem fettlösenden Benzol zieht dann nicht nur das freigewordene Koffein aus, sondern reinigt auch die Bohne gründlich von Fett und Wachs. Tatsächlich ergibt solcher, der Entkoffeinisierung unterzogen gewesene Kaffee nicht nur die schon vorerwähnte beträchtliche Verminderung an Koffein, welches für sich gewonnen wird, sondern auch eine auffallende Verringerung des Anteils an Furfuralkohol im Kaffeol, so daß wohl der Schluß gerechtfertigt ist, daß dieser zum großen Teil aus den Zellwandverdickungen stammt. Die abfallende, sog. Kaffee-

schlaufe, welche große Mengen Kaffeewachs enthält, zeigt, wie weit auch nach dieser Richtung das Benzol extrahierend wirkt.

Ähnlich dem koffeinfreien Kaffee wird neuerdings auch koffeinfreier Tee (D. R. P. Nr. 196 835) erzeugt. Obzwar ja schon durch die Erntebereitung der größte Teil des Koffeins in Freiheit gesetzt ist, vervollständigt man diesen Prozeß durch Aufschließen mittels Säuren oder Alkalien, wobei man vorher für die Extraktion der aromagebenden Stoffe Sorge trägt. Wenn dann das Koffein durch geeignete Lösungsmittel entfernt ist, werden die genannten Stoffe wieder zugefügt. Es braucht nicht betont zu werden, daß durch diese vielfachen chemischen Manipulationen die Qualität des Materials nicht verbessert werden dürfte, wie ja überhaupt beim Tee ein Entkoffeinisieren weniger geboten erscheint als beim Kaffee.

Das Nikotin ist in den Tabakblättern kaum in freier Form vorhanden, sondern als Salz verschiedener organischer Säuren, besonders Äpfelsäure, Zitronensäure, Oxalsäure usw., welche neben den Tabakharzen jedenfalls von wesentlicher Bedeutung für den Geschmack des Genußmittels sind. Darauf muß natürlich bei der Entgiftung des Tabaks besonders Rücksicht genommen werden. Ein Auslaugen der Tabakblätter mit Wasser, welches bei gar zu nikotinreichen Blättern vorgenommen werden muß, weil z. B. ungelagte Virginia- oder Kentuckytabake kein Mensch rauchen könnte, entfernt natürlich nicht nur das Nikotin, sondern auch die wertvollen organischen Säuren und z. T. die Tabakharze. Häufig werden dann die Blätter mit aromatischen, die Geruchs- und Geschmacksnerven stark beeinflussenden Stoffen imprägniert, sauciert. Selbst das Besprengen der Blätter mit Wasser oder deren kurzes Eintauchen, um sie geschmeidiger zu machen, kann, ohne die nötige Sorgfalt ausgeführt, schon wertvolle Inhaltstoffe entfernen. Auf dem Gebiete der Tabakentgiftung hat der Erfindergeist eine aner kennenswerte Fruchtbarkeit gezeigt, freilich ohne daß ihm durchaus befriedigender Erfolg beschieden gewesen wäre, denn alle Nikotinlösungsmittel, mit denen man den Tabak behandelt, versagen, da ja der größte Teil des Alkaloids nicht frei, sondern gebunden vorliegt. Man hat versucht, Ozon, Wasserstoffsuperoxyd, ja sogar den elektrischen Strom die Entgiftungsarbeit vornehmen zu lassen. Laugt man den Tabak aus, so werden auch wertvolle Bestandteile entfernt, das Produkt strohig und qualitätsarm. Die rein mechanischen Mittel zur Entfernung des Nikotins durch Filter von Wolle oder anderes Material, sind so gut wie wertlos, selbst wenn sie mit verschiedenen Stoffen imprägniert sind, welche das Gift „binden“ sollen, denn die Schnelligkeit des Durchzugs macht solche Bindungen illusorisch, die sich bildenden teerartigen Rauchprodukte aber, die für die Wirkung ebenfalls in Betracht kommen, werden dabei überhaupt nicht berücksichtigt. Es bleiben eben auch hier nur wieder die Aufschließverfahren. Relativ am besten wirkt das Verfahren, welches sich *A. Falk* hat patentieren lassen und dem wenigstens ein glücklicher Gedanke zugrunde liegt. Beim Fermentieren

tieren des Tabakblattes bildet sich, z. T. aus dem Nikotin, z. T. aus Eiweißstoffen, Ammoniak, welches im Blatte verbleibt. Das Nikotin selbst ist eine schwache Base, welche durch Ammoniak aus ihren Verbindungen ausgetrieben wird. Dieses Austreiben wird nach Falk durch Erhitzen bis zu Temperaturen von 195° in fest geschlossenen Behältern bewirkt. Das Nikotin wird bei dieser Temperatur ausgetrieben, destilliert ab und wird für sich aufgefangen. Ein praktischer Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß die fertigen Zigarren, Zigaretten usw. der Entnikotinisierung unterzogen werden können. Die Tabakfabrikate werden ohne jede Vorbereitung, so wie sie sind, in Drahtkörben in den Heizraum eingesetzt; dieser ist so gut durch Isolierwände gegen Wärmeausstrahlung geschützt, daß die Temperatur äußerst langsam und in allen Teilen der Maschine sehr gleichmäßig steigt. Es destilliert neben Nikotin noch Ammoniak und Wasser heraus, während die wertvollen Bestandteile sich bei vorsichtiger Handhabung nicht wesentlich verringern. Nachdem der Apparat erkaltet ist, werden die Rauchrequisiten herausgenommen; sie sind natürlich stroh trocken geworden und müssen nun drei Tage auf leinenüberzogenen Gestellen in feuchten Kammern lagern, um dann völlig gebrauchsfähig zu sein und ihren normalen Feuchtigkeitsgehalt wieder zu gewinnen. Ich selbst habe oft solche Tabake analysiert und eine Nikotinverminderung von 30 bis 45 % des ursprünglichen Gehaltes konstatieren können; Tatsache ist auch, daß gewiegte Raucher unbehandelte und in der beschriebenen Weise entnikotinierte Zigarren usw. nicht unterscheiden konnten. Hier wird also das Aufschließen durch ein normalerweise bei der Erntebereitung im Blatte sich bildendes Produkt vorgenommen und der künstliche Eingriff besteht nur darin, daß man durch Erhöhung der Temperatur die Einwirkung desselben vervollständigt und gleichzeitig für eine Verflüchtigung des freigesetzten Alkaloids Sorge trägt. Ein anderer, vielleicht beachtenswerter Gedanke ist der, das Aufschließen durch Kalkwasser vorzunehmen. Auch hier wird natürlich durch die Base das Nikotin in Freiheit gesetzt, gleichzeitig aber eine Auslaugung der organischen Säuren vermieden, denn diese (wie Oxalsäure, Äpfelsäure usw.) geben mit Kalk unlösliche Verbindungen, die also dem Blatte und damit dem Rauchprodukte erhalten bleiben. Das freigewordene, leichtflüchtige Nikotin wäre dann unschwer zu entfernen. Allenfalls könnte man nun noch mit nikotinfreier Tabaklauge saucieren. Freilich, es sind noch andere Momente zu berücksichtigen. Durch die genannte Arbeitsweise dunkelt das Tabakblatt gewöhnlich stark nach und man muß dann noch für nachträgliches Bleichen Sorge tragen und was dergleichen kleine Schwierigkeiten mehr sind. Die Hauptsache aber, Entfernung eines großen Teiles des Nikotins bei erhaltenem Geschmack und Aroma könnte bei diesem Aufschließverfahren wohl erreicht werden und alles andere wäre Sache der technischen Durchbildung.

Wenn zum Schlusse noch die dritte Anwendung des Aufschließens zu besprechen wäre, die Lockerung des Molekulargefüges bei Nahrungsmitteln zum

Zwecke der leichteren Zugänglichkeit für die Verdauungssäfte, so dürften hier einige Andeutungen genügen.

Dem Publikum am geläufigsten ist der Ausdruck „aufgeschlossener Kakao“. Der Holländer *C. J. van Houten* war der erste, welchem es gelang, dem Kakaopulver einen großen Teil seines natürlichen Fettgehaltes durch Abpressen zu nehmen, wobei dem zurückbleibenden Pulver seine nährenden Eigenschaften in vollem Maße gewahrt blieben. Durch diese Erfindung wurde die Tafelschokolade, die früher ausschließlich zur Herstellung der Trinkschokolade verwendet wurde, zum Teil aus dieser Verwendung verdrängt. Das Kakaopulver ist in Wasser oder in heißer Milch nicht auflösbar, man mußte, wollte man die Nährstoffe des Kakaos möglichst ausnutzen und ihren Nährwert auch Kranken und Rekonvaleszenten zugänglich machen, nach möglicher Verteilung des Pulvers in der Flüssigkeit trachten, so daß also die Bildung eines Bodensatzes möglichst hintangehalten würde. Wenn man nun hydraulisch entfettetes Kakaopulver in heißes Wasser zu werfen versucht, wird man nur eine sehr geringe Verteilung, dagegen die Bildung eines sehr reichlichen Bodensatzes wahrnehmen. Soll der Kakao „löslich“ gemacht werden, so daß er sich in der heißen Flüssigkeit möglichst gleichmäßig verteilt, muß man danach trachten, gewisse Gewebeelemente des Kakaos, namentlich den Zellstoff durch chemische Eingriffe in eine Form zu bringen, in welcher sie sich in der Flüssigkeit fein verteilen und der Verarbeitung durch die Verdauungssäfte leicht zugänglich sind. Diese Operation nennt man das „Aufschließen“ des Kakaos. Je weniger Bodensatz ein solcher aufgeschlossener Kakao erzeugt, je mehr sich in der Flüssigkeit schwebend erhält, desto wertvoller ist er. Eine vollkommene Löslichkeit wie beim Zucker oder Kochsalz ist beim Kakao ausgeschlossen; heute erzielt man dieses Aufschließen durch Behandeln des rohen oder des gerösteten Kakaos ohne oder nach Abpressen des Fettes mit kohlensauerem Alkalien, nämlich Pottasche, Soda, kohlensaurem Ammoniak. Durch die Alkalien wird der Zellstoff in einen gequollenen Zustand versetzt, in welchem er sich leichter verteilt, allerdings auch das Kakaorot, der Aromaträger, z. T. zerstört wird. Noch vor 25 Jahren wurde das Aufschließverfahren in Holland als tiefstes Geheimnis behandelt, heute ist es wohl Gemeingut der gesamten Industriewelt. Der halbgeröstete und kleingebrochene Kakao wird mit 1½–3 Teilen Pottasche, in 20–30 Teilen aufgelöst, auf 100 Teile des entfetteten Präparates, bespritzt und damit imprägniert. Dann erst erfolgt das Fertigrösten und die übrigen beendenden Operationen; besonders wichtig ist hier ein weitgehendes Feinzerreiben, damit beim späteren, dem Entölen folgenden Vermahlen ein leicht siebbares Produkt erzielt werde, das beim Aufgießen mit Wasser möglichst wenig Bodensatz bildet. Ein Hauptnachteil des holländischen Verfahrens besteht darin, daß dem Kakao mit den nichtflüchtigen kohlensauerem Alkalien ein, wenn auch unschädlicher Fremdstoff zugeführt wird, der

im Präparat verbleibt, wobei man allerdings bedenken muß, daß gerade Pottasche in der Asche aller Pflanzenstoffe in größerer oder geringerer Menge enthalten ist. übrighens arbeitet man in Deutschland vielfach mit dem flüchtigen kohlen sauren Ammon, wobei der Kakao mit der Salzlösung in Mischmaschinen zusammengegeben und durch Einblasen von Dampf das beigefügte Wasser und das flüchtige Alkali, nachdem es das Aufschließen besorgt hat, wieder entfernt wird. Der aufgeschlossenen, entölten und getrockneten Kakaomasse kann man schließlich wieder Fett in beliebiger Menge zusetzen, so daß es also auch möglich ist, aufgeschlossenen Kakao mit dem ursprünglichen Fettgehalt herzustellen. Mitunter wird auch bloß mit Wasserdampf unter Druck, ganz ohne Zuhilfenahme von Alkalien aufgeschlossen, was aber weniger empfehlenswert ist, da die Stärke der Bohnen verkleistert, Säuregärung im Kakao eingeleitet und das fertige Endprodukt beim Lagern leichter von Schimmelpilzen befallen wird. Das mit flüchtigen Alkalien aufgeschlossene Produkt besitzt hellbraune Farbe, das unveränderte Kakaoaroma, reinen Geschmack ohne laugenhaften Beigeschmack, fühlt sich bei großer Feinheit „wollig“ an und besitzt große „Löslichkeit“ in heißen Flüssigkeiten. Alle holländischen Sorten, die durch nichtflüchtige Alkalien aufgeschlossen wurden, besitzen einen hohen — bis zu 8,19 % — Aschengehalt; es wurde vielfach behauptet, daß durch diese Art der Behandlung der Kakao, namentlich durch die überreichliche Kalimenge, schwerer verdaulich gemacht wird. Daß dem nicht so sein kann, beweisen die ausgezeichneten, nicht nur in Holland, sondern auch in Deutschland nach holländischer Manier aufgeschlossenen Kakaosorten. Beim Genuß einer solchen Tasse Kakao aus 7,5 g Kakaopulver nimmt man nur 0,13 g Kali zu sich, während in einer Tasse Fleischbrühe 0,25 g, in einem Glase Milch 0,31 g, in einer Portion von $\frac{1}{4}$ kg Kartoffelbrei sogar 0,61 g Kali enthalten sind. Tatsächlich haben Versuche mit aufgeschlossenem Kakao ergeben, daß davon 90 % verdaut werden, wobei gerade die Aschenbestandteile vollkommen in den Körper übergehen.

Allbekannt sind die diesbezüglichen Veränderungen, welche alle Mehlprodukte beim Backen erfahren. Die Stärkekörner sind gequollen, ihre Zellhäute gesprengt, sie sind verkleistert, werden beim Backen z. T. abgebaut, zu Dextrinen und sogar bis zu Zucker zerlegt. Durch das Anmachen des Teiges und das Backen findet also eine Aufschließung des Stärkekornes statt. Bei der Herstellung von Kindermehlen u. dergl. benutzt man zur vorherigen Aufschließung das Enzym Diastase, welche bekanntlich im keimenden Samenkorn die Verwandlung der unlöslichen Stärke in lösliche Kohlehydrate, Dextrine und Malzzucker, bewirkt. Auch bei der Fabrikation löslicher Eiweißnahrung sind Fortschritte erzielt worden, der Nährwert des Fleisches kann heute sogar ohne jede Arbeit für die verdauenden Enzyme dem Organismus einverleibt werden, nachdem dessen Eiweiß künstlich vollkommen abgebaut worden ist. Alle diese mehr oder weniger löslichen Eiweiß enthaltenden Präparate kommen unter den verschiedensten Namen auf den

Markt, kranken aber freilich alle an dem Mangel jeden Geschmacks, wenn sie nicht gar unangenehm schmecken, denn die Albumosen und Peptone genannten Abbauprodukte von natürlichem Eiweiß schmecken bitter. Außer Stärke und Eiweiß gibt es aber noch andere hoch zusammengesetzte, schwer verdauliche Nahrungsstoffe, wie das Inulin, deren Aufschließen wichtige Nährquellen eröffnen könnte. Jedenfalls ist die Technik der Aufschließung nicht minder für die Gewinnung wie für die Entfernung von Nahrungs- und Genußstoffen von allergrößter Wichtigkeit.

Besprechungen.

Neuere Literatur über Photographie.

1) *Eder, Josef Maria, Ausführliches Handbuch der Photographie.* Band I, Teil I—IV. Dritte, gänzlich umgearbeitete und vermehrte Auflage. Halle 1905 bis 1912. Wilhelm Knapp. Preis komplett 67 Mark.

Der große Kreis derjenigen, welche die Photographie ernstlich betreiben, sei es als Selbstzweck mit künstlerischen Zielen, sei es als Hilfsmittel zu wissenschaftlichen Zwecken, wird es mit großer Freude begrüßen, daß der erste Band des Ausführlichen Handbuchs der Photographie von *Josef Maria Eder* mit dem Erscheinen des dritten Teiles nunmehr in dritter, gänzlich umgearbeiteter und vermehrter Auflage fast vollständig vorliegt. Ist doch *Eder* der berufenste Fachmann für die Schaffung eines groß angelegten Werkes, das das Riesengebiet der Lichtbildkunst mit allen ihren Hilfswissenschaften erschöpfend behandelt. In der Tat ist der erste Band für alle diejenigen Gebiete, die er umfaßt, wieder zu einem niemals versagenden Nachschlagewerk und Lehrbuch allerersten Ranges geworden, das alle modernen Errungenschaften der rastlos sich vervollkommnenden und damit für immer weitere Kreise anderer Wissenschaften unentbehrlichen Photographie umfaßt. Nur wer alle die in den letzten Jahren neu geschaffenen Anwendungsmöglichkeiten der Lichtbildnerei aufmerksam verfolgt hat, wird ermassen können, welche Riesenarbeit der hochverdiente Verfasser in diesem umfassenden Handbuch niedergelegt hat.

I. Teil. *Geschichte der Photographie.* (484 und XVI Seiten. Gr. 8° mit 148 Abbildungen und 12 Tafeln. Preis 12 Mark.) *Eder* hat in diesem stattlichen Bande seine früher publizierten grundlegenden und auf eingehendem Quellenstudium beruhenden geschichtlichen Abhandlungen bis in die neueste Zeit hinein vervollständigt und schildert hier zum ersten Male die gesamte Erfindungsgeschichte der Photographie bis zum Ende des 19. Jahrhunderts. Einen besonderen Reiz erhält das Werk dadurch, daß ihm in vorzüglicher Wiedergabe eine große Anzahl von zum Teil äußerst seltenen und schwer zugänglichen Inkunabeln und Bildnissen beigegeben ist, welche auf die Geschichte der Photographie Bezug haben. Das ganze Buch ist fesselnd und mit größter Objektivität geschrieben. Ausgehend von den sich im Altertum bekämpfenden Ansichten des *Plato* und des *Aristoteles* über das Sehen und der schon dem *Vitruvius* bekannten Einwirkung des Sonnenlichts auf gewisse Stoffe kommt der Verfasser über die verworrenen Ansichten der Alchimisten über den Einfluß des Sonnenlichts kurz hinweggehend zur ersten Beobachtung eines chemischen Schwärzungsprozesses durch *Albertus Magnus* und damit zu den eigentlichen Urfängen der Photographie. Er schildert

in ungemein reizvoller Weise, wie einerseits die Erfindung der camera obscura, über deren erste Entdeckung sich nichts Genaueres aussagen läßt, die aber schon von *Leonardo da Vinci*, also vor dem lange als ihr Erfinder geltenden *Giovanni Battista della Porta*, klar beschrieben wird, und andererseits die erste klare Erkenntnis der Schwärzung von Silbersalzen durch das Licht und deren Anwendung zur Herstellung einer „photographischen“ Abbildung, die wir dem Hallenser Professor *J. H. Schulze* verdanken, von den verschiedensten Seiten ausgebaut werden mußten, bis schließlich die beiden französischen Forscher *Niepce* und *Daguerre* nach jahrzehntelangen, mit bewunderungswürdiger Ausdauer durchgeführten Untersuchungen im Jahre 1839 die Welt durch die Veröffentlichung der „*Daguerreotypie*“ aufs äußerste überraschen konnten. Von hier aus verfolgt *Eder* dann nicht nur die modernen Vervollkommnungen der Photographie bis zu der photographischen Wiedergabe der natürlichen Farben, der Photogrammetrie, der Kinematographie und anderen Errungenschaften der Neuzeit, sondern er behandelt auch in leichtverständlicher Weise die auf photographischer Grundlage beruhenden Druckverfahren. Hierauf kann im Rahmen einer Besprechung nicht näher eingegangen werden.

II. Teil. *Photochemie. (Die chemischen Wirkungen des Lichtes.)* (533 und VIII Seiten. Gr. 8^o. mit 51 Abbildungen. Preis 15 Mark.) Dieser Band, der die wissenschaftlichen Grundlagen der Photographie behandelt, setzt naturgemäß eingehendere Kenntnisse in der Physik und in der Chemie voraus, obwohl er in klarer Weise von den einfachsten Anschauungen und Grundgesetzen ausgeht, und wird daher weniger den photographischen Praktiker als diejenigen interessieren, die die Photochemie oder Photographie als eigene Wissenschaft betreiben. Trotzdem sollte niemand, dem es um wahres Verständnis der Photographie zu tun ist, die Mühe scheuen, sich in die hier entwickelten Anschauungen hineinzuarbeiten. Bilden dieselben doch das Fundament für das stolze Gebäude der modernen Lichtbildkunst. Entsprechend unserer, gerade in den letzten Jahren wesentlich erweiterten Kenntnis der chemischen Wirkung der strahlenden Energie ist auch dieser Teil der zweiten Auflage gegenüber gänzlich umgearbeitet worden. Von der richtigen Ansicht ausgehend, daß sich die Bedeutung vieler, in ihrem innersten Wesen noch nicht aufgeklärter Phänomene heute noch nicht übersehen läßt, schildert der Verfasser die Ergebnisse der experimentellen Forschung möglichst vollständig und bringt eine, noch in keinem anderen Werke vorhandene zusammenfassende und zugleich kritische Schilderung der bisherigen Resultate theoretischer und praktischer Forschung auf photochemischem Gebiete mit allen Literaturnachweisen. Natürlich hat der Verfasser auch die unsichtbaren aber chemisch wirksamen Strahlenarten, wie Röntgen-, Radiumstrahlen u. a. berücksichtigt und betont in übersichtlicher Weise überall die Anknüpfungspunkte zwischen Theorie und Praxis. So gibt das Werk eine vorzügliche Übersicht unserer physikalischen Anschauungen über das Wesen und die Gesetzmäßigkeiten des Lichts und der verwandten strahlenden Energieformen und des vielseitigen Einflusses dieser Strahlungen auf den Verlauf chemischer Prozesse, sowie schließlich der hierbei in Betracht kommenden chemischen Umsetzungen selbst. Mit besonderer Liebe und Sorgfalt sind diejenigen Kapitel behandelt, die den Photographen in erster Linie interessieren, wie die Theorie des latenten Bildes in der photographischen Platte, die Solarisation und andere speziell photographische Gebiete.

III. Teil. *Die Photographie bei künstlichem Licht, Spektrumphotographie, Aktinometrie und die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes.* (676 und VIII Seiten.

Gr. 8^o. mit 409 Abbildungen und 10 Tafeln. Preis 28 Mark.) Wandte sich der vorhergehende Teil in erster Linie an den Theoretiker, so enthält dieser Band auch für den Praktiker unendlich viel Nützliches. Gleich die ersten vier Kapitel, die sich mit der Spektrumphotographie beschäftigen, sind beispielsweise von größter Wichtigkeit für den Chemiker. Benutzt doch die moderne organische Chemie zur Erforschung der Konstitution komplizierter Verbindungen in weitestem Umfange die photographische Aufnahme von Absorptionsspektren. Aber auch der Physiker, der Astronom und schließlich der mit orthochromatischen Aufnahmen oder mit Dreifarbendruckverfahren arbeitende Photograph bedürfen der Spektrumphotographie als eines unentbehrlichen Hilfsmittels. Diese Kapitel bringen übersichtliche, durch gute Abbildungen unterstützte Beschreibungen der für die verschiedensten Zwecke in Betracht kommenden Spektrographen und vorzügliche Tafeln mit Spektrumphotographien. In engem Zusammenhang hiermit stehen die späteren, entsprechend ihrer praktischen Bedeutung einen breiten Raum einnehmenden Kapitel über die chemische Wirkung des farbigen Lichtes. Hier findet man insbesondere alles für die Herstellung orthochromatischer und naturfarbiger Lichtbilder Wichtige. Speziell für den eigentlichen Photochemiker bedeutungsvoll sind die die Photometrie und Sensitometrie sehr interessant und umfassend behandelnden Kapitel, obgleich diese Abteilung, die zum Beispiel gleichzeitig die Expositions-messer behandelt, auch von keinem Photographierenden vernachlässigt werden sollte. Von eminenter praktischer Interesse sind diejenigen Kapitel, die die Photographie bei künstlichem Licht behandeln und die etwa ein Drittel des ganzen Buches füllen. Hier findet man in seltener Vollständigkeit alles zusammengestellt, was sich überhaupt über die Verwendung künstlicher Lichtquellen für die Photographie sagen läßt. Alle für das Arbeiten mit Gaslicht, elektrischem Licht, Magnesiumlicht usw. wichtigen Apparate werden an der Hand zahlreicher Abbildungen genau erläutert, so, um nur an einem Beispiel die Vollständigkeit des Werkes zu kennzeichnen, nicht nur die sämtlichen, scheinbar nebensächlichen Hilfsapparate für Blitzlichtaufnahmen im gewöhnlichen Sinne, sondern auch die von *Goerz-Schilling's* geschaffenen modernen Apparate für nächtliche Tier-Selbstaufnahmen. Besonderen Wert erhält der ganze Band durch die vom Verfasser selbst gesammelten reichen Erfahrungen.

IV. Teil. *Die photographischen Objektive.* (329 und VIII Seiten. Gr. 8^o. mit 272 Abbildungen. Preis 12 Mark.) Dies Buch ist allen Photographierenden zu empfehlen, die das Bestreben haben, den wichtigsten Bestandteil ihres Handwerkszeuges wirklich kennen und verstehen zu lernen. Nach einer, meiner Überzeugung nach allerdings allzu kurzen, Einleitung in die photographische Optik, die ohne mathematische Vorkenntnisse zu beanspruchen ein ungefähres Bild von der Lichtbrechung im allgemeinen und von den Linsenfehlern nebst den Mitteln zu ihrer Korrektur gibt, führt ein Kapitel über die Geschichte der Kamera und der Objektive und ein kurzes Kapitel über die Lochkamera in das eigentliche Thema des Buches, nämlich eine sehr ausführliche und vollständige Beschreibung aller für photographische Zwecke in Betracht kommenden Objektive. Wie schon in der zweiten Auflage, hat der Verfasser die große Mühe nicht gescheut, das durch die verschiedenartige Benennung der bekannten Objektivtypen von seiten der verschiedenen optischen Firmen komplizierte Material bis auf die neueste Zeit zu sichten. An der Hand guter Abbildungen werden alle Objektivtypen und die bei ihrer Herstellung zur Verwendung gelangenden Glassorten eingehend besprochen und hinsichtlich ihrer

Leistungsfähigkeit charakterisiert. Sehr dankenswert ist die auf S. 134—137 gegebene Zusammenstellung der verschiedenen Anastigmaten. Auch die Teleobjektive, Spiegelobjektive und Umkehrungsspiegel und -prismen werden in besonderen Kapiteln behandelt. Sehr genau wird auf die Blenden und ihre Wirkung eingegangen. Von großer praktischer Wichtigkeit ist das Kapitel, das die Prüfung und Wahl der Objektive behandelt. Hier ist die Prüfung sehr klar und ausführlich beschrieben, während der Wahl der für die verschiedenen Zwecke geeigneten Objektive vielleicht ein etwas größerer Raum hätte gewidmet werden sollen. Den Abschluß des Bandes bilden zwei Kapitel über die Berechnung der Expositionszeit und über Sonderplatten als Ersatz photographischer Linsen.

2) *Hübl, Arthur Freiherr von. Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und ähnlicher Verfahren. Dritte umgearbeitete Auflage. Halle 1912. Wilhelm Knapp. Enzyklopädie der Photographie. Heft 26. 8°. 212 und VIII Seiten mit 40 Abbildungen und 4 Tafeln. Preis 8 Mark.*

Das vorliegende Werk hat sich bereits in den ersten beiden Auflagen einen so großen Freundeskreis erworben, daß es kaum nötig erscheint, auf seine Vorzüge von neuem hinzuweisen. Es beschränkt sich auf diejenigen Methoden der Dreifarbenphotographie, welche auf eine dreimalige Aufnahme, also auf drei selbständige Negative basiert sind und welche überdies die Herstellung von materiellen Farbenbildern anstreben, d. h. es umfaßt insbesondere alle diejenigen Methoden, welche für die Herstellung von naturfarbigen photographischen Abbildungen auf Papier praktisch überhaupt in Betracht kommen. Gegenüber der vorhergehenden Auflage ist die jetzige dritte namentlich in ihrem theoretischen Teil vollkommen neubearbeitet worden, weil die theoretischen Anschauungen vielfach andere geworden sind. Dieser Teil bildet in seiner neuen Form eine ungemein faßliche und fesselnd geschriebene Einführung in das Verständnis von „Licht und Farbe“ überhaupt. Auch der größere Teil des zweiten Abschnittes, der die theoretische Grundlage der Dreifarbenphotographie und die Praxis der photographischen Farbenzerlegung behandelt, ist unter Berücksichtigung der neu aufgefundenen Sensibilisatoren und Filterfarbstoffe wesentlich umgestaltet worden. Relativ wenig geändert hat sich die Technik des eigentlichen Dreifarbendruckes. Hier ist übrigens nicht nur die Herstellung von Dreifarbenbildern auf Papier, sondern auch diejenige von transparenten Bildern für Projektionszwecke behandelt. Das ganze Buch ist allen denjenigen auf das wärmste zu empfehlen, die sich mit der Herstellung von naturfarbigen Photogrammen beschäftigen wollen oder dem für die Illustrierung moderner naturwissenschaftlicher und kunstgeschichtlicher Werke unentbehrlich gewordenen Drei- oder Vierfarbendruck theoretisches Interesse entgegen bringen.

3) *Valenta, Eduard. Die Photographie in natürlichen Farben mit besonderer Berücksichtigung des Lippmannschen Verfahrens sowie jener Methoden, welche bei einmaliger Belichtung ein Bild in Farben liefern. Zweite vermehrte und erweiterte Auflage. Halle 1912. Wilhelm Knapp. Enzyklopädie der Photographie. Heft 2. 8°. 180 und XII Seiten mit 32 Abbildungen und 6 Tafeln. Preis 6 Mark.*

Die zweite Auflage des verdienstvollen Werkes bedeutet nicht nur eine Neubearbeitung der früheren Einführung in die Interferenzfarbenphotographie, sondern der Verfasser hat dem bei Erscheinen der ersten Auflage einzigen Verfahren zur Herstellung naturfarbiger

Photogramme in einer einzigen Aufnahme, die seitdem neu aufgefundenen Verfahren angegliedert, welche dasselbe Ziel verfolgen, aber auf ganz anderer Grundlage beruhen. Es sind dies das namentlich als *Autochrom*-verfahren bekannte und viel geübte Farbrasterverfahren und das vorläufig noch nicht praktisch brauchbare Ausbleichverfahren. Ob allerdings die Vereinigung dieser theoretisch und praktisch außerordentlich heterogenen Methoden in einem Heft vorteilhaft war, kann zweifelhaft erscheinen. Jedenfalls sind diese beiden Verfahren in dem vorliegenden Buch sehr ungleich behandelt. Das Lippmannsche Verfahren zur Herstellung von Interferenzbildern ist nicht nur hinsichtlich der praktischen Ausführung und der modernen Methoden und Apparaturen, sondern auch in bezug auf die nicht ganz einfache theoretische Grundlage sehr eingehend und mit außerordentlicher Klarheit besprochen und dieser Teil des Werkes, der durch die zahlreichen eigenen Arbeiten des Verfassers besonders wertvoll wird, kann ohne Besinnen als eine der besten Zusammenfassungen auf diesem Gebiete bezeichnet werden. Im Vergleich hiermit ist die Photographie mit *Farbrasterplatten* zu kurz fortgekommen. Zu ihrem Verständnis hätte die gesamte theoretische Grundlage der Dreifarbenphotographie erläutert werden müssen. Infolgedessen verzichtet der Verfasser hier vollkommen auf eine Erklärung des Verfahrens und beschränkt sich auf rein praktische Mitteilungen über die zur Verwendung gelangenden Verfahren und Materialien. Innerhalb dieses Rahmens ist auch dieser Teil des Werkes empfehlenswert. So behandelt er nicht nur die *Autochromplatte*, sondern auch die *Omnicoloreplatte*, die *Diophtichromplatte*, *Thames Colourplatte* und die *Kraynschen* Farbenfilms und bespricht schließlich noch verschiedene Patente und Vorschläge zur Herstellung von Farbrastern. Auch die ebenfalls als Dreifarbenphotographie aufzufassende *Photochromie* mittels des Ausbleich- oder Farbenanpassungsverfahrens ist recht ausführlich und verständlich behandelt, aber ebenfalls unter Verzicht auf eine Erklärung der ihr zugrunde liegenden theoretischen Anschauungen über das Wesen der Farbe.

Prof. Dr. Th. Posner, Greifswald.

Georg v. Reichenbach. Von Walther v. Dyck. (Lebensbeschreibungen und Urkunden des Deutschen Museums.) München 1912, im Selbstverlag des Deutschen Museums.

Eine glückliche und besonders geschickte Hand hat für die vom Deutschen Museum herauszugebende Folge von „Lebensbeschreibungen und Urkunden“ als ersten Band ein Lebensbild *Reichenbachs* geschaffen, welches uns von neuem bestätigt, daß in unserem Deutschen Museum kulturhistorische Schätze von höchster Bedeutung ruhen, nicht nur in den sichtbaren, allgemein zugänglichen Sammlungen, sondern auch in den urkundlichen Materialien der Bibliothek und der Plankammer.

Frau *Regina v. Mayerfels*, eine Enkelin *Reichenbachs*, und deren Tochter, Frau *Ida v. Miller*, haben dem Museum den handschriftlichen Nachlaß jenes Mannes gestiftet und damit ermöglicht, der Nachwelt ein plastisches Bild von ihm zu geben.

Daß für die erste biographische Veröffentlichung des Deutschen Museums gerade *Georg v. Reichenbachs* Leben gewählt wurde, bedarf keiner besonderen Begründung; ist er doch für weite technische Kreise das Vorbild des *universellen* Ingenieurs, der sich noch auf den *verschiedensten* Gebieten seiner Kunst betätigen konnte.

Aus dem „Stuckmeister“, der von seinem Vater die Kunst des Kanonenbohrers lernte und die Geschütztechnik bald selbständig und vielseitig förderte, entwickelte sich nach einem längeren Studienaufenthalt in

England der Feinmechaniker höchster Präzision, der zusammen mit dem großen *Joseph Fraunhofer* „*approximavit sidera*“. Selbst im Feldlager noch beschäftigte sich *Reichenbachs* Geist mit den feinsten technischen Problemen. Er lieferte einem *Gauß* die Werkzeuge zu seinen großen Vermessungsarbeiten; die Sternwarten wurden mit seinen durchdringenden Instrumenten ausgerüstet; zahlreiche feintechnische Konstruktionen, wie seine Teilmaschine, sein Basisapparat, sein Distanzmesser, wurden vorbildlich für die deutsche Feinmechanik, und seine Leistungen auf diesem Gebiete ließen *Branders* Ruhm verblassen und überflügeln die Werke englischer Meister wie *Ramsden*.

Die Wassersäulenmaschinen *Reichenbachs* im Berchtesgadener Land, die zum Teil noch heute, nach 100 Jahren, ihre Kräfte spielen lassen, verschafften ihm den Ruf eines der größten Ingenieure seiner Zeit. Seine eisernen Röhrenbrücken waren Produkte modernsten technischen Denkens. Die volle Entwicklung seiner zahlreichen Pläne und Berechnungen zum Dampfmaschinenbau wurde lediglich durch die beengenden politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse des Zeitalters gehemmt.

Die Anzeige des schönen Werkes an dieser Stelle darf nicht ohne den besonderen Hinweis schließen, daß *Dycks* Buch nicht etwa nur für den Techniker von hohem Interesse ist; jeder Gebildete wird die Darstellung von *Reichenbachs* Leben mit seltenem Genuß lesen und sich an den lebendigen Worten, den interessanten Faksimiles, den schönen Figuren und dem künstlerischen Druck erfreuen, die in ihrem Zusammenwirken so recht zum Vorbild geeignet sind für die weiteren Veröffentlichungen unseres Deutschen Museums auf dem Gebiete technischer Entwicklung.

Dr. F. Göpel, Charlottenburg.

Michaelis, Prof. Dr. Leonor: Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker. VII und 253 S., Berlin 1912, Julius Springer, Preis geh. M. 7.—, in Leinw. geb. M. 7,80.

Der Besitz an mathematischem Wissen, den der Studierende der Naturwissenschaften von der Schule — selbst von Realanstalten — mitzubringen pflegt, ist in den weitaus meisten Fällen für seinen Bedarf nicht ausreichend. Der Schule darf hieraus kein Vorwurf gemacht werden; selbst wenn sie ihr Pensum hier und da noch erweitern wollte, würde dadurch die ganze Sachlage nur wenig verändert werden. Daraus folgt dann, daß der Studierende auf der Hochschule selbst das für ihn erforderliche Quantum Mathematik erarbeiten muß. Von dem Astronomen, dem Physiker und den meisten Lehramtskandidaten wird seit langem diese Forderung als ganz selbstverständlich erfüllt, und diese beginnen demnach auch ihr Studium mit der Mathematik. Beim Chemiker, Mineralogen, Geologen, Biologen usw. ist aber dies Verfahren durchaus noch nicht allgemein üblich, und diese merken dann vielfach erst in späteren Semestern — wenn nicht der gütige Zufall sie vorher einem „scharfen“ Lehrer in die Hände führt —, daß auch die „beschreibenden“ Naturwissenschaften heute zum tieferen Verständnis und besonders zum eigenen Forschen eine gewisse Kenntnis der höheren Mathematik erfordern. Dann fehlt es aber meist an Zeit, diese Wissenschaft noch gründlich zu studieren, und wer nicht — meist unter Berufung auf Mangel an mathematischer Begabung — gänzlich resigniert, ergreift eines jener schätzenswerten Werke, die es sich zur Aufgabe machen, nur die für gewisse Zweige der Naturwissenschaften erforderlichen mathematischen Kenntnisse zu lehren unter Vermeidung aller Dinge, die diesen besonderen Zweck nicht fördern.

Zu dieser Kategorie von Büchern gehört auch *Leonor Michaelis'* Einführung in die Mathematik für Biologen und Chemiker, die — abweichend von dem üblichen Gebrauch — mit einer Rekapitulation der elementaren Mathematik beginnt. Dieser folgt die „Lehre von den Funktionen“, die im wesentlichen die Haupttatsachen der analytischen Geometrie der Ebene enthält. Die wichtigsten Kapitel bilden denn naturgemäß „Differentialrechnung“ und „Integralrechnung“, denen sich noch zwei weitere Abschnitte über „Mac Laurinsche und Taylorsche Reihen“ und „Differentialgleichungen“ anschließen.

Natürlich wird man in einem Werke dieser Art durchweg nicht die scharfe Beweisführung mathematischer Lehrbücher suchen dürfen; wo die Begründung zu sehr ins Weite geführt hätte, hat der Verfasser es vorgezogen, die mitgeteilten Sätze „plausibel“ zu machen, und dafür werden ihm viele Leser Dank wissen.

Die Menge des gebotenen Stoffes wird auch dem anspruchsvolleren Chemiker, sicherlich aber dem Biologen genügen. Vermißt habe ich die Auflösung der Gleichungen dritten Grades, die doch nicht allzu selten sind, und dann die Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung, die für das Verständnis der ganzen modernen Atomistik unentbehrlich ist.

Um nicht allzu abstrakt zu werden, hat der Verfasser an vielen Stellen die mathematischen Ergebnisse an Beispielen aus Physik, Chemie und Biologie erläutert. Die Theorie der Maxima und Minima wird benutzt zur Berechnung des Ionenminimums von Wasser und amphoteren Elektrolyten; im Kapitel Integralrechnung findet sich Gelegenheit, die Arbeitsleistung bei isothermer Ausdehnung eines Gases zu bestimmen sowie einige Formeln der chemischen Reaktions-Kinetik zu entwickeln; an die Differentialgleichungen endlich knüpfen Erörterungen über Fallgesetz, Schwingungen und das Nernstsche Wärmetheorem an. Man sieht, der Verfasser hat nach Mannigfaltigkeit gestrebt und auch begrifflich schwierige Gegenstände herangezogen, um anregend zu wirken.

Koppel.

Gmelin-Krauts Handbuch der anorganischen Chemie. Siebente gänzlich umgearbeitete Auflage. Unter Mitwirkung hervorragender Fachgenossen herausgegeben von *C. Friedheim* † und *F. Peters*. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung. Lieferung 146 bis 160 (1911/12). Subskriptionspreis des Heftes M. 1,80; Einzelpreis M. 3,—.

Von diesem groß angelegten Werk, dessen baldige Vollendung jedem Chemiker am Herzen liegt, der sich auf irgend einem Gebiet der anorganischen Chemie Aukunft zu verschaffen wünscht, ist wieder eine Reihe von Heften erschienen. Band III, Abt. 1, umfassend Titan, Silicium, Chrom, Wolfram, Molybdän, Uran, wird in ihnen zum Abschluß gebracht; da der Anfang dieses Teiles bereits vor längerer Zeit erschienen ist, so waren umfangreiche *Nachträge* erforderlich, um alle bis zum Jahre 1911 vorliegenden Originalarbeiten zu berücksichtigen. — Die zweite Abteilung des Bandes V (Quecksilber) und Band VI (Thorium und Niob) werden fortgeführt, und von der zweiten Abteilung des Bandes IV (Blei, Eisen) ist die erste Lieferung erschienen.

Demnach ist der Stand des Werkes jetzt derart, daß mit seinem Abschluß in absehbarer Zeit zu rechnen ist; es fehlen nur noch von den Elementen: Blei, Eisen, die Platinmetalle, Tantal und die seltenen Erden.

Die sachliche Würdigung des Unternehmens nach Anlage und Ausführung sei bis zum endgültigen Abschluß verschoben.

Koppel.

Moriz Benedikt, Biomechanik und Biogenesis. Zweite ergänzte Ausgabe des Buches: „Das biomechanische (neovitalistische) Denken in der Medizin und in der Biologie“. 88 S. Gr. 8. Jena, G. Fischer, 1912. Preis M. 2.—.

Man hört heute oft die Forderung, die Biologie müsse als Naturwissenschaft in erster Linie voraussetzungslos und exakt zu Werke gehen. Bei näherem Zusehen ergibt sich dann die beschämende Erkenntnis, daß solche Voraussetzungslosigkeit nur bedeutet, daß nicht um das Vorausgesetzte gewußt wird. Man kennt die Motive seines Unternehmens nicht. Die Forderung der Exaktheit versteht sich für den Forscher von selbst als die beständige Prüfung seiner Mittel, d. h. der Gedanken und der Werkzeuge. Aber man kann sich kaum etwas Alberneres denken, als den Vorschlag, unter der Marke „exakt“ auf die Prüfung der gedanklichen Mittel zu verzichten und dem Handwerkszeug allein blind zu vertrauen, „rein experimentell zu verfahren“, wie man wohl sagt.

Dieser Überzeugung scheint auch der vielseitige Wiener Neuropathologe zu sein, wenn er in der vorliegenden Schrift Grund und Zweck seiner allgemein-biologischen Erörterungen darlegt. Wie man auch seine sachlichen Darlegungen und Anregungen beurteilen mag und ob man seinen Standpunkt teilt oder nicht, man muß es jedenfalls als ein besonderes Verdienst ansehen, daß er statt der namentlich auf Grenzgebieten in den organischen Naturwissenschaften üblichen „Denkschlamperei“ Methodik fordert und die seinige mitteilt. „Auch die Biologie und die Medizin sind nicht bloß Erfahrungs-, sondern auch Geisteswissenschaften, welche durch begriffliches Denken die gesammelten Beobachtungen, Erfahrungen, Versuche und die einzelnen Erkenntnisätze zu allgemeinen Erkenntnissen und zu einer allgemeinen Erkenntnislehre zu ordnen haben (Seite 2).“

Der Verfasser ist der Ansicht, daß die vorhandenen physikalischen, mechanischen und chemischen Gesetze auch vollwertig für die Lebensvorgänge gelten, diese aber nicht vollständig beherrschen. „Für diese sind außer ihnen noch Naturgesetze höherer Ordnung geltend, die sich aus den in die unorganischen Bestandteile zerlegten Stoffelementen mit ihren Kraftspannungen nicht ableiten lassen (Seite 3).“ Die Annahme „eigener vitalistischer Kräfte (Seite 86)“ scheint zwar entbehrlich, doch erfordert das Verständnis der Lebensvorgänge eine besondere Betrachtungsweise, die der Verfasser „*Biomechanik*“ nennt, „d. i. die Lehre von den Bauanordnungen, welche das Auftreten von Lebensvorgängen ermöglichen und von der Art des Betriebes durch die in den Organen aufgehäuften Ladungen. Die Lehre vom Bau der lebenden Organismen — die Anatomie — kann sich bloß mit den Formen beschäftigen, die Leistungslehre — die Physiologie — mit den Leistungen der Organe; die Biomechanik sucht die Bauideen auf, welche die Leistungsfähigkeit bedingen, und erforscht die Art, wie die Leistung zustandekommt. Die biomechanischen Gleichungen sind also physikalische, chemische und mechanische höherer Ordnung als jene, die in der leblosen Welt gelten . . . (Seite 3).“ Das Ziel der Biomechanik soll Mathematik und mathematische Mechanik sein; denn die Mathematik „lehrt uns, wie man Erkenntnisse formulieren muß, und besonders, wie man höchste Erkenntnisse in einfache Formeln bringt, aus denen man dann eine große Reihe von Erscheinungen folgern und sowohl die Voraussetzungen als die Folgen auf ihre Richtigkeit prüfen kann (Seite 5).“

Auf Grund solcher Voraussetzungen werden dann die Verrichtungen des gesunden und kranken Organismus so beleuchtet, daß man den Darlegungen jedenfalls mit großem Interesse, wenn auch manchmal zum Wider-

spruch geneigt, folgen wird. Die Biomechanik des Zellenlebens, besonders die Fernwirkungen mittels des Saftstromes und mit Hilfe des Nervensystems, letztere auch in ihrer Bedeutung für das Wachstum und im krankhaft veränderten Zustand, die Neuronenfrage, die Biomechanik des Wachstums, des Blutstroms (ein besonders auch für den Mediziner anregendes Kapitel), des Nervenmuskelapparates und der Fortpflanzung wird in gedrängter Form besprochen.

Allgemeine biomechanische Gesetze formuliert der Verfasser folgende:

Das Grundgesetz der Lebensäußerungen besagt, daß für jede vitale Manifestation die angeborene Anlage und alles, was während des individuellen Lebens gewirkt hat, gleichmäßig verantwortlich zu machen ist. (*Verworn's* Konditionismus bringt dasselbe präziser zum Ausdruck. Siehe Seite 51 in Bd. 1 dieser Zeitschrift).

Das biomechanische Minimalgesetz: „Die Natur erreicht ihre Zwecke mit dem geringsten Aufwande von Kraft, Zeit und Raum und mit dem geringsten Verbrauch des geeignetsten Stoffes in den geeignetsten Raumverhältnissen (Seite 37)“ gilt für das Gesamtleben, während die Einzelleistung so vielfach gesichert ist, daß von einer „Luxusanlage“ und einem „Luxusgesetz“ gesprochen werden kann.

In zwei angehängten Abschnitten (deren Text, nebenbei bemerkt, viele Druckfehler verunzieren) dehnt der Verfasser seine Betrachtungsweise auf das Seelenleben aus und skizziert eine Biogenesis im Anschluß an die Versuche *Leducs* und anderer über die künstliche Herstellung (besser Nachahmung) biomorphologischer Gebilde.

J. Schawel, Jena.

H. Molisch, Leuchtende Pflanzen. Eine physiologische Studie. Zweite vermehrte Auflage. Jena. Verlag G. Fischer. 1912. Mit 2 Tafeln und 18 Textfiguren. 198 Seiten. Preis M. 7,50.

Ein wissenschaftliches Werk hat in der Regel nur einen beschränkten Verbreitungskreis, der sich auf die Fachgenossen erstreckt. Wenn daher eine physiologische Studie wie *Die leuchtenden Pflanzen* eine zweite Auflage notwendig macht, so ist schon diese Tatsache ein sicheres Zeichen, daß hier eine besonders beachtenswerte Arbeit vorliegt. — Der große Wert derselben liegt zunächst darin, daß sie kein kompilatorisches Werk ist, sondern das Produkt eines eingehenden, viele Jahre umfassenden Studiums aller hier in Betracht kommenden Objekte und Fragen. *H. Molisch*, der berühmte Wiener Physiologe, hat alle Erscheinungen selbst beobachtet, eingehend nach allen Richtungen studiert, vielfach eigene Untersuchungsmethoden ausgearbeitet und bisher unbekannte, leuchtende Organismen entdeckt.

Es muß aber ganz besonders darauf hingewiesen werden, daß nicht nur der für physiologische Forschungen interessierte Fachmann, sondern auch jeder Laie, der an interessanten Naturerscheinungen nicht gleichgültig vorübergeht, eine Fülle von Aufklärungen und Anregungen zu eigenen Beobachtungen findet.

Das liegt schon in der Natur des Themas, das *Molisch* hier behandelt. Wer jemals Gelegenheit gehabt hat, in einem feuchten Walde bei dunkler Nacht einen von dem bekannten Pilz „*Hallimasch*“ befallenen Baumstumpf von seiner Rinde zu befreien und ihn über und über leuchten zu sehen, wer jemals das Meeresleuchten bewundert hat, wie der feuchte Sand unter den schreitenden Füßen magisch aufleuchtet, wer jemals gesehen hat, daß Fische, Eier, Kartoffeln und Fleischstücke ein eigentümliches Licht ausstrahlen (eine Folge der auf diesen Objekten mitunter vorkommenden Leuchtbakterie *Bacterium phosphoreum* [*Cohn, Molisch*]), der wird es verstehen, daß in dem vorliegenden Werke ein überaus interessantes,

in seinen Ursachen sehr verschiedenes Naturphänomen behandelt wird. Was diese Arbeiten über leuchtende pflanzliche Organismen in den weitesten Kreisen bekannt machte, das war die Benutzung einer Leuchtbakterie zur Herstellung einer wunderbaren, lebenden Lampe. — Gewisse einfache, von *Molisch* ausgearbeitete Methoden zur Auffindung leuchtender Objekte, z. B. leuchtender Blätter, leuchtenden Fleisches u. a., lassen sich sehr leicht anwenden. — Die rein wissenschaftlichen Fragen, die sich an das Leuchtphänomen knüpfen, wie „Das Leuchten und die Entwicklung der Leuchtbakterien in Abhängigkeit von verschiedenen Salzen und Temperaturen“, „Der Zusammenhang zwischen Ernährung, Leuchten und Wachstum“ u. a. sind von *Molisch* mit jener Gründlichkeit und Klarheit behandelt worden, die alle Werke dieses Forschers auszeichnen. Ich möchte hier nur auf die Erklärung über das Wesen des Leuchtprozesses hinweisen. Nach *Molisch* ist es „höchst wahrscheinlich, daß die lebende Zelle eine Substanz, das Photogen, erzeugt, das bei Gegenwart von Wasser und freiem Sauerstoff zu leuchten vermag. — Zwischen Atmung und Lichtentwicklung ist kein Zusammenhang“.

Es ist selbstverständlich, daß dieses gediegene Werk mit seiner Fülle von Anregungen zahlreiche, neue Untersuchungen zur Folge haben wird. *A. Nestler.*

Kleine Mitteilungen.

Sprungweise Änderungen der Ausdehnung durch die Wärme hat man bisher nur bei Änderungen des Aggregatzustandes oder beim Übergang eines Stoffes aus einer Modifikation in eine andere beobachtet. Für Flüssigkeiten hat man allgemein eine stetige Änderung des Volumens mit der Temperatur angenommen; wie dies durch die gebräuchliche Formel

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t + \beta t^2 + \dots)$$

ausgedrückt ist. Von *Mendeleeff*, *Pickering* und *Lupton* sind zwar für **wässrige Salzlösungen** Unregelmäßigkeiten in der Wärmeausdehnung entdeckt, doch wurden ihre Beobachtungen angezweifelt. Bei den allgemein üblichen Methoden wurde stets ein Intervall von mehreren Graden zugrunde gelegt und für dieses der Mittelwert der Ausdehnung bestimmt. *Davidts* hat nun (*Zeitschr. f. phys. Ch.* 79, 303, 1912) mit einem sehr empfindlichen, dilatometerähnlichen Apparate für je $\frac{1}{100}$ Temperaturgrad von 15° bis 65° die Wärmeausdehnung von Wasser und der wässrigen Lösungen von Calciumbromid, Calciumchlorid, Baryumchlorid und Kupferchlorid (sowie von Kupfersulfat) ermittelt. Während Wasser und die wässrige Lösung von Kupfersulfat ihr Volumen stetig mit der Temperatur änderten, wiesen die übrigen vier Lösungen Unstetigkeitsstellen, „abnorme Punkte“, auf, in denen die Volumenvermehrung größer war als die gewöhnliche.

Es zeigten

	CaBr ₂	CaCl ₂	BaCl ₂	CuCl ₂
in dem Temperaturintervall				
	17°9—64°0	14°6—68°2	18°2—63°5	14°2—66°7
die abnormen Punkte:				
	26°7—26°8	18°7—18°8	31°4—31°5	22°1—20°2
	30°6—30°7	25°5—25°6	37°3—37°4	43°2—43°3
	33°2—33°3	29°7—29°8	46°3—46°4	50°0—50°1
	40°9—41°0	36°7—36°9	50°9—51°0	
	44°7—44°8	41°3—41°4		
	50°9—51°0	47°5—47°6		
		49°4—49°5		
		58°3—58°4		

Außer diesen festen abnormen Punkten existieren beim Calciumchlorid noch variable Punkte an irgend einer

Stelle der beiden Intervalle 46,09—47,06 und 48,08—49,05. Für jede Lösung sind die Volumenzunahmen an den abnormen Punkten annähernd gleich, und zwar betragen die Unterschiede gegen die regelmäßigen Volumenzunahmen auf 1000 cem Lösung bezogen bei CaBr₂ und CaCl₂ ungefähr 0,003 cem, bei BaCl₂ und CuCl₂ ungefähr 0,002 cem. Die Konzentration übt nur einen sehr geringen Einfluß auf die Lage der abnormen Punkte und die Größe der abnormen Volumenänderungen aus. Eine sechzigfache Verdünnung bewirkt nur eine Verschiebung um höchstens 0,02 nach steigender Temperatur und nur sehr starke Konzentrationen machen eine Vermehrung der Volumenzunahme deutlich erkennbar.

Zur Erklärung dieser Erscheinungen muß man die seit einigen Jahrzehnten im allgemeinen aufgegebenen *Hydrattheorie* wieder aufnehmen. Nach dieser sollen auch in verdünnten Lösungen solche Salzhydrate bestehen, wie sie sich aus gesättigten Lösungen bei bestimmten Temperaturen ausscheiden. An den abnormen Punkten spalten diese dann ihr Hydratwasser ab und verursachen die Unregelmäßigkeiten in der Volumenvergrößerung. Die von *Davidts* aufgefundenen abnormen Punkte entsprechen im allgemeinen den Unregelmäßigkeiten, die von *Hamacher* (Diss. Bonn 1910) in der elektrischen Leitfähigkeit von Salzlösungen und von *Geller* (Diss. Bonn 1911) in den Dampfspannungskurven von Salzlösungen entdeckt worden sind. *Mk.*

Die Ergebnisse zehnjähriger Registrierungen des Regenfalls in Norddeutschland (G. Hellmann, Veröffentlich. des Kgl. Pr. Meteorologischen Instituts in Berlin. Abh. Bd. 4, Nr. 6) können allgemeines Interesse beanspruchen, da sie zeigen, wie wenig vertraut wir mit einer so alltäglichen Erscheinung sind, wie falsch unser Erinnerungsbild ist, wenn wir voreingenommen an ein Ereignis herangetreten waren. Der Regen ist für die meisten Menschen etwas Unangenehmes; daher wird seine Dauer und seine Intensität stets überschätzt. Die objektive Aufzeichnung instrumenteller Registrierung hat nach dieser Richtung manche Überraschung gebracht.

Schon bei der *Niederschlagshöhe* werden wir unserer Übertreibung gewahr: Die Zahl der Tage mit weniger als 0,5 mm Niederschlag beträgt 20 und mehr Prozent. Tagessummen von 50 und mehr Millimeter sind bereits recht selten. Die Berechnung der *Häufigkeit der Regenfälle* ergibt: Tage mit nur einmaligem Regenfall machen etwa 30% aller Regentage aus, an etwa 22 von 100 Niederschlagstagen regnet es zweimal am Tage, an 16 dreimal usw. Es liegen Registrierungen vor von Tagen, an welchen es in 18maligen Unterbrechungen geregnet hat.

Die *Dauer der Regenfälle* ist viel kürzer, als wohl allgemein geglaubt wird. Herr *Hellmann* findet dafür folgende Tabelle.

Dauer des Regenfalles	Prozente der Gesamtzahl
0—1 Std.	72
1—2 „	14
2—3 „	6
3—4 „	3
4—5 „	2
5—6 „	1
über 6 „	2

Regenfälle von 12stündiger Dauer sind bereits eine große Seltenheit, die etwa alle 3 bis 4 Jahre einmal an einer Station vorkommt, Regenfälle von 24 Stunden Dauer wurden an den meisten Stationen in den zehn von Herrn *Hellmann* herangezogenen Jahren überhaupt nicht registriert.

Was die *tägliche Periode der Regenfälle* anlangt, so

haben wir zu unterscheiden zwischen einem ozeanischen Typus, der sein Regenmaximum bei Nacht hat, und einem kontinentalen, bei welchem der Niederschlag seinen Höchstwert am Nachmittag erreicht. Bekanntlich liegt Deutschland auf der Grenze des ozeanischen Klimas gegen das kontinentale, was auch in dem wechselnden Bilde der Tagesperiode der Niederschläge seinen Ausdruck findet.

Das Nachmittagsmaximum des Niederschlags ist meist an die lokale Gewittertätigkeit gebunden, bei welcher das in der näheren Umgebung verdunstete Wasser der Erde wieder zurückgegeben wird — der sog. kleine Kreislauf des Wassers. Im Gegensatz hierzu stehen die Niederschläge des großen Kreislaufs. Hierbei wird das auf den Meeren verdunstete Wasser durch die aus den täglichen Wetterberichten bekannten atlantischen Depressionen nach dem Kontinente hereingetragen. Im kleinen Kreislauf macht es dort mehrmals die Wandlung: Niederschlag — Verdunstung — Niederschlag durch, bis es durch die Flüsse dem Meere wieder zurückgegeben wird. A. Schmauß.

Die Entstehung der Pflanzengallen wird gewöhnlich darauf zurückgeführt, daß der die Gallen erzeugende Parasit ein Sekret ausscheidet, durch welches das Wachstum der Gewebe beeinflußt wird. Ein exakter Nachweis ist aber dafür nicht geliefert worden. Besseren Erfolg hat *Marin Molliard* gehabt, der als Untersuchungsobjekt nicht tierische Gallenbildner, sondern das *Rhizobium radicola*, den Pilz, der die Knöllchen der Leguminosenwurzeln hervorruft, benutzt hat. Er kultivierte den Organismus, den er aus den Knöllchen der Saubohne isolierte, in Bohnenbouillon, der etwas Kochsalz und Saccharin zugesetzt waren. Nachdem sich das *Rhizobium* 10 Tage lang entwickelt hatte, wurde die sorgfältig abfiltrierte, in sterilem Zustande gewonnene Kulturflüssigkeit in Probiergläsern gefüllt, die in der Mitte eine Verengung hatten. In diesen Verengungen lagen Erbsenköerner, die vorher auf feuchter Watte aseptisch gekeimt hatten. Der untere Teil der Gläser bis zu der Verengung war mit der Flüssigkeit gefüllt. Andere Erbsen entwickelten sich als Vergleichsobjekte unter denselben Bedingungen auf gewöhnlichem Wasser. Die Wurzeln der Erbsen, die sich in den Gläsern bildeten, waren nun viel kürzer und zugleich bedeutend dicker als die normalen Wurzeln. Es hatte eine Art von Knöllchenbildung stattgefunden, die mit wesentlichen anatomischen Veränderungen verknüpft war. Diese bestanden in einer abweichenden Ausbildung (Hypertrophie) der Rindenzellen und in einer außerordentlich starken Entwicklung (Hyperplasie) des die Gefäßbündel umschließenden Grundgewebes (des Perizykels). Allerdings entsteht eine Verkürzung nebst leichter Verdickung der Wurzel und starker Entwicklung des Perizykels auch in der von *Molliard* benutzten Kulturflüssigkeit, wenn sich kein *Rhizobium* darin entwickelt hat. Aber diese Erscheinungen sind weniger ausgesprochen als in den Versuchen mit Kulturflüssigkeit, in der *Rhizobium* gewachsen war, und die Hypertrophie der Rindenzellen tritt nur in dieser auf, erscheint auch nicht, wenn man die Flüssigkeit vorher 10 Minuten lang auf 120° erhitzt hatte. *Molliard* schließt daraus, daß sie durch ein Ausscheidungsprodukt des *Rhizobium* hervorgebracht werde, das bei dieser Temperatur zerstört wird. (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, 1912, 155, 1531). F. M.

Chitin in Bakterien. Schon frühzeitig hatte man erkannt, daß der Stoff, der die Membranen der Pilze bildet, von der Zellulose der andern Pflanzen verschieden

ist. Man bezeichnete ihn gewöhnlich nach *de Barys* Vorgänge als Pilzzellulose. 1895 wies dann *E. von Winterstein* nach, daß die Zellwände der Pilze einen mit Chitin identischen oder ihm sehr nahestehenden Körper enthalten, und *C. van Wisselingh* zeigte 1898, daß dieser Stoff mit dem Chitin im Körpergerüste der Gliedertiere völlig übereinstimmt. Damit war wieder eine der Schranken gefallen, die man früher zwischen Tier- und Pflanzenreich aufgerichtet hatte. *Wisselingh* hatte nachgewiesen, daß das Chitin bei den Pilzen sehr verbreitet ist, daß aber bei gewissen Arten Zellulose an seine Stelle tritt. In einigen Fällen ließ sich weder Chitin noch Zellulose in den Membranen nachweisen. So war es auch bei allen Bakterien. Wenn trotzdem später wiederholt das Vorkommen von Chitin in der Bakterienmembran behauptet worden ist, so fehlten solchen Angaben die nötigen Unterlagen. Diese hat jetzt *A. Viehoveer* geliefert. 13 Bakterienarten sind von ihm mit der von *Wisselingh* angewandten mikrochemischen Methode untersucht worden, und in allen Fällen gelang der Nachweis des Chitins; am besten eignen sich dazu die Sporen, die vermutlich am chitinreichsten, jedenfalls aber am widerstandsfähigsten gegen die Vorbehandlung sind. Man muß nämlich das zu untersuchende Bakterienmaterial mit Kalilösung in zugeschmolzenen Glasröhren erhitzen. Der negative Ausfall früherer Versuche beruht wahrscheinlich darauf, daß zu lange erwärmt worden war. Nach *Viehoveers* Versuchen genügt eine Erhitzung von 15 Minuten bei 6 Atmosphären Druck auf 164°, um das Chitin in Chitosan (Mycosin) umzuwandeln, das durch Jod-Jodkalium-Lösung und verdünnte Schwefelsäure rotviolett gefärbt wird. Die Farbtöne dieser Reaktion können aber bei den Bakterien alle Übergänge vom tiefschwarzen Violett bis zum Braunviolett zeigen; daher läßt sich nicht von der Tiefe der Färbung oder von einem bestimmten Farbenton auf die Menge des in den Membranen vorhandenen Chitins schließen. Aus Bakterien hat man bereits früher ebenso wie aus den Panzern der Gliedertiere Glucosamin, $C_6H_{11}O_5(NH_2)$, erhalten, und es dürfte jetzt nicht mehr zweifelhaft sein, daß dieser Stoff aus dem Chitin der Bakterien stammt. Durch den Nachweis des Chitins in den Bakterien wird ein Unterscheidungsmerkmal zwischen ihnen und den Pilzen beseitigt. (*Ber. d. D. bot. Ges.* 1912, 30, 443). F. M.

Die Königlich Preussische Geologische Landesanstalt will **die Erforschung der Seen** hinfort planmäßig betreiben. Sie hat schon seit Jahren in ihren geologischen Spezialkarten auch die Tiefen der Binnenseen nach Möglichkeit verzeichnet und veröffentlicht in Zukunft als Teil ihrer „Abhandlungen“ besondere „Beiträge zur Seenkunde“, deren erstes Heft (6.— M.) soeben erschienen ist. Auf 109 Druckseiten und 12 meist farbigen Tafeln behandelt es die Methodik der Seenuntersuchung, die Wassertemperaturen im Madüsee, die Selbsterhöhung von Seen und die Entstehung der Sölle, sowie an einigen Seen der Gegend von Meseritz und Birnbaum (Provinz Posen) Beispiele verschiedener norddeutscher Seentypen; daran schließt sich der Versuch, Gesetze für die Fortentwicklung und Umgestaltung von Seen abzuleiten.

Berichtigung.

In dem Aufsatz von Prof. *Gehrcke* (Heft 3) „Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände“ muß es S. 63 (2) Z. 13 v. u. heißen: *ausschließlich* phoronomischen Naturbetrachtung anstatt *außerordentlich* phoronomischen Naturbetrachtung.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 6.

7. Februar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Über den jetzigen Stand der Forschung über
Radioaktivität. Von Prof. Dr. H. Sieveking,
Karlsruhe. S. 129.

Wesen und Bedeutung der astronomischen Orts-
bestimmung im Luftfahrzeug. Von Prof. Dr.
Adolf Marcuse, Berlin. S. 133.

Biologische Probleme. Von Prof. Dr. Max
Kassowitz, Wien. S. 136.

Die graphische Darstellung. Von Prof. Felix
Auerbach, Jena. S. 139.

Kinematographie und Schule. Von Dr. Bastian
Schmid, Zwickau. S. 145.

Besprechungen. S. 146.

Kleine Mitteilungen. S. 151.

Biologie der Tiere

Von Prof. Dr. R. v. Hanstein

412 Seiten mit 4 farbigen und 10 schwarzen Tafeln sowie zahlreichen Abbildungen

Broschiert M. 8.— In Originalleinenband M. 9.—

Das Buch bietet, ohne besondere Fachkenntnisse vorauszusetzen, dem Leser ein Gesamt-
bild des Tierlebens. Nachdem in einem einleitenden Abschnitt die wesentlichen gemein-
samen Züge der lebenden Organismen und die charakteristischen Verschiedenheiten tierischen
und pflanzlichen Lebens behandelt sind, folgt eine Erörterung aller der Erscheinungen,
die uns das Leben des einzelnen Tieres zeigt. Bewegung, Stoffwechsel und Reizbarkeit,
Stütz- und Schutzvorrichtungen, Fortpflanzung, Entwicklung und Regeneration in den
verschiedenen Formen, wie sie die verschiedenen Stämme und Klassen des Tierreichs
uns erkennen lassen, werden besprochen. Den Schluß dieses ersten Hauptteils bildet
ein Kapitel über Farben und Leuchtorgane. Der zweite Hauptteil behandelt das Tier
als Glied der Gesamtnatur. Es folgen weitere Abschnitte, die die Beziehungen zwischen
Tier- und Pflanzenwelt, sowie zwischen Tieren gleicher und verschiedener Art behandeln.
Gattenverhältnis und Brutpflege, Herdengemeinschaft und Staatenbildung einerseits, die
verschiedenen als Kommensalismus, Parasitismus und Mutualismus bekannten Formen
tierischer Symbiose andererseits werden an Beispielen erörtert. Vom Begriff der Biocö-
nose ausgehend, werden diejenigen tierischen Eigentümlichkeiten behandelt, die ein
biologisches Verständnis der geographischen Verbreitung ermöglichen. Ein Schlußkapitel
gibt einen Ausblick auf das Gebiet der Tierpsychologie.

VERLAG VON QUELLE & MEYER IN LEIPZIG

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

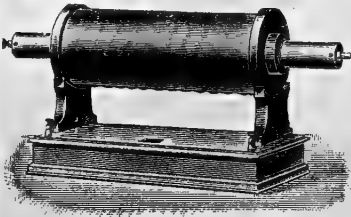
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10. 20. 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig

Die Lehre von den Tonempfindungen

Als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik von

Hermann von Helmholtz

Sechste Ausgabe

besorgt und mit einem Vorwort versehen von Professor Dr. R. Wachsmuth.
XVI, 668 Seiten. Gr. 8°. Mit dem Bildnis des Verfassers und 66 Abbildungen.
Mark 9.—, in Leinenband Mark 10.50

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Kryptogamenflora für Anfänger.

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende und Liebhaber.

Herausgegeben von Prof. **Dr. Gustav Lindau,**

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin. Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem.

Fünfter Band: **Die Laubmoose.** Von Dr. Wilhelm Lorch.

Mit 265 Figuren im Text. — Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 7.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Franz Deuticke, Leipzig u. Wien: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite II u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue i. Erzgeb.: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite III.

Über den jetzigen Stand der Forschung über Radioaktivität.

Von Professor Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.

Seit der Entdeckung der Radioaktivität sind jetzt bald zwei Jahrzehnte vergangen; unvergleichlich viel ist in dieser Zeit an dem neuen Zweig der Naturwissenschaft, der ein Grenzgebiet zwischen der Physik und der Chemie bildet, gearbeitet worden. Physikalische Untersuchungsmethoden ganz neuer Art enthüllen die Anwesenheit zahlreicher bis dahin unbekannter Grundstoffe sowie deren Eigenschaften. Substanzmengen, die sich der feinsten Wägung entziehen, die selbst spektralanalytisch nicht zu bestimmen sind, werden mittels der eigenartigen Strahlungsvorgänge, die mit ihrem Auftreten und Verschwinden verknüpft sind, genau gemessen und trotz ihrer Unbeständigkeit oder eigentlich gerade infolge dieser ihrer Phase und Zusammensetzung nach genau definiert.

Und die Chemie sowohl wie die Physik haben ganz neue Gesichtspunkte gewonnen. Erstere hat den althergebrachten Begriff des chemischen Elements einer Wandlung und Einschränkung unterziehen müssen. Aus Grundstoffen entstanden durch Zerfall andere Grundstoffe, und um fast die Hälfte wuchs die Zahl der Elemente. Die Physik lernte neue Energiequellen kennen von einer Mächtigkeit, die alles bisher Bekannte in den Schatten stellte. Die Umwandlungsenergie beim radioaktiven Zerfall ist so groß, daß alle Spekulationen über den Wärmehaushalt unserer Erde und des Sonnensystems geändert werden müssen. Auch die Auffassung vom innern Bau der Materie ist durch das Studium der Elektronen, die beim radioaktiven Zerfall auftreten, von Grund aus neu gestaltet. Es besteht begründete Hoffnung, eine Theorie zu entwickeln, nach welcher alle bekannten chemischen Elemente aus charakteristischen, durch Rechnung zu bestimmenden Anhäufungen von Elektronen bestehen. Kurz, wohl noch nie hat eine Entdeckung so tief an den Wurzeln unseres bisherigen Wissens gerüttelt, wie die Radioaktivität. Den „Revolutionär“ unter den chemischen Elementen hat ein geistreicher Mann das Radium einmal genannt. Das ist allerdings nur in dem Sinne zutreffend, als unverhältnismäßig rasch neue und wichtige Erweiterungen unserer Kenntnisse zutage traten. Umgestoßen sind die fundamentalen Begriffe der Physik nicht. Ein Perpetuum mobile ist das Radium nicht, wenn auch eine damit getriebene Uhr viele tausend Jahre gehen könnte, ohne aufgezogen zu werden. Der Energieumsatz erfolgt nur in so langer Zeit, daß es erst in allerletzter Zeit gelungen ist, die theoretisch mit der Strahlung verknüpfte Gewichtsabnahme praktisch zu erkennen. Bei der rapiden Ausdehnung des neuen Gebietes ist eine erschöpfende Darstellung in kleinem Rahmen etwas ganz unmögliches.

Die Radioaktivität ist aber in gewissem Grade schon so sehr Gemeingut der gebildeten Menschen und der naturwissenschaftlich geschulten besonders, daß man das Wesentlichste als bekannt voraussetzen darf und sich darauf beschränken kann, die zurzeit als am besten belegten Zahlenwerte anzugeben. In dieser Darstellung, die den Zweck hat, über den augenblicklichen Stand der radioaktiven Forschung zu berichten, wollen wir uns deshalb damit begnügen, die längst bekannten Grundeigenschaften der strahlenden Prozesse kurz zusammenzustellen und eingehend nur bei den Fortschritten der letzten Jahre verweilen.

Wir beginnen mit einem kurzen historischen Rückblick. Die Entdeckung der Uranstrahlung durch *Henri Becquerel* im Jahre 1896 bildete den letzten Grundstein in dem Gebäude der Elektronentheorie. Hier hatte man die freien Elektrizitätsatome, deren Existenz die Elektrolyse vermuten ließ und die in Kathodenstrahlen, dem *Zeeman*- und *Hallwachseffekt* unter wesentlich verwickelteren Bedingungen auftraten, ausgesandt ohne bekannte treibende oder auslösende Kräfte. Die Elektronenkonstanten, das Verhältnis Ladung zu Masse, ergab sich nach *Becquerels* Untersuchung gleich dem entsprechenden Wert beim *Zeemaneffekt* und beim lichtelektrischen Vorgang. Die Wirkung des Magnetfeldes auf die Strahlung stellte ebenfalls schon *Becquerel* fest, und *P. Curie* erkannte die Komplexität der Strahlung, welche *Rutherford* zur Einführung der Einteilung in Alpha-, Beta- und Gamma-Strahlen veranlaßte. Viel besser als am Uran und seinen Verbindungen ließen sich die neuen Erscheinungen an den von Frau *Curie* aus der Pechblende dargestellten Radiumsalzen untersuchen. Zur Messung dienten die Ionisierung der Luft, die photographische Platte und endlich der zum Leuchten erregte Bariumschirm. Von allen sonst untersuchten bekannten Stoffen zeigten nur die Thoriumverbindungen eine gleiche Strahlung wie das Uran und seine Derivate. Als weitere aktive Elemente wurden dann durch Frau *Curie* das mit dem Radiothellur identische Polonium und das von *Debierne* gefundene und mit dem Gieselschen Emanium als identisch erkannte Aktinium gefunden. Im Jahre 1910 gelang Frau *Curie* die Darstellung metallischen Radiums. Sie bediente sich dazu der Methode von *Guntz* und stellte das Metall elektrolytisch auf dem Umweg über das Amalgam her. Bald darauf gelang es *Ebler*, metallisches Radium aus dem stickstoffsäuren Salz in freilich viel kleineren Mengen und weniger rein zu isolieren. Die wichtigsten Eigenschaften der radioaktiven Elemente und ihrer Verbindungen lassen sich in eine physikalische und chemische Gruppe teilen. Sie seien hier ganz kurz erwähnt: Die umgebende Luft wird elektrisch leitend. Die Salze werden durch die Strahlung zur Fluoreszenz erregt, desgleichen der Stickstoff der

umgebenden Luft. Der Röntgenschild, Zinksulfid, Diamanten, Willemitt u. a. werden ebenfalls zur Fluoreszenz gebracht, ferner der Glaskörper des menschlichen Auges, selbst bei geschlossenem Lid. Die Strahlungen werden durch jede einhüllende Substanz mehr oder weniger absorbiert und erzeugen dabei Wärme. Am stärksten absorbierbar sind die Alpha-Strahlen, die Beta-Strahlen weit weniger. Darum erregt ein Radiumpräparat, auch wenn man es in ein Kästchen aus Holz oder Karton einschließt, den Leuchtschild. Die Gamma-Strahlen besitzen eine sehr große Durchdringungsfähigkeit und lassen sich nur durch dicke Bleiplatten absorbieren. Die Analyse der Strahlung durch ein magnetisches Feld löst gleichfalls die letztere in 3 Komponenten auf. Die Alpha-Strahlen werden im Sinne konvektiver positiver Elektrizität abgelenkt, die Beta-Strahlen wie negative Elektronen großer Geschwindigkeit, die Gamma-Strahlen endlich gehen unabgelenkt weiter trotz stärkster Magnetfelder. Von einigen aktiven Substanzen geht eine gasförmige „Emanation“ aus. Diese veranlaßt in ihrer Nachbarschaft das Auftreten vorübergehender Aktivität. Diese Erscheinung, welche *Curie* zuerst beobachtete und „induzierte Aktivität“ nannte, ist nach neueren Forschungen keine Eigenschaft der Induktion, sondern beruht auf der Anwesenheit der Zerfallprodukte der Emanation. Darum ist man von der Bezeichnung induzierte Aktivität ganz abgekommen. Hiervon wird weiter unten noch ausführlicher die Rede sein. Spektralanalytisch untersucht zeigt das Radium ein charakteristisches Spektrum. Die Hauptlinien liegen bei 665,3, 660,0, 630,0, 482,6, ferner liegt eine starke Linie bei 381,5, die erst zu beobachten ist, wenn das Radiumsalz bis zu einer Stärke der Strahlung angereichert ist, die die des Urans 50 mal übertrifft.

Die wichtigsten chemischen Eigenschaften der radioaktiven Stoffe sind folgende: Das chemische Verhalten ist analog dem der entsprechenden Bariumverbindungen, nur sind die unlöslichen Salze, das Sulfat und Karbonat noch unlöslicher. Hierauf beruht die Methode der Trennung. Aus einer Lösung, die Radium- und Bariumsalze enthält, fallen die Verbindungen des ersteren eher aus, so daß man sie anreichern kann. *Ebler* hat die wichtige Beobachtung gemacht, daß sich das Radium aus Verbindungen kolloidal niederschlagen läßt, so daß die umständliche Methode der fraktionierten Kristallisation sich umgehen läßt. Im periodischen System der Elemente gehört das Radium in die Gruppe, der das Calcium, Strontium und Barium angehören, also in die zweite, das Thorium in die vierte, das Uran bekanntlich in die sechste. Alle drei sind in der gleichen Horizontalreihe. Das Aktinium scheint mit dem Lanthan in Zusammenhang zu stehen und würde dann in eine ungerade Kolumne des Systems hineingehören. Stark aktive Präparate oxydieren die umgebende Luft zu Ozon, das sich durch seinen Geruch bemerkbar macht, sie zersetzen Wasser unter Bildung von Wasserstoffperoxyd und wirken zerstörend ein auf organische Substanzen. Darauf beruht der günstige Einfluß

auf krankhafte Wucherung und der rasch wachsende Gebrauch von Radium in der Therapie.

Das reine metallische Radium wirkt zersetzend auf die Luft, indem es vermutlich sich mit dem Stickstoff zu einem Nitrid verbindet. Die Einwirkung auf harnsaure Salze im Sinne einer Überführung in die leichter lösliche Modifikation liegt der günstigen Einwirkung des Radiums und speziell der Emanation auf Gicht und ähnliche Krankheitserscheinungen zugrunde, und bildet somit den Ausgangspunkt für die Verwendung des Radiums in der Balneologie. Hier greift die Natur helfend ein, insofern die Mineral- und Thermalquellen größere Mengen Emanation aus mäßigen Tiefen der Erde heraufbringen. Die Beliebtheit zahlreicher Quellen, von denen hier nur Bad Gastein, Baden-Baden und Vichy genannt sein mögen, ist diesem neuen „Brunnengeist“ zu danken. Der Übergang der Radiumemanation in das nächste Zerfallprodukt unter gleichzeitiger Entstehung von Helium ist die vom chemischen Standpunkt betrachtet wichtigste Eigenschaft. *Ramsay* hat den Übergang der Radiumemanation, die er auch Niton nennt, in Helium als erster erkannt. Wenn auch seine weiteren Beispiele von Umwandlungen eines Grundstoffes in einen andern sich in der Folge als irrtümlich herausgestellt haben, so ist doch diese Umwandlung jetzt mit Sicherheit festgestellt und bietet quantitativ den schönsten Beweis für die Richtigkeit der genialen Desintegrationshypothese von *Rutherford*. Das gleiche gilt von der Bestimmung des Atomgewichtes der Emanation durch *Ramsay* und *Gray*, auf die weiter unten näher eingegangen werden wird. Das Atomgewicht des Radiums ist nach den genauen Messungen von Frau *Curie* 226,45. Nach den neuesten Messungen von *Hönigschmid* beträgt es 225,95 bis 225,96. Bei diesen Messungen stand ein Präparat von 680 Milligramm Radiumchlorid zur Verfügung, das beiläufig gesagt, einen Wert von etwa ein drittel Million Mark repräsentiert.

Wir betrachten jetzt kurz das Vorkommen radioaktiver Stoffe in der Natur. Wenn auch das Radium ganz ungemein verbreitet ist, was aus den Beobachtungen *Elsters* und *Geitels* erhellt, so gibt es doch nur wenige Stätten, an denen dasselbe soweit angereichert ist, daß sich ein fabrikmäßiger Abbau lohnt. Bei der großen Empfindlichkeit des Nachweises radioaktiver Stoffe, die der Spektralanalyse hunderttausendmal überlegen ist, läßt sich die Anwesenheit von etwa ein billiontel Gramm Radium erkennen. So gelingt nach der Elster- und Geitelschen Methode der Nachweis an fast jedem Punkt der Erde, ja auch auf dem Ozean und endlich in höheren Schichten der Atmosphäre, wie Messungen im Ballon gezeigt haben. Besonders reich sind die Eruptivgesteine, dann folgen die sedimentären. Das ganze Radium, das nach Schätzungen in der Erde enthalten ist, dürfte genügen, um die Abkühlung der Erde zu kompensieren. Somit ist auch für den Geologen und den Historiker das Radium ein neuer in Rechnung zu setzender Faktor. Dafür, daß auch auf der Sonne Radium vorhanden ist, spricht das Vorkommen von Helium. Die Hauptfundorte auf der Erde sind die böhmischen Bergwerke, ferner Gruben in

Portugal und Cornwall. Endlich wird in jüngster Zeit auch im Ural eifrig nach Radium gesucht. Im Weltmeer befinden sich nach glaubwürdigen Schätzungen 20 000 Tonnen Radium. Die Leitfähigkeit der Atmosphäre beruht zum Teil auf der aktiven Emanation. Neben dem Radium kommt das Thorium als aktiver Stoff in Frage. Der Gehalt der Gesteine an Thorium ist von einer wesentlich höheren Größenordnung. Ein Derivat des Thoriums, das im praktischen Betrieb eine Rolle zu spielen verspricht, ist das von *Hahn* entdeckte Mesothorium, das bei großer Strahlungsintensität wesentlich billiger als das Radium ist und daher in der Praxis diesem erfolgreich Konkurrenz macht.

Wir wenden uns jetzt zur Besprechung der wichtigen Frage der Meßmethoden, der Einheiten und der Dosierung der aktiven Substanzen. Solange man es nicht mit wägbaren Mengen reiner Substanzen zu tun hat — und das ist nur wenigen beschieden — wird eine Messung immer nur relativ sein. Dazu bedarf es gewisser Standards, und es ist die wichtigste Aufgabe der internationalen Kommission, solche zu bestimmen. Dabei ist die schwierigste Frage die nach der Haltbarkeit. Es läßt sich schwer vermeiden, zumal bei flüssigen Standards, daß ein Bruchteil unlöslich wird. Dadurch werden aber die Strahlungsverhältnisse geändert. Auf der Strahlung beruht die Messung, d. h. in einem Kondensator wird unter dem ionisierenden Einfluß der Substanz ein Sättigungsstrom von bestimmter Stärke zustande kommen. Durch genaue Messungen ist festgestellt, daß ein Gramm Radium ein Stromäquivalent von $2,7 \cdot 10^9$ elektrostatischen Einheiten gibt. Man nennt die Menge Radiumemanation, die mit einem Gramm Radium im Gleichgewicht ist, ein „*Curie*“. Der tausendste Teil heißt ein „*Milli-curie*“, davon wieder der tausendste Teil ein „*Mikro-curie*“. Die Emanation zerfällt und bildet sich gleichzeitig neu. Man kann sie durch Erhitzen so gut wie restlos aus einem Präparat vertreiben. Dann bedarf es einer längeren Zeit, bis sie sich wieder auf den Maximalbetrag angehäuft hat. Fängt man die Emanation quantitativ auf und bestimmt ihr Stromäquivalent, so gestattet diese Messung einen Schluß auf die Menge aktiver Muttersubstanz. Weit verbreitet, aber aus Gründen der Einheitlichkeit besser zu beseitigen ist die Angabe der Aktivität in „*Mache*“-einheiten. Es bedeutet dies die elektrostatisch gemessene Stromstärke, die zur Vermeidung zu kleiner Zahlen mit tausend multipliziert ist. Eine weitere Methode der Messung beruht auf dem Vergleich der ausgesandten Gamma-Strahlung. Dazu bedient man sich eines mit Blei geschützten Elektrometers, dessen Wände alle sonstige Strahlung absorbieren. Ein Vergleich mit einem Präparat von bekanntem Radiumgehalt gestattet die Rückführung auf ein absolutes Maß. Bei starken Präparaten kann man auch die entwickelte Wärmemenge benutzen, um die Stärke zu bestimmen. Dies Verfahren geht schon auf *Curie* zurück, der die durch die Wärme des Radiums aus flüssiger Luft entbundene Gasmenge bestimmte. Die kalorimetrischen Bestimmungen des Radiumäquivalents sind allmählich immer mehr verfeinert. Nach einer Messung,

die *v. Schweidler* und *Heß* im Jahre 1908 mit einem Gramm Radiumchlorid ausgeführt haben, ergab sich die von einem Gramm Radium pro Stunde entwickelte Wärme zu 118 Kalorien. Danach würde ein Gramm Radium bis zu seinem vollständigen Zerfall etwa drei Milliarden Kalorien entwickeln, was der Energie von ca. 500 Kilogramm Kohle entspricht. Nach Versuchen von *Duane* beträgt das Äquivalent 110 bzw. 117 Kalorien.

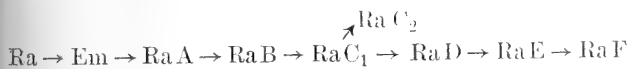
Wir wenden uns jetzt zu den neueren Untersuchungsmethoden, die auf einer direkten Zählung der ausgeschleuderten Alpha-Teilchen beruhen. Es ist dies eine kühne Idee. Man bedenke, daß eins der Derivate des Radiums, das Radium C, in einer mit einem Gramm Radium im Gleichgewichte befindlichen Menge pro Sekunde 34 Milliarden Alpha-Teilchen aussendet! Es wurden teils die durch das Aufprallen der Teilchen auf dem Zinksulfid hervorgerufenen Scintillationen gezählt, und zwar unter dem Mikroskop, teils die Aufladung eines Elektrometers beobachtet. Die Hauptschwierigkeit ist die richtige Abgrenzung eines genau definierbaren Strahlenbündels aus der nach allen Seiten fortgeschleuderten Menge von Projektilen. *Rutherford* und *Geiger*, die die Zahl der Alpha-Teilchen bestimmten, haben ferner die von denselben mitgeführte Ladung gemessen und für jedes Teilchen als mittleren Wert $e = 9,3 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten gefunden. *Rutherford* nimmt an, daß dieser Wert gleich dem doppelten Elementarquantum ist. Danach würde sich diese fundamentale Konstante zu $4,65 \cdot 10^{-10}$ e. s. e. ergeben. Dieser Wert stimmt mit den besten beobachteten Werten überein und ebenfalls mit dem Wert, den *Planck* aus seiner Strahlungstheorie abgeleitet hat. Aus ihm kann man eine andere wichtige Naturkonstante berechnen, nämlich die Anzahl der Moleküle, die im Kubikzentimeter eines Gases unter Normalbedingungen vorhanden sind. Nach den neuesten Bestimmungen beträgt dieser Wert $2,76 \cdot 10^{19}$. *Regener* hat die Ladung eines Alpha-Teilchens beim Polonium gemessen und findet $e = 9,58 \cdot 10^{-10}$ e. s. e. in guter Übereinstimmung mit den eben erwähnten Autoren.

Wir betrachten jetzt die Messung der Heliumbildung aus der Radiumemanation: theoretisch ergibt sich nach obigem durch eine einfache Überlegung, daß, wenn ein Radiumatom bei seinem Zerfall nur ein Alpha-Teilchen und ein Atom Emanation bildet, die Zahl der in einer Stunde von einem Gramm Radium gelieferten Atome Emanation gleich $3,4 \cdot 10^{10}$, und die Zahl der in einer Sekunde von einem Gramm Radium im radioaktiven Gleichgewicht gebildeten Heliumatome gleich $4 \times 3,4 \cdot 10^{10}$ ist.

Die Zahl der im Gleichgewicht mit einem Gramm Radium vorhandenen Atome Emanation ist also gleich $3,4 \cdot 10^{10} \cdot t$, wo t die mittlere Lebensdauer der Emanation bedeutet, welche gleich $4,82 \cdot 10^5$ Sekunden ist. Diese Atome besitzen ein Volumen

$$\frac{3,4 \cdot 10^{10} \cdot 4,82 \cdot 10^5 \text{ cm}^3}{2,7 \cdot 10^{19}} = 0,6 \text{ cmm}$$

schwindigkeit aus dem Atomverband ausgeschleudert wird, so muß der zurückbleibende Bestandteil eine Beschleunigung im entgegengesetzten Sinne erfahren. In verstärktem Maße ist dies natürlich der Fall, wenn ein Alpha-Teilchen, d. h. ein mit großer Geschwindigkeit begabtes materielles Atom herausfliegt. Die gleiche Erscheinung wie bei einem abgefeuerten Geschütz tritt dabei auf, und da nach einem einfachen Prinzip der Mechanik *actio* und *reactio* einander gleich sein müssen, so kann man die Bewegungsgröße des Restatoms, d. h. das Produkt der Masse mal Geschwindigkeit bestimmen. Setzt man z. B. die Geschwindigkeit des Alpha-Teilchens zu $\frac{1}{15}$ Lichtgeschwindigkeit an, seine Masse gleich der eines Heliumatoms, also gleich 4, die Masse des Restatoms, wie es z. B. für Thorium D gilt, rund 220, so erhält man für die Rückstoßgeschwindigkeit $\frac{1}{325}$ Lichtgeschwindigkeit oder etwa 400 Kilometer. Mit dieser großen Geschwindigkeit verläßt das Restatom seinen Platz. Wenn es geladen ist, so wird es unter dem Einfluß anziehender Kräfte sich konzentrieren lassen, eine Erscheinung, die längst bekannt war und als induzierte Aktivität früher wenig zutreffend bezeichnet wurde. Besonders hat *Hahn* Messungen über den Rückstoß ausgeführt und damit den Zerfall der Aktinierreihe festgestellt. Bringt man Aktinium A, B und C auf eine positiv geladene Platte und stellt dieser eine negativ geladene Platte gegenüber, so sammelt sich infolge des Rückstoßes das aus dem Aktinium B entstehende Aktinium C an der negativen Elektrode. *Fajans* zeigte, daß die schon von *Hahn* und *Meitner* gefundene Komplexität des Ra C in der Tat existiert, und daß das Ra C außer Ra C₁ mit der Halbwertszeit 19,5 Min. wenigstens ein kurzlebiges Produkt Ra C₂ enthält. Die Halbwertszeit betrug 1,38 Min. Doch entsteht das Ra D nicht direkt aus dem Ra C, wie sich aus den Rückstoßmessungen ergab, sondern direkt aus Ra C₁, so daß sich das Schema der Entwicklung ergibt:



Dadurch war zum erstenmal die Spaltung einer radioaktiven Reihe nachgewiesen.

Wir sind hiermit am Ende unseres Überblicks über den derzeitigen Stand der Radioaktivität angekommen. Unermeßlich groß sind die Schätze, die Physik und Chemie auf diesem neuen Gebiet, das beiden gehört, gefunden haben. Bedenkt man noch, daß die fundamentalen Versuche über die Abhängigkeit der elektrischen Masse von der Geschwindigkeit erst durch die Verwendung von Radium als Strahlenquelle den erforderlichen Grad von Genauigkeit erlangten, so sieht man wieder einen Fortschritt. Überlegt man, daß beim radioaktiven Zerfall Geschwindigkeiten auftreten, die an die Lichtgeschwindigkeit heranreichen und damit alle anderen uns zur Verfügung stehenden Geschwindigkeiten weit hinter sich lassen, so eröffnet sich die Möglichkeit, mit diesen experimentelle Unterlagen für die brennende Frage nach der Relativität zu gewinnen.

Die noch in Aussicht stehenden Ergebnisse für den Chemiker lassen sich vielleicht einstweilen noch nicht so genau fixieren. Immerhin wird noch manche Überraschung hier zutage treten. Wir verweisen nur auf die Versuche, alle Grundstoffe durch Kombination und Anordnung der Elektronen zu erklären. Was die leidende Menschheit vom Radium in der Hand des Arztes zu erhoffen hat, muß von berufener Seite dargestellt werden, gewiß eine lohnende Aufgabe.

Die Entdeckung *Becquerels*, ihr Ausbau durch *Curie*, *Rutherford* und eine Reihe anderer kaum weniger bedeutender Forscher bildet ein Ruhmesblatt in der Geschichte des Menschengesistes und einen Wendepunkt in der naturwissenschaftlichen Forschung.

Wesen und Bedeutung der astronomischen Ortsbestimmung im Luftfahrzeug.

Von Prof. Dr. Adolf Marcuse, Berlin.

Bei der schnellen und erfolgreichen Entwicklung der Luftschiffahrt ist die aeronautische Ortsbestimmung oder die richtige Ermittlung des jeweiligen Ortes vom Luftfahrzeug aus eine der wichtigsten Aufgaben geworden, ähnlich wie die Kunst der richtigen Navigierung für die moderne Seeschiffahrt. Als Mutterwissenschaft der Schiffahrt gilt die Astronomie, weil sie aus den Stellungen der Gestirne am Firmament Ortsbestimmungen, Zeitschätzungen und Richtungsermittlungen bei Fortbewegung auf der Erde auszuführen erlaubt. Das die Erde scheinbar konzentrisch umgebende Himmelsgewölbe stellt mathematisch-mechanisch betrachtet, eine große Uhr dar, deren Zifferblatt durch die Fixsterne, deren bewegliches Zeigerwerk durch Sonne, Mond und Planeten gebildet wird. Auf diese Weise haben für Jahrtausende die Himmelskörper den Seefahrern der alten Zeit ähnliche Dienste geleistet, wie Chronometer und Kompaß in der modernen, allerdings auch viel komplizierteren Schiffahrt, Instrumente, die aber auch heute nur dann richtig funktionieren, wenn durch astronomische Messungen fortlaufend ihre Angaben kontrolliert werden.

Für die Luftschiffahrt, den jüngsten und stolzen Zweig menschlicher Technik, ist die Astronomie erst seit wenigen Jahren helfend eingetreten; aber auch in der Aeronautik galt noch bis vor kurzem jede astronomische Ortsbestimmung, in der Seeschiffahrt das wichtigste Orientierungsmittel, für nebensächlich und unbequem. Jetzt liegen die Verhältnisse anders, seit Hoch-, Weit- und Dauerfahrten über Wolken, im Nebel und während der Nacht stattfinden, seit lange Fahrten im Luftfahrzeug für strategische Zwecke über Land und Meer ausgeführt, ja sogar aeronautische Forschungsreisen geplant werden. Nunmehr muß im Interesse der Sicherheit und einer gesunden Weiterentwicklung der Luftschiffahrt gefordert werden, daß jeder Luftfahrzeugführer außer mit der technischen Handhabung seines Fahrzeugs auch mit der vollständigen

astronomisch-geographischen wie magnetischen Orientierung vertraut ist, ebenso wie es niemandem einfallen würde, sich einem Schiffe ohne astronomische Navigation anzuvertrauen. Diese in jeder Hinsicht berechnete Forderung kann gegenwärtig wenigstens in der militärischen Luftschiffahrt als nahezu erfüllt angesehen werden.

Betrachten wir zunächst ganz allgemein die Dienste, welche Astronomie und Erdphysik für Orientierungen in der Luft leisten, ehe im einzelnen auf die verschiedenen Gebiete der aeronautischen Ortsbestimmung eingegangen wird.

Luftfahrten mit Anblick der festen Erdoberfläche gleichen der Schifffahrt in Sicht der Küste, wo einfache Orientierungen nach guten Karten unter Benutzung des Kompasses und mit gelegentlichen Peilungen auf kartographisch festgelegte Objekte genügen. Ist aber die Erdoberfläche für den Beobachter in der Luft durch Wolken, Nebel oder Dunkelheit verdeckt, oder befindet sich das Luftfahrzeug über dem Meere, so bleibt dem Luftschiffer, ebenso wie dem Schiffsführer auf hoher See, nichts weiter übrig, als sich mit Gestirnsmessungen astronomisch zu orientieren. Es besteht noch eine dritte Möglichkeit, daß nämlich weder die Erdoberfläche noch der Himmel sichtbar sind und das Luftfahrzeug sich in ganz undurchsichtiger Atmosphäre bewegt. Auch dann läßt sich das Luftfahrzeug, wenigstens der Freiballon und das starre Luftschiff mit Mitt gondel, in der Richtung Nord-Süd durch besondere erdmagnetische Messungen, also mit Hilfe einer speziellen magnetischen Ortsbestimmung orientieren. Diese neueste magnetische Orientierung ist besonders in Deutschland wichtig, um für Luftfahrten in nördlicher Richtung auch bei ganz undurchsichtiger Atmosphäre rechtzeitig die Annäherung an Ost- oder Nordseeküsten zu merken.

Wir haben nach den bisherigen Überlegungen somit drei Arten von Orientierungen im Luftfahrzeug: die *kartographische*, die *astronomische* und die *magnetische* oder wir können in der Aeronautik von einer *terrestrischen*, *astronomischen* und *magnetischen Navigation* sprechen. In diesem Aufsatz sei wegen Raumbeschränkung zunächst nur der gegenwärtige Stand der *astronomischen Aeronavigation* kurz erörtert; die Besprechung der magnetischen und terrestrischen Aeronavigation soll später erfolgen.

Die *astronomische Aeronavigation* ist bei nach unten versagender Orientierung, aber bei sichtbaren Gestirnen zur Ortsbestimmung des Luftfahrzeugs anzuwenden. Aus Höhenmessungen bekannter Gestirne, deren Positionen am Himmel, wie sie vom Erdmittelpunkt aus erscheinen würden, in den astronomischen Jahrbüchern gegeben sind, und deren jeweilige Höhen über dem Beobachtungshorizont mit der geographischen Lage des Beobachters und mit der Beobachtungszeit wechseln, lassen sich Breite und Länge des Standpunktes selbst herleiten, d. h. der kürzeste Winkelabstand des Beobachtungsortes vom Äquator (Breite) und sein Zeitunterschied gegen den Greenwicher Nullmeridian (Länge). Bei allen aeronautisch-astronomischen

Ortsbestimmungen müssen Beobachtungen und Berechnungen möglichst einfach und schnell erledigt werden, selbst unter Verzicht auf eine größere, weniger als 8 bis 10 km Fehler betragende Genauigkeit. Wollte man z. B. entsprechend der astronomischen Navigation auf See ungefähr zwanzig Minuten für Messung und Rechnung im Luftschiff gebrauchen, so wäre dasselbe bereits etwa 30 km weiter gelaufen und bei der im Luftschiff im Gegensatz zum Seeschiff nicht immer sicher bekannten Besteckrechnung (dieselbe versagt gerade bei der nach unten undurchsichtigen Luft) käme man zu erheblichen Fehlern der Orientierung.

Zur Ausführung astronomischer Messungen im Luftfahrzeug dienen:

1. Zuverlässige Höhenwinkelmesser mit angefügtem künstlichen Libellenhorizont und mit brauchbarer, leicht moderierbarer elektrischer Nachtbeleuchtung. Mit denselben müssen die Gestirns Höhen über dem scheinbaren Horizont des Beobachters bis auf mindestens vier Bogenminuten genau sich messen lassen. Instrumente dieser Art sind gegenwärtig der Libellenquadrant von *Bunge*, Berlin und der Libellensextant von *Spindler & Hoyer*, Göttingen.
2. Brauchbare Taschenuhren mit Ankerhemmung, Sekundenzeiger und genau eingeteiltem Zifferblatt, die bis auf drei Sekunden sicher die Zeit während eines Tages angeben. Derartige Taschenuhren deutschen und Schweizer Systems (Modell *Oppermann*, Berlin) sind gleichfalls vorhanden und erprobt. Hat man zwei Uhren zur Verfügung, so empfiehlt sich, die eine nach mittlerer Zeit für Sonnenbeobachtungen und die andere nach Sternzeit für Höhenmessungen an Fixsternen, Planeten und Mond gehen zu lassen, um die Reduktionen von Sternzeit auf mittlere Zeit oder umgekehrt zu vermeiden.

Nicht ganz so einfach wie die *Beobachtung* gestaltet sich die *astronomische Berechnung* des Ballonortes aus den Messungen der Gestirns Höhen. Auf Grund vielseitiger Erfahrungen kann man jetzt zwei grundsätzlich verschiedene Methoden der Auswertung unterscheiden. Erstens eine getrennte Herleitung von Breite und Länge nacheinander aus je einer zugehörigen Gestirns Höhe und zweitens eine kombinierte Herleitung beider geographischen Koordinaten gleichzeitig aus zwei Gestirns Höhen. Erstere soll als *Standpunkt* methode und die zweite, wie üblich, als *Standlinien* methode bezeichnet werden.

Die früher hierfür benutzte Unterscheidung zwischen einer rechnerischen und einer graphischen Herleitung kann jetzt nicht mehr aufrechterhalten werden. Denn auch die sog. *Standpunkt* methode, die früher ganz auf rechnerischem Wege, wenn auch schon nach den in des Verfassers „*Astronomische Ortsbestimmung im Ballon*“ gegebenen vereinfachten Tafeln gelöst wurde, hat jetzt eine neue graphische Auflösung erfahren. Dieselbe erfolgt, vorläufig allerdings nur für den mili-

tärischen Dienstgebrauch, mit Hilfe ganz besonderer graphischer Einrichtungen, der sog. „Nomogramme“.

Sowohl bei der Standpunktmethod als auch beim Standlinienverfahren geht man im allgemeinen von der Annahme eines genäherten oder, wie man in der Nautik sagt, eines „gegißten“ Kartenortes aus und findet dann den wahren Ballonort aus der weiteren Verwertung der eigentlichen Gestirns Höhenmessungen. Bei der Methode der Standlinien braucht der geschätzte Kartenort im allgemeinen nicht so nahe dem wahren, zunächst unbekannten Orte des Beobachters zu liegen wie bei der Standpunktmethod, um noch gute Resultate für die schließliche Ortsbestimmung zu liefern. Das wäre also ein prinzipieller Vorteil der Standlinienmethod, die beim Versagen einer brauchbaren Schätzung des Ballonortes, z. B. bei längeren Fahrten des Luftfahrzeugs über Wolken oder über See unter allen Umständen, auch in der Aeronautik, die vorteilhafteste ist. Aber auch die Standpunktmethod hat nicht nur pädagogisch, gleichsam als Vorstufe für die Standlinienmethod, sondern sogar im Interesse der Orientierung selbst gewisse unter Umständen nicht zu unterschätzende Vorteile. Bei den jetzt vorhandenen neuen graphischen Hilfsmitteln geht die Herleitung einer aeronautischen Position in Breite und Länge für beide Methoden nahezu gleich schnell, ist aber für die Methode der Standlinien im allgemeinen etwas umständlicher und setzt gewisse zeichnerische Hilfsapparate voraus. Wenn daher entweder die Breite oder die Länge des gesuchten Ortes sich während der Fahrt einigermaßen genau schätzen läßt, wird zweckmäßig die Methode einer getrennten Ermittlung von Breite und Länge benutzt werden. Es können ferner, sogar bei ganz versagender Schätzung irgendeines „gegißten“ Punktes, Fälle eintreten, in denen eine schnelle direkte Ermittlung der Breite oder der Länge und Breite nach der Standpunktmethod von Vorteil ist. So gewinnt man nachts z. B. aus einer Höhenmessung des Polarsterns, selbst ohne irgendeine Längenannahme, nur unter Zugrundelegung des mitteleuropäischen Meridians (Zeit der Uhr) sofort eine Breitenbestimmung, die über den ganzen Bereich von Deutschland höchstens 9 Bogenminuten oder 16 km falsch werden kann. Mißt man ferner am Tage oder nachts die Höhen eines Gestirns zur Zeit seiner Kulmination, so läßt sich unmittelbar, ohne jede Schätzung, durch einfachste Rechnung, beinahe schon im Kopfe ausführbar, die Breite und roh auch die Länge des Ballonortes bestimmen. Es wäre also nach diesen Erörterungen verkehrt, wollte man die eine jener Auswertungsmethoden zugunsten der anderen fallen lassen; vielmehr behalten beide ihre Bedeutung für sich.

Nummehr kann zur näheren Betrachtung der beiden Auswertungsverfahren in der astronomischen Positionsbestimmung übergegangen werden.

Bei der *Standpunktmethod* oder der getrennten Herleitung von Breite und Länge aus Gestirns Höhen verfährt man womöglich so, daß ein Gestirn nahe der Nord-Süd-Richtung am Himmel (Meridian) zur Breitenbestimmung und ein zweites nahe der

Ost-West-Richtung (erster Vertikal) zur Längenermittlung benutzt wird. Alsdann gehen bei Auswertung der Breite etwaige Fehler der geschätzten Länge und bei Auswertung der Länge die vorhandenen Fehler der geschätzten Breite mit den geringsten Beträgen in die Messungsergebnisse ein. Eine solche Anordnung der Beobachtungen ist nachts fast immer möglich, am Tage jedoch nur selten, da alsdann meist nur die Sonne, seltener zugleich auch der Mond oder der helle Planet Venus sichtbar ist. Die Auswertung der Messungen erfolgt nun am besten auf graphischem Wege, mit Hilfe sog. Nomogramme, die Breite und Länge (in diesem Falle den Stundenwinkel des Gestirns) in einfacher Weise ergeben. Man versteht unter Nomographie die schon seit einiger Zeit für astronomische, physikalische und technische Rechnungen eingeführte Lehre von der geometrischen Darstellung gesetzmäßiger Beziehungen zwischen mehreren veränderlichen voneinander abhängigen Größen innerhalb ein und derselben Ebene. Die auf solche Weise durch Zeichnung entstandenen und zur Auflösung algebraischer Gleichungen dienenden Tafeln nebst Kurven heißen „Nomogramme“. Der Vorteil dieser Nomogramme gegenüber logarithmischen Rechnungen oder numerischen Tafeln beruht auf einer viel schnelleren, bequemeren und ohne jede Interpolation gegebenen unmittelbaren Auswertung sowie auf der Möglichkeit, mit einem Blick den Gesamtverlauf der voneinander abhängigen und zu bestimmenden Größen zu erkennen. Im allgemeinen muß daher graphischen Auflösungen von Ortsbestimmungen eine hohe Bedeutung zuerkannt werden. Im besonderen kann betont werden, daß für Luftschiffer zur Auswertung von astronomischen Messungen im Luftfahrzeug selbst gerade das graphische Verfahren besondere Erleichterungen gewährt. Wir werden alsbald sehen, daß neuerdings auch die Benutzung der Standlinienmethod durch Verwendung besonderer Nomogramme für Azimut und Höhe der Gestirne wesentlich einfacher und sogar vielseitiger geworden ist.

Doch kehren wir zunächst zur weiteren Besprechung der Standpunktmethod zurück! Es war davon die Rede, daß eigentlich nur nachts eine völlig einwandfreie Anordnung der Beobachtungen (Gestirn Süd-Nord für Breite und Ost-West für Länge) möglich ist, was nebenbei bemerkt auch für die Verwertung der Standlinienmethod zutrifft. Am Tage, wo im allgemeinen nur Sonnenhöhen zur Verfügung stehen, kann man, abgesehen von den Beobachtungen in der Kulmination (Breite und Länge aus Mittagshöhe), vorteilhaft entweder nur Breiten (um die Mittagszeit herum) oder Längen (vormittags oder nachmittags) ermitteln. Allerdings gestattet die zweckmäßige Anwendung der oben erwähnten Nomogramme, die stets wesentlich genauer als kleinere Transformatoren arbeiten, z. B. sogar am Vormittag und Nachmittag die schnelle Auswertung von Breiten aus Sonnenhöhen, wenn auch mit sehr viel geringerer Genauigkeit als gegen Mittag. Hier ist man jedoch auf Grund neuer Untersuchungen, die der Verfasser und Hauptmann Geerditz bei Überseefahrten im starren Z-Schiff

ausführen konnten, einen erheblichen Schritt weiter gekommen, indem man am Tage mit der astronomischen Messung der Sonnenhöhe vormittags oder nachmittags (geographische Länge) noch eine magnetische Bestimmung der Breite an dem Balloninklinatorium (Verlauf der erdmagnetischen Isoklinen) verbindet. Als dann lassen sich im allgemeinen auch am Tage Breite und Länge ermitteln, erstere magnetisch auf etwa 15 km und letztere astronomisch auf rund 8 km genau.

Bei der *Standlinienmethode*, zu deren Besprechung wir uns nunmehr wenden, findet eine gleichzeitige graphische Herleitung von Breite und Länge aus Höhenmessungen zweier Gestirne statt. Die zu beobachtenden Gestirne müssen im Azimut ziemlich weit voneinander abstehen (günstigster Abstand 90°), und entsprechend der Höhenmessung eines jeden Gestirns erhält man eine bestimmte Standlinie auf der Karte.

Nach den Grundzügen dieser sinnreichen, zuerst von Sumner 1846 erdachten Methode gibt die Höhenmessung eines Gestirns am Himmel auf der Kartenprojektion von der Erde eine ganz bestimmte Linie gleicher Höhe oder eine sog. Standlinie, die derartig liegt, daß von allen ihren Punkten aus stets die gleiche Gestirns Höhe wahrgenommen wird. Mißt man nun von demselben Orte aus gleichzeitig die Höhe eines zweiten Gestirns, das vom ersten in geeignetem Winkel absteht, so erhält man wiederum eine entsprechende Standlinie. Im Schnittpunkt beider Standlinien liegt der gesuchte Beobachtungsort selbst, von dem aus beide Gestirns Höhen gleichzeitig oder wenigstens unmittelbar nacheinander gemessen sind.

In der Navigation hat sich dieses sinnreiche graphische Verfahren der Standlinien voll eingebürgert, seit bequeme Azimut- und Höhentafeln der Gestirne, wenn auch in ziemlich umfangreichen Dimensionen vorhanden sind. Ausgehend von einem nach der Schiffsrechnung „gegißten“ Orte werden mit Hilfe der tabulierten Werte von Azimut und Höhe der Gestirne und mit Berücksichtigung der jeweils gemessenen Gestirns Höhen die zugehörigen Standlinien unter Berücksichtigung der Versegelung in die Seekarte eingetragen.

In der aeronautischen Ortsbestimmung oder Aero-Navigation, die umständliche zeichnerische Eintragungen im Luftfahrzeug nicht verträgt, konnte die Standlinienmethode erst neuerdings festeren Fuß fassen, seit bequeme und sicher arbeitende Apparate zum schnellen Eintragen der Standlinien in die Karte vorliegen. Es sind dies: Dr. Brills Standlinienapparat, hergestellt bei Hartmann & Braun, Frankfurt a. M. und Voigts Standlinienapparat „Orion“, hergestellt von der Firma C. P. Goerz, Berlin. Die Brillschen und Voigtschen Standlinienapparate befinden sich im Handel, und mit denselben werden von den betreffenden Firmen kurze Azimut- und Höhentafeln ausgegeben, gültig für den „gegißten“ Ort der Kartenmitte: 50° bzw. 55° Breite, 15° östl. Greenwich Länge sowie für eine beschränkte Anzahl, etwa 20, Fixsterne. Diese tabellarischen Hilfsmittel sind aber für eine erfolgreiche Anwendung der Standlinienmethode in

der Luftschiffahrt unzureichend, da die wichtigsten astronomischen Orientierungsmarken wie Sonne, Mond und große Planeten, die selbst noch bei leicht bewölktem Himmel im Luftfahrzeug sichtbar bleiben, nicht berücksichtigt werden. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend sind, allerdings auch nur für den militärischen Dienstgebrauch, jetzt besondere Nomogramme vorhanden, die für alle Himmelskörper gleichmäßig gelten und unter Zugrundelegung bestimmter Kartenmittelpunkte auf graphischem Wege die zur Auswertung der Standlinien nach den Apparaten notwendigen Azimute und Höhen der gemessenen Gestirne geben.

Auch bei der Standlinienmethode kann zweckmäßig für die Ortsbestimmung am Tage nach der Sonne allein die schon vorher, bei Erörterung der Standpunktmethodik erwähnte Kombination einer astronomischen (nach der Sonne) und einer magnetischen Standlinie (nach Inklinationsmessungen am Balloninklinatorium) benutzt werden. Zu diesem Zweck müssen auf den Karten der Standlinienapparate auch die magnetischen Kurven der Isoklinen eingetragen werden.

Am Schlusse dieser Erörterung der astronomischen Aero-Navigation sei noch besonders darauf hingewiesen, daß im *Flugzeug*, im Gegensatz zum Freiballon und Lenkluftschiff, von astronomischen Messungen und Rechnungen mit irgendwelchen Instrumenten oder Tafeln vorläufig nicht die Rede sein kann. Trotzdem verhilft auch dem Piloten oder dem mit ihm auf dem Flugzeug fahrenden Beobachter eine, wenn auch nur rohe astronomische Orientierung nach den Gestirnen ohne Instrumente oft in wertvoller Weise dazu, um den richtigen Kurs auch bei unsichtiger Erdoberfläche inne zu halten. Hierzu dient mit Verwendung einer richtig gehenden Taschenuhr und unter Benutzung des Nautischen Jahrbuchs am Tage die Sonne, nachts oder in der Dämmerung der Mond, der Polarstern, eine Anzahl ganz heller Fixsterne und die Kenntnis einiger heller Planeten (Venus, Mars, Jupiter und Saturn). So gibt der Polarstern stets genau genug die Nordrichtung, und Süden erhält man entweder aus hellen Sternen bzw. Planeten oder nach dem Monde, deren Kulmination (Durchgang durch den Meridian oder die Südrichtung) im Nautischen Jahrbuch verzeichnet ist und vor Antritt der Fahrt notiert werden kann. Derartige einfache Orientierungen können übrigens gelegentlich auch im Felde Bedeutung haben, wenn der Kompaß versagt oder sonst keine terrestrische Orientierung (wegen Dunkelheit usw.) möglich ist.

Biologische Probleme¹⁾.

Von Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien.

Das Rätsel der organischen Stoffumwandlung.

Jeder lebende Organismus besitzt die Fähigkeit, aus den Stoffen, die er aus seiner Umgebung bezieht, Substanzen von anderer chemischer Zusammensetzung zu erzeugen, die er entweder als Bestandteile

¹⁾ Siehe Heft 1.

seines Körpers zurückhält oder in seinen Sekreten und Exkreten nach außen befördert. Unter Sekreten versteht man solche Absonderungen, die noch eine wichtige Funktion entweder für das Individuum selbst zu erfüllen haben (z. B. Speichel, Galle und andere Verdauungssäfte) oder der Fortpflanzung und der Erhaltung der Nachkommen dienen (Samenflüssigkeit, Eiereiweiß, Eidotter, Milch); während man unter den Exkreten alles zusammenfaßt, was bei weiterem Verweilen im Körper für diesen entweder nutzlos wäre oder direkt schädlich wirken würde (Kohlensäure der ausgeatmeten Luft, Harnsubstanzen und Ausscheidungen des Darmkanals). Nur Wasser, Kochsalz und einige andere Stoffe von geringerer Bedeutung passieren den Kreislauf entweder ganz oder zum großen Teile, ohne in ihm eine Veränderung zu erleiden, und ich habe daher vorgeschlagen, sie als Durchgangsstoffe zu bezeichnen¹⁾.

Wir wollen nun die wichtigsten Einfuhrstoffe — zunächst des tierischen Körpers — der Reihe nach durchgehen und ihnen jene Endprodukte des Stoffwechsels gegenüberstellen, von denen wir wissen, daß sie in letzter Instanz von jenen abstammen müssen.

Da wären zunächst die verschiedenen Eiweißkörper (Pflanzeneiweiß, Muskelweiß, Bluteiweiß, Eiereiweiß, Käsestoff der Milch) und die eiweißähnlichen oder albuminoiden Substanzen (Knorpel-, Knochen- und Bindegewebsleim), die sich von allen anderen Nahrungsstoffen durch ihren Stickstoffgehalt unterscheiden. Sie bilden die einzige Stickstoffquelle des tierischen Organismus und wir wissen daher, daß alle stickstoffhaltigen Körperbestandteile und alle stickstoffhaltigen Ausscheidungen von ihnen herrühren müssen. Wenn also das saugende Kind nicht nur fortwährend Harnstoff, Harnsäure und andere stickstoffhaltige Ausscheidungen von sich gibt, sondern auf Kosten der Milch auch heranwächst und neue stickstoffhaltige Gewebe und Säfte bildet, so wissen wir, daß diese nur aus dem Milchkasein und Milchalbumin abstammen können. Aber diese stickstoffhaltigen Milchbestandteile haben eine ganz andere chemische Zusammensetzung als die Eiweißstoffe des kindlichen Körpers und seiner Säfte. Das Muskelweiß seines Fleisches, das Serumeiweiß seiner Blutflüssigkeit, der eiweißartige Farbstoff seiner roten Blutkörperchen, die Leimstoffe seiner Knorpel- und Bindegewebssubstanzen sind chemisch und physikalisch etwas ganz anderes als die Eiweißstoffe seiner Nahrung, und jedes von ihnen ist wieder ganz verschieden von den anderen, die doch mit ihm diesen gemeinsamen Ursprung haben. Da es aber niemals gelungen ist, einen dieser Stoffe aus den Eiweißstoffen der Milch herzustellen, so bleibt für diejenigen, die dennoch an eine Verwandlung von Milcheiweiß in die Eiweißstoffe des kindlichen Körpers ohne Vermittlung von Aufbau und Zerfall einer höheren und komplizierteren Substanz denken, kaum etwas anderes übrig, als ein rätselhaftes „vitales Agens“ anzunehmen, das nicht nur mit der-

selben Substanz verschiedene, außerhalb des lebenden Organismus unmögliche chemische Umsetzungen vornimmt, sondern außerdem auch bestimmt, daß diese Umwandlungen immer auch am richtigen Orte und zur richtigen Zeit vor sich gehen.

Dieselben Schwierigkeiten ergeben sich auch bei der Entstehung des Milchkaseins. Die Kuh bezieht ihre Stickstoffnahrung ausschließlich von den Eiweißstoffen der Pflanzen, die ganz verschieden sind von denen der Milch; auch die säugende Mutter kann sich, wenn sie will, vegetarisch ernähren, sie kann aber außer dem Pflanzeneiweiß auch Fleisch, Eier, Milch oder Käse genießen. Immer wird sie aber in ihrer Milch einen ganz neuen, in ihrer Nahrung nicht enthaltenen Eiweißkörper produzieren, weil Menschenkasein keineswegs identisch ist mit Kuh- oder Schafkasein. Aber auch ein hungerndes Tier oder eine hungernde Mutter können durch längere Zeit Milch und Milchkasein liefern und dann ist die einzige Stickstoffquelle dafür das Serumeiweiß ihres Blutes, das wieder ganz anders zusammengesetzt ist als das Milcheiweiß, das auf dessen Kosten gebildet wird. Wenn also nicht Aufbau und Zerfall von Protoplasma intervenieren würden, wären auch hier die verwickeltesten chemischen Umsetzungen notwendig, die auch der findigste Chemiker nicht zustande bringen könnte.

Dasselbe Pflanzeneiweiß aber, welches der Kuh das Material für den Käsestoff ihrer Milch liefert, verwendet die Henne zur Bildung von „Hühner-eiweiß“, also jenes ganz anders gearteten Körpers, von dem alle anderen Eiweißarten ihren Namen erhalten haben. Und aus dieser eigenartigen Substanz bildet der im Innern des Eis heranwachsende Embryo die Eiweißkörper seines Serums, seiner roten Blutkörperchen, seiner Muskeln und seiner anderen Organe und dann wieder die Leimstoffe seiner Knorpel, Knochen und Sehnen. Das sind aber wieder Verwandlungen, die außerhalb des lebenden Organismus weder spontan vor sich gehen, noch durch die raffiniertesten Tricks der chemischen Werkstätte vollzogen werden können.

Dabei wissen wir aber ganz bestimmt, daß die verschiedenen Eiweißkörper der Muskeln, der Knochen, der Sehnen und Eingeweide ebenso wenig wie die ganz verschiedenen Eiweiße der Milch, der Eier, der Samenflüssigkeit und der anderen Sekrete direkt aus den Eiweißen der Nahrung oder deren Spaltprodukten hervorgehen, sondern daß sie das Material zu ihrer Bildung immer nur aus der Blutflüssigkeit beziehen, also aus jenen Eiweißstoffen, die wir als Serumeiweiß zusammenfassen. In diesem Serum finden wir aber weder Kasein, noch Muskel-eiweiß, noch Hühner- oder Pflanzeneiweiß; aber ebenso wenig finden wir in ihm auch nur einen einzigen Eiweißkörper jener Gewebe oder jener Ausscheidungen, die ihr Stickstoffmaterial aus dem Blute beziehen. Auch das Muskelweiß des verzehrten Fleisches geht niemals direkt in die Muskeln des heranwachsenden Tieres über, so wenig wie die Leimstoffe oder die Leimpeptone der Nahrung jemals direkt in die Leimsubstanzen der wachsenden Knorpel oder Knochen umgewandelt werden können. Wie nahe liegt hier der Gedanke, daß das Nahrungs-

¹⁾ Vergl. den ersten Band meiner Allgemeinen Biologie (Aufbau und Zerfall des Protoplasmas) S. 329 ff.

eiweiß oder die aus ihm durch die Verdauung gewonnenen Spaltprodukte zunächst zum Aufbau von Protoplasma in der Darmwand verwendet werden und daß dieses Zerfallsprodukte an die Blutflüssigkeit abgibt, die ganz anders zusammengesetzt sind als das zum Aufbau des Protoplasmas verwendete Material. Das so entstandene Serumeiweiß kann dann wieder von den verschiedenen Protoplasmen der verschiedenen Organe und Gewebe „assimiliert“, d. h. zum Aufbau neuer Protoplasmen von derselben ihnen eigentümlichen Beschaffenheit verwendet werden, und diese neuen Protoplasmen werden dann bei ihrem Zerfall wieder ganz spezifische Zerfallsprodukte als Muskeleiweiß oder als Milcheiweiß oder als Knochen- oder Knorpelleim abspalten. Sollten sich aber alle diese mannigfaltigen Umwandlungen und Umsetzungen in den Säften unter einem undefinierbaren Einflusse des zwar in ihrer Nähe befindlichen, aber doch außerhalb bleibenden Protoplasmas vollziehen, dann wäre dies wieder eine Aufgabe, die man höchstens einer mit mystischen Kräften ausgestatteten „Vis formativa“ zumuten könnte.

Etwas einfacher erscheint die Sache auf den ersten Blick bei den Kohlehydraten, unter welchem Namen man die Mehlsubstanzen und Zuckerstoffe zusammenzufassen gewohnt ist. Das Blut enthält nämlich einen unter normalen Verhältnissen nur wenig schwankenden Gehalt von Traubenzucker und dieser ist auch in der Nahrung entweder als solcher enthalten oder er wird im Verdauungskanal durch gewisse Fermente aus höher zusammengesetzten Verbindungen, aus Stärke oder aus Rohr- oder Milchezucker abgespalten. Da man nun Zucker zu Kohlensäure und Wasser verbrennen kann, glaubt man, daß dies auch im lebenden Körper geschieht und man betrachtet den Zucker quasi als einen Heizstoff für die Lebensmaschine, der aber die wunderbare Eigenschaft besitzen soll, daß er immer nur genau nach dem jeweiligen Bedarfe verbrennt. Der überschüssige Zucker soll aber in gewissen Vorratskammern abgelagert werden und zwar in Form einer stärkeähnlichen Substanz, des Glykogens, das, wie die pflanzliche Stärke und der Rohrzucker, viel höher zusammengesetzt ist als der Blut- oder Traubenzucker und daher aus diesem nur durch eine Zusammenlegung oder Aussonderung mehrerer Moleküle zu einer größeren Verbindung entstehen könnte.

Hier ergibt sich nun gleich die erste und größte Schwierigkeit. Denn wie immer man sich auch die Anzündung und Verbrennung des außerhalb des lebenden Körpers nur bei sehr hohen Temperaturen anzündbaren und verbrennbaren Zuckers bei der relativ niederen Temperatur der Warmblüter oder gar der Kaltblüter vorstellen mag, so wird man doch niemals begreifen können, daß die rätselhaften und völlig unbekannten Kräfte, die das zuwege bringen sollen, jedesmal genau in dem Augenblicke und an der Stelle Halt machen, wo das Wärmebedürfnis des ganzen Organismus oder das Kraftbedürfnis des einzelnen Organs gedeckt ist. Und nicht genug damit sollen jetzt auf einmal wieder andere, ebenfalls ganz unbekannte Kräfte ans Werk gehen, welche die mitten in den lebenden und daher eine fortwährende Verbrennung unterhaltenden Gewebe

in rätselhafter Weise vor der Verbrennung geschützten Zuckermoleküle dazu bewegen, sich mit einander zu den größeren Molekülen des Glykogens zu vereinigen. Das könnte nicht auf natürliche Weise, nicht durch die uns bekannten chemisch-physikalischen Energien bewerkstelligt werden, sondern höchstens durch jene „intelligenten Kräfte“, welche die Neovitalisten wieder in das biologische Denken einführen möchten.

Eine andere nicht geringe Schwierigkeit ergibt sich aber dadurch, daß in der Nahrung nicht nur der „rechtsdrehende“ Traubenzucker enthalten ist, der die Polarisationssebene nach rechts ablenkt, sondern auch der „linksdrehende“ Fruchtzucker, und zwar entweder als solcher oder als Spaltprodukt des Rohrzuckers; und daß dieser linksdrehende Zucker ebenso eine Vermehrung des rechtsdrehenden Leberglykogens herbeiführen kann wie der rechtsdrehende Traubenzucker. Die direkt gegensätzliche optische Wirkung aber ist sicherlich die Folge einer ganz verschiedenen Atomanordnung in den betreffenden Molekülen; und wenn sich daher der linksdrehende Zucker an der Bildung des rechtsdrehenden Glykogens beteiligen soll, so kommt zu der schwierigen Frage, welche Kräfte die außerhalb des lebenden Organismus niemals beobachtete Zusammenlegung der kleinen Zuckermoleküle zu den großen Glykogenmolekülen herbeiführen sollen, auch noch die Notwendigkeit einer dieser Synthese vorhergehenden gründlichen Umlagerung der Atome, für die wir, wenn sie sich einfach an dem gelösten Fruchtzucker vollziehen soll, wieder nirgends eine treibende Kraft ausfindig machen können.

Unter den zahlreichen sonstigen Tatsachen, die mit einer direkten Bildung des Glykogens aus den Zuckerstoffen der Nahrung unvereinbar sind, will ich nur noch eine namhaft machen, die, wie mir scheint, auch dazu angetan ist, uns auf den richtigen Weg zu weisen. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß eine Einspritzung von Zucker in die Pfortader, also in jenes Blutgefäß, welches die im Darm resorbierten Zuckerstoffe der Leber zuführt, nicht nur, wie zu erwarten war, eine vermehrte Glykogenbildung in der Leber, sondern auch eine vermehrte Ausscheidung von Harnstoff zur Folge hat. Diese Vermehrung des wichtigsten stickstoffhaltigen Ausscheidungstoffes, der nur aus dem Zerfalle einer stickstoffhaltigen Verbindung herrühren kann, wäre ganz unverständlich, wenn sich der eingespritzte Zucker wirklich auf irgendeine Weise direkt in das höher zusammengesetzte Kohlehydrat verwandeln würde. Gehen wir aber von der Grundannahme aus, daß solche synthetische Stoffumwandlungen nicht „katabolisch“, d. h. außer und neben dem Protoplasma ablaufen, sondern immer nur „metabolisch“ durch Aufbau und Zerfall der lebenden Substanz vermittelt werden, dann wird nicht nur die mit der vermehrten Glykogenbildung parallel gehende Vermehrung der Harnstoffausscheidung begreiflich, sondern es verschwinden auch andere sonst unüberwindliche Schwierigkeiten und andere unlösbare Widersprüche, die mit der Annahme der außerprotoplasmatischen Umsetzungen verbunden sind.

Wird nämlich das Protoplasma nicht nur aus

Eiweiß gebildet, sondern werden zu seinem Aufbau neben den Eiweißstoffen auch Zucker und Fett und außerdem die für das Wachstum eines jeden Protoplasmas unentbehrlichen Mineralstoffe (Kali-, Kalk-, Magnesium- und Eisensalze) verwendet, und wird dann das Glykogen, wie alle anderen Produkte des Stoffwechsels, von den zerfallenden Molekülen des lebenden Protoplasmas abgespalten, dann verstehen wir sofort, daß bei einem Protoplasmazerfall, bei dem die stickstofffreien Atomgruppen der zerfallenden Moleküle als Glykogen zum Vorschein kommen, auch die stickstoffhaltigen Gruppen frei werden müssen, und diese Abspaltung geschieht eben bei den Säugetieren in Form von Harnstoff, der als nicht mehr assimilierbares Stoffwechselprodukt nach außen abgegeben wird. Deshalb geht die Vermehrung der Glykogenbildung mit einer entsprechend vermehrten Harnstoffausscheidung einher, und deshalb ist die Leber überhaupt die ergiebigste Harnstoffquelle, weil die wichtigste Funktion dieses massigen Organs eben in der Bildung von Glykogen auf Kosten des ihm durch die Pfortader zugeführten Nahrungszuckers gelegen ist. Das Leberprotoplasma kann aber nicht nur den Traubenzucker, sondern auch den Fruchtzucker und die Laktose (als fermentatives Spaltprodukt des Milchezuckers) zum Aufbau der stickstofffreien Gruppen seiner Moleküle verwenden; und wenn einmal diese großen und zersetzlichen Moleküle gebildet sind, dann kann man es dem aus ihnen abgespaltenen Glykogen nicht mehr ansehen, ob es aus der rechtsdrehenden Dextrose oder aus der linksdrehenden Lävulose oder aus einem anderen assimilierbaren Zucker hervorgegangen ist. Wir brauchen also keine „uralte Protoplasmaweisheit“ für die von keinem Chemiker durchführbaren Umsetzungen und Umlagerungen in Anspruch zu nehmen, sondern es geschieht alles auf ganz natürliche Weise, indem sich in unmittelbarer Nähe und unter dem Einflusse schon vorhandener Protoplasmamoleküle aus den Nahrungstoffen neue chemische Einheiten von gleicher Zusammensetzung herausbilden und dann diese unter Abgabe besonderer, ihrer eigenartigen Zusammensetzung entsprechender Abspaltungsprodukte zerfallen.

Nur so ist es auch zu verstehen, warum jedes einzelne Organ, obwohl es dieselben Nahrungstoffe bezieht wie alle anderen Organe desselben Körpers, dennoch immer nur ganz bestimmte, nur ihm eigentümliche Produkte hervorbringt. Die Milchdrüse z. B. bekommt aus dem Blute immer nur den mit dem Traubenzucker identischen Blutzucker; aber in ihrem Sekrete liefert sie eine ganz neue Zuckerart, den Milchezucker, der weder im Blute noch in irgendeinem anderen Organ enthalten ist, und außerdem auch das Milch- oder Butterfett, das ganz verschieden ist von dem unter der Haut oder an anderen Stellen deponierten Körperfett; und dieses Butterfett ist in der Milch auch dann enthalten, wenn die Nahrung gar kein Fett, sondern außer den Salzen nur Eiweiß und Kohlehydrate (Mehl oder Zucker) enthält. Aber auch das in der Drüse produzierte Kasein ist, wie gesagt, ganz verschieden von dem Bluteiweiß und von allen anderen auf

dessen Kosten gebildeten Eiweißstoffen des Tierkörpers. Das alles bleibt wieder so lange unverständlich, als man sich vorstellt, daß die Milchbestandteile in den Säften durch verwickelte Reaktionen wie in einem chemischen Laboratorium gebildet werden; es wird aber verständlich und sogar selbstverständlich, wenn das Protoplasma der milchabsondernden Zellen seine Moleküle aus dem Bluteiweiß, dem Blutzucker und den Blutsalzen aufbaut, und wenn diese Moleküle, die eine spezifische, nur ihnen allein zukommende Struktur und Atomordnung besitzen, bei ihrem Zerfall ihre stickstoffhaltigen Atomkomplexe als Milcheiweiß, ihre stickstofffreien Gruppen als Milchezucker und als Butterfett und ihre anorganischen Teile in Form jener Salze abspalten, die jede Milch in einem bestimmten, jeder Spezies eigentümlichen Verhältnis enthält.

Aber nicht nur die Milch, die anfangs dem wachsenden Säugetier alle zur Neubildung seiner Protoplasmen nötigen Materialien liefert, enthält alle drei Gruppen von Nahrungstoffen, die nach der metabolischen Auffassung des Stoffwechsels zum Aufbau der Protoplasmamoleküle notwendig sind: stickstoffhaltige Eiweißkörper, stickstofffreie Zucker und Fette und die zum Leben unentbehrlichen Salze; sondern es sind dieselben drei Gruppen überhaupt überall vorhanden, wo die Bildung neuer lebender Teile des Tier- oder Pflanzenkörpers stattfinden soll: in den Pflanzensamen, in den Wurzeln und Knollen, und dann wieder in den Eiern der verschiedensten Tierklassen, also in allen Gebilden, auf deren Kosten die jungen Pflanzen oder Tiere heranwachsen, bevor sie imstande sind, ihre Nahrung selbständig aus der Außenwelt zu beziehen. Nun kann es doch unmöglich auf einem bloßen Zufalle beruhen, daß Blut, Eier, Milch, Pflanzensamen und alle anderen Nahrungsquellen für die Bildung neuer Protoplasmen außer Eiweiß auch Zucker und Fett und ganz bestimmte Nährsalze enthalten. Vielmehr kann man darin nur eine Bestätigung finden für die hier verteidigte These, daß das lebende Protoplasma nicht aus „lebendem Eiweiß“ besteht, sondern aus viel höheren chemischen Verbindungen, die zu ihrer Bildung außer Eiweiß auch stickstofffreie Atomgruppen (Zucker oder Fett) und anorganische Salze benötigen. Für diese Auffassung des Stoffwechsels existiert also ebensowenig ein lebendes Eiweiß, als lebender Zucker oder lebendes Fett oder lebendes Kalium oder Kalzium oder lebendes Eisen; weil für sie das Leben immer an die Existenz von zersetzlichem Protoplasma gebunden ist und dieses nicht aus einem dieser Stoffe, sondern immer nur aus allen zusammen gebildet werden kann.

Die graphische Darstellung.

Von Prof. Felix Auerbach, Jena.

Unter den Fähigkeiten des menschlichen Geistes, deren Mannigfaltigkeit in merkwürdigem Gegensatz zu seiner postulierten Einheit steht, ragen an allgemeiner Bedeutung zwei besonders hervor: das *abstrakte Denken* und die unmittelbare *Intuition*. Schon mit der gewählten Reihenfolge,

in der diese beiden Fähigkeiten aufgeführt werden, ist eine Konzession gemacht worden an die historische Entwicklung und die auch heutzutage noch nicht völlig überwundene Wertschätzung namentlich in wissenschaftlichen Kreisen. Das abstrakte Denken hat, im Gegensatz zu dem Verhalten des naiven Menschen seiner Um- und Innenwelt gegenüber, während ganzer und langer Perioden der Wissenschaftsgeschichte der Menschheit die Führung übernommen, und sie findet noch jetzt ihren fast reinen Ausdruck in dem durch die humanistischen Gymnasien gekennzeichneten Erziehungsplan. Und doch steht die andere Seite geistiger Methodik, die Anschauung oder, besser gesagt, die Intuition, jener andern nicht nur ebenbürtig zur Seite, sondern erweist sich auch bei näherem Zusehen nach beiden Seiten über sie dominierend: nach der Seite der Wurzel hin, insofern, wie freilich die Geistesforscher nicht immer wissen oder wissen wollen, auch das abstrakte Denken irgendwo von einer durch die Sinnesempfindung übermittelten Intuition ausgeht, und nach oben hin, insofern auch die Ergebnisse des reinen Denkens einer Sprache bedürfen, durch die sie erst Gemeingut werden können, und die ihrerseits nun wieder nichts anderes ist als eine Form der Anschauung im weitesten, nicht auf das Auge beschränkten Sinne. Die Sprache und die Schrift, das körperliche oder flächenhafte Bild, die geometrische Linie und vieles andere, das sind nur verschiedene Formen, in denen sich das Ergebnis geistiger Arbeit mitteilen und damit zu einem über das Innenleben des Erzeugers hinausreichenden Dasein gelangen kann.

In der exakten Wissenschaft hat diese Erkenntnis nun freilich immer wieder, nach langen Perioden rein abstrakter Spekulation, den Sieg davongetragen, und seit geraumer Zeit wird ihr dieser nur noch von Fanatikern der anderen Richtung streitig gemacht. Die *Sprache* ist in immer wissenschaftlichere Form gebracht worden, und in der *mathematischen Formelsprache* hat sie ihren Höhepunkt erreicht. Diese stellt die Erscheinungen und Gesetze der Außenwelt und, soweit das bis jetzt gelungen ist, auch der Innenwelt durch eine Verknüpfung mathematischer Größen dar, von denen die einen Funktionen der anderen sind, d. h. sich ändern, wenn jene sich ändern; und das in einer rein tatsächlichen Weise, ohne daß damit über die kausale Seite der Dinge irgend etwas ausgesagt würde. Aus der Formel kann man dann rückwärts einzelne Zahlenwerte und ganze Zahlenreihen ableiten und durch Vergleichung mit dem, was die direkte Beobachtung ergibt, eine Kontrolle über das wissenschaftliche System gewinnen. Immerhin sind auch diese Ausdrucksmittel, die Zahlenreihen und die Formeln, noch in gewissem Sinne abstrakt und nur für den anschaulich, der sich bis zu dieser Form der Anschauung durch eine lange Übung und durch einen bereits zur Gewohnheit gewordenen Überblick über das Wesen seiner Wissenschaft aufgeschwungen hat.

Es gibt ein Hilfsmittel von noch weit größerer Anschaulichkeit, und es beruht auf einem Gedanken, der zunächst vielleicht recht fern liegt, aber,

einmal erfaßt, seine ungemeine Fruchtbarkeit sofort zu erkennen gibt. Für alle räumlichen Dinge der Welt haben wir, dank der Organisation unseres Auges, eine Methode der Aufnahme, die ganz unvergleichlich ist: die Erzeugung von Bildern. Beruht doch hierauf nicht nur die gesamte Wissenschaft des Körperlichen, also alles das, was man noch jetzt vielfach als Naturgeschichte bezeichnet, sondern auch das große und hohe Gebiet der bildenden Kunst, auf dem der Mensch jene Fähigkeit produktiv verwendet. Alles übrige, was uns in der Um- und Innenwelt an Mannigfaltigkeiten entgegentritt, ist unserer räumlichen Anschauung entzogen, wir können es nur denkend, nicht aber darstellend erfassen. Wie nun, wenn wir diesem natürlichen Mangel künstlich abhelfen, wenn wir uns entschließen, auch nicht-räumliches, also zeitliches und ferner alles, was sich auf Temperatur und Elektrizität, auf Helligkeit und Farbe, auf stoffliche und geistige Quantität und Qualität und auf hunderterlei anderes bezieht, unter dem Bilde des Räumlichen zu erfassen und zeichnerisch darzustellen? Man wird hier billigerweise nicht gleich gar zuviel verlangen dürfen; aber soviel ist einleuchtend: nichts, was exakt erfaßt worden ist, nichts, was sich als Funktionsverhältnis angeben läßt, entzieht sich der in Rede stehenden Methode — im Prinzip natürlich; die Ausgestaltung zu einem wirklichen Verfahren ist eine Sache für sich und muß Schritt für Schritt erdacht und erprobt werden.

Das ist der genetische und sachliche Grundgedanke dessen, was man heutzutage die *Methode der graphischen Darstellung* nennt. Eine äußerlich anspruchslose Kunst, denn sie führt dem Auge nichts vor als Linien und Linienscharen und immer wieder Linien, zuweilen auch Flächen und äußerstenfalls räumliche, modellartige Figuren. Aber für den, der diese Sprache zu lesen versteht, ist sie auf ihre Weise beredter als alle anderen; auf knappem Raume erzählt sie unglaublich viel; denn man kann diese Schrift sozusagen von vorn und hinten, von oben und unten, analytisch und synthetisch lesen, und jedesmal erhält man dieselbe Erkenntnis in einer neuen Form, einem neuen Zusammenhange, einer neuen Genese, und das ist ja schließlich immer wieder eine neue Erkenntnis. Kein Wunder, daß die graphische Darstellung, deren frühere Vernachlässigung eben nur durch die drückende Tyrannei des abstrakten Denkgeschmacks erklärbar wird, in neuerer und neuester Zeit einen wahren Triumphzug durch alle Gebiete exakter Forschung unternommen hat, von den exakten Naturwissenschaften und den statistischen Disziplinen ausgehend und nach und nach auch sprödes und sprödestes Terrain erobernd, bis sie zuletzt auch im Herzen der Philosophie angelangt ist, auf einem Gebiete, auf dem sie freilich schon in alten Zeiten, wie namentlich in der formalen *Logik*, bescheidene und in den Augen mancher immer etwas lächerlich gebliebene Anfangsversuche gemacht hatte. Wenn es z. B. heißt: kein Teil von *B* ist ein Teil von *A*, so wurde das dargestellt (Fig. 1a) durch zwei nebeneinander liegende Kreise; wenn es zweitens heißt: jeder Teil von *B* ist zugleich ein Teil von *A*,

so liegt der Kreis *B* vollständig in dem Kreise *A* (Fig. 1 b); endlich drittens: einige Teile von *B* sind zugleich Teile von *A* (Fig. 1 c). Dies nur zur Erinnerung an das, was man die Kindheitsstufe graphischer Darstellung nennen kann.

Die graphischen Darstellungen in der modernen Wissenschaft sind von exakterer Art. Im einfachsten Falle ordnet man *zwei Größen*, die in *Funktionalbeziehung* zueinander stehen, in der Weise einander zu, daß man die wachsenden Zahlenwerte der einen als sog. Abszissen, d. h. auf einer von links nach rechts laufenden Geraden, anordnet, die andern aber als Ordinaten, d. h. auf einer von

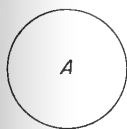


Fig. 1 a.

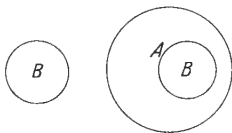


Fig. 1 b.

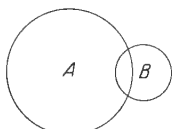


Fig. 1 c.

demselben Punkte ausgehenden Geraden, die von unten nach oben läuft. Das nächstliegende wäre nun, in jedem Punkte der Abszissenaxe den zu diesem Werte der einen Variablen gehörigen Wert der andern senkrecht aufzutragen, so daß man eine Anzahl von senkrechten Geraden erhält, die durch ihre Länge ein Bild der Erscheinung geben (Fig. 2 a)¹. Nun sind aber die Geraden selbst offenbar überflüssig, es kommt doch nur auf ihre oberen Endpunkte an, man braucht also nur diese irgendwie, z. B. durch Kreuzchen, zu markieren (Fig. 2 b). Drittens kann man nun diese Kreuzchen durch gerade Linienstücke miteinander ver-

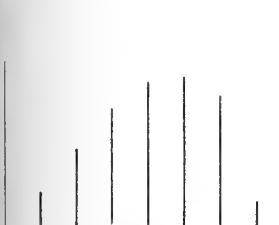


Fig. 2 a.



Fig. 2 b.

binden und erhält dann eine gebrochene Gerade als Bild der Erscheinung (Fig. 2 c). Damit ist die Sache erledigt, sobald es sich um eine Reihe diskreter Einzelwerte handelt, z. B. um die mittlere Temperatur der Tage eines Monats oder um die Einwohnerzahl der Großstädte des Deutschen Reichs. Handelt es sich hingegen um eine Reihe von Werten, die aus unendlich vielen Werten einer stetigen Größe herausgegriffen sind, also um die Temperatur im Laufe eines Tages nach stündlichen Beobach-

¹ Es ist in neuerer Zeit üblich und zum Teil geradezu ein Sport illustrierter Blätter geworden, auf solche Darstellungen dadurch hinzuweisen, daß die geraden Linien durch bildliche Darstellungen, z. B. durch Soldaten verschiedener Größe, entsprechend der Heeresstärke der verschiedenen Staaten, ersetzt werden; es wäre wohl an der Zeit, den kindischen Übertreibungen dieser Methode Einhalt zu tun.

tungen, so kann und muß man zu einer vierten Darstellungsform fortschreiten, indem man die einzelnen Punkte nicht durch gerade Linien, sondern durch eine möglichst stetig verlaufende Kurve miteinander verbindet (Fig. 2 d). Wenn die herausgegriffenen Punkte einer theoretisch ermittelten Kurve angehören, wird sich hierbei keine Schwierigkeit ergeben. Handelt es sich aber um eine Reihe beobachteter Werte, denen doch eine gewisse Ungenauigkeit anhaftet, so wird es sich nicht selten ereignen, daß man die Kurve nur mit offensicht-



Fig. 2 c.

tigem Zwange durch die empirisch festgelegten Punkte hindurchlegen kann, wobei sie dann unwahrscheinliche Einbuchtungen oder gar Knicke erhielte. Es ist dann unter gewissen Umständen erlaubt, wenn nicht geradezu geboten, die Kurve zwischen den Fixpunkten hindurch, aber möglichst nahe an ihnen vorbei derart zu führen, daß sie eine den Umständen nach möglichst einfache Gestalt erhält. Sind z. B. die in Fig. 2 e mit Sternchen bezeichneten Punkte gegeben, so wird man kaum daran zweifeln, daß das wahre Gesetz, wenigstens

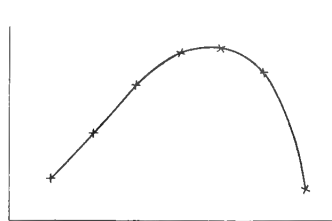


Fig. 2 d.

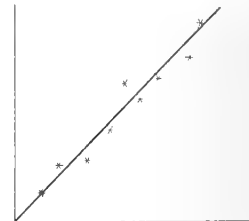


Fig. 2 e.

in erster Annäherung, das einer geraden Linie ist; denn eine solche läßt sich so zeichnen, daß sie einige Punkte rechts, andere links liegen läßt, ohne daß dabei ein bestimmtes Abweichungsgesetz erkennbar wäre. In anderen Fällen wird man freilich vorsichtiger verfahren und die ganze Methode, die man *graphische Interpolation* nennt, den Verhältnissen anpassen müssen. Geradezu gefährlich aber und nur unter ganz vereinzelten Voraussetzungen zulässig ist eine Erweiterung dieser Methode, die *graphische Extrapolation*, bei der man eine durch Interpolation oder sonstwie gewonnene Kurve über ihre Endpunkte hinaus fortzusetzen versucht, wobei sich dann häufig später herausstellt, daß die Fortsetzung den Tatsachen nicht entfernt entspricht (Fig. 2 f, wo die extrapolierte Kurve gestrichelt, die später direkt gefundene ausgezogen ist).

Wir gehen nun zu realen Fällen graphischer Darstellung über und entlehnen ein erstes einfaches Beispiel, an dem sich verschiedene Fragen leicht erläutern lassen, der *Versicherungswissenschaft*. Von 1000 Geborenen bleiben von Jahr zu Jahr weniger übrig, bis schließlich auch der Letzte dahingestorben ist. Hier trägt man also die Zahl der vergangenen Jahre in horizontaler, die Anzahl der Überlebenden in vertikaler Richtung auf und erhält dann die in Fig. 3 wiedergegebene Kurve; sie zeigt, daß die Zahl der Überlebenden anfangs sehr rasch, allmählich aber immer langsamer ab-

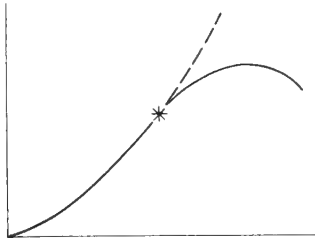


Fig. 2f.

nimmt. Dieselbe Erscheinung kann man nun noch anders darstellen, und hier hat man Gelegenheit, zu sehen, wie vorsichtig man bei graphischen Darstellungen zu Werke gehen muß, will man nicht zu völlig irrigen Schlüssen gelangen. Wir wollen jetzt als Ordinaten die Anzahl der in den einzelnen Jahren Gestorbenen auftragen und erhalten dann die in Fig. 4 schwach ausgezeichnete Kurve; da sie anfangs steil abfällt, dann langsam zu einem Maximum ansteigt, um schließlich auf null herabzusinken, könnte man schließen: die Sterblichkeit ist im Kindesalter am größten, an der Grenze von

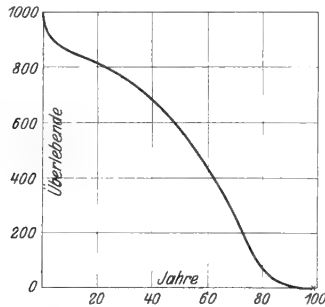


Fig. 3.

Kindheit und Jugend am kleinsten, erreicht dann bei 75 Jahren ein Maximum, das aber nicht so groß ist wie das des Säuglingsalters, und fällt dann wieder stark ab, um schließlich im hohen Greisenalter null zu werden. Dieser Satz enthält Richtiges und Falsches in offensichtlicher Mischung, und der Fehler liegt in der unvorsichtigen Aufstellung des Begriffs „Sterblichkeit“. Diese ist doch nicht, wie hier stillschweigend gerechnet wurde, die Zahl der von ursprünglich 1000 Geborenen in dem betreffenden Jahre Sterbenden, sondern die Zahl der in diesem Jahre Sterbenden, berechnet auf 1000 zu Anfang dieses Jahres noch Lebenden; und in die-

sem Jahre leben eben nicht mehr 1000, sondern, je nach der vergangenen Zeit, sehr viel weniger Personen. Berücksichtigt man das durch eine entsprechende Abänderung, so erhält man die in Fig. 4 stark ausgezogene Kurve, die zwar mit der alten anfangs zusammenfällt, sich dann aber mehr und mehr von ihr entfernt; und die zwar ebenfalls das dem Säuglingsalter charakteristische Maximum zeigt, dann aber, nach erreichtem Minimum, dauernd ansteigt und schließlich über das erste Maximum hinausgeht: die Sterblichkeit wächst also,

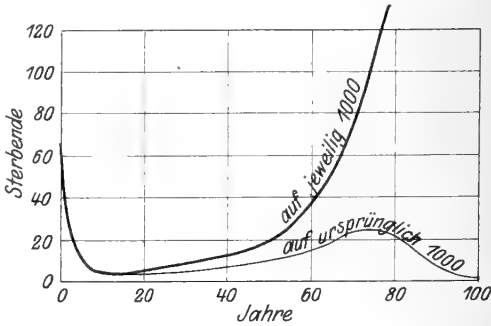


Fig. 4.

nachdem sie im 12. Jahre ihr Minimum erreicht hat, unaufhörlich bis ins höchste Greisenalter. Wenn es hier ohne weiteres einleuchtend ist, daß die zweite Darstellung der ersten vorzuziehen ist, so gibt es in anderen Fällen zwei zunächst ganz

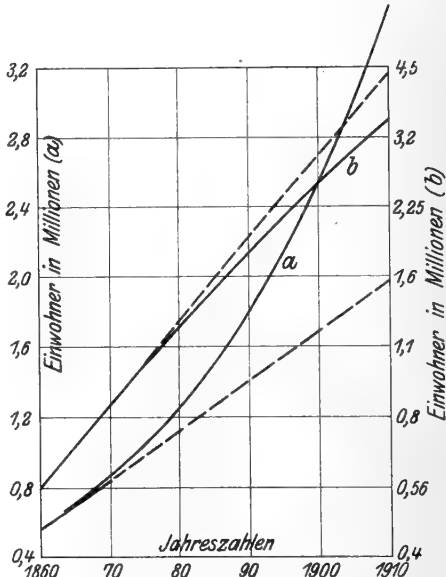


Fig. 5.

gleichberechtigte Möglichkeiten. Stellen wir z. B. die *Einwohnerzahl* von Groß-Berlin für verschiedene Zeitpunkte dar, so erhalten wir die Kurve *a* der Fig. 5: sie steigt allmählich immer kräftiger an. Nun ist das aber doch eigentlich gar nicht merkwürdig nach dem Grundsatz: „Wo viel ist, kommt viel hin.“ Was wir wissen wollen, ist weniger das absolute, als das relative Wachstum. Zu diesem Zweck müssen wir die Ordinaten in anderer Weise

wählen, nämlich nicht so, daß sie, wie die an der linken Figurseite angegebenen, in gleichen Intervallen zunehmen, als sog. arithmetische Reihe, sondern als geometrische Reihe, d. h. derart, daß immer auf derselben Strecke eine Verdoppelung des Wertes eintritt (und entsprechend für die Unterabteilungen). Stellt man jetzt genau dieselben Zahlen graphisch dar, so erhält man die Kurve *b*, also eine allmählich nicht rascher, sondern langsamer ansteigende Kurve, als Ausdruck dafür, daß das relative Wachstum von Groß-Berlin sich allmählich, dank einer gewissen Sättigung, verlangsamt¹⁾.

Gehen wir jetzt zu naturwissenschaftlichen Darstellungen im engeren Sinne über, wobei die Physik in Anbetracht ihrer exakten Ausgestaltung naturgemäß an erster Stelle steht, so können wir hier alle gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Größen, die Änderungen mit der Zeit, dem Orte, mit der Größe der wirkenden Kraft, mit der Temperatur usw. graphisch illustrieren. Unter den unzähligen Beispielen sei eins herausgegriffen, das die *Magnetisierung eines weichen Eisenkörpers* im magnetischen Felde betrifft. Nach der nächstliegenden Annahme würde man die erzielte Magnetisierung

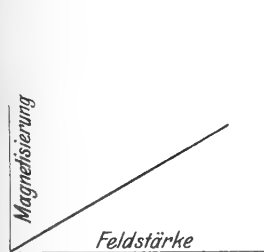


Fig. 6.

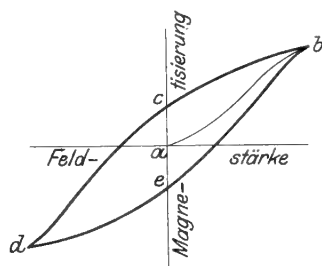


Fig. 7.

einfach proportional mit der Feldstärke ansetzen, so daß man eine ansteigende Gerade erhielte, wie in Fig. 6. Für die meisten Stoffe ist das auch wirklich die richtige Darstellung, nämlich für alle, die überhaupt nur schwach magnetisierbar sind. Aber gerade für Eisen gilt jenes gleichmäßige Ansteigen durchaus nicht, und zwar finden zwei wesentliche Abweichungen statt: erstens wächst die Magnetisierung für mittlere Feldstärken viel rascher als anfangs, und zweitens wächst sie für große Feldstärken allmählich immer langsamer und schließlich gar nicht mehr, so daß man das Bild der Kurve *ab* in Fig. 7 erhält. Aber auch diese Kurve hat nur eine sehr beschränkte Gültigkeit: es ist die sog. jungfräuliche Magnetisierungskurve, sie gilt nur für einen Eisenkörper, der vorher noch niemals magnetisiert worden war. Schon wenn man diese erste Magnetisierung nunmehr rückwärts durch allmähliche Feldschwächung verringert, findet man eine andere Kurve *bc*, die überall etwas über der Hingangskurve zu liegen kommt; die Differenz wird immer größer, bis schließlich beim Auftreffen auf die Ordinatenaxe,

wo doch die Anstiegskurve im Nullpunkt liegt, ein erhebliches Niveau übrig bleibt: der sog. remanente Magnetismus *ac*. Geht man jetzt weiter, indem man sogar ein negatives Feld wirken läßt, so sinkt die Magnetisierungskurve weiter hinab, erreicht ihr Minimum bei *d*, steigt wieder an, wenn man jetzt das negative Feld wieder abschwächt; aber die neue Kurve liegt unter der alten, sie schneidet die Ordinatenaxe in einem negativen Punkte und steigt dann weiter bis zum oberen Eckpunkt. Wiederholt man jetzt den ganzen Zyklus, so wird sich zwar die Gestalt der Kurve *bcdeb* noch ein wenig ändern, aber nach einigen Zyklen eine feste Form annehmen, die graphische Charakteristik des Magnetisierungszyklus, während die Anfangskurve *ab*, als reine Episode, ganz herausgefallen ist. Man nennt diese Erscheinung Hysteresis und die Kurve *Hysteresisschleife*. Für jedes Feld, für jedes Material, für jede Temperatur und für die verschiedenen Arten des Verfahrens hat sie eine andere Gestalt; bald ist sie kurz und dick, bald lang und schlank, manchmal hat sie weit nach rechts oben und links unten umbiegende Hörner usw. Und damit ist, wie wir noch sehen werden, der Inhalt dessen, was uns diese graphische Darstellung erzählt, noch nicht einmal erschöpft.

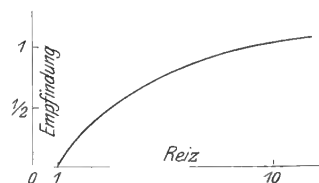


Fig. 8.

Vorerst aber müssen wir das Gesagte nach der Seite verschiedener Varianten und Ergänzungen hin betrachten. Nicht selten führt eine Funktionalbeziehung noch zu speziellen Konsequenzen, die ein besonderes Interesse beanspruchen. Als Beispiel diene hier ein berühmtes Gesetz der Psychologie, das *psychophysische Grundgesetz* (daß es im Laufe der Zeit Einschränkungen und Umformungen erfahren hat, geht uns hier nichts an). Er sagt aus, daß die Empfindungsstärken den Reizstärken nicht proportional sind, sondern viel langsamer wachsen, nämlich wie die Logarithmen der Reize, so daß sie z. B. für Reize, die sich wie 10 : 100 : 1000 : 10 000 : 100 000 verhalten, die relativen Werte 1 : 2 : 3 : 4 : 5 annehmen (eine Tatsache, die uns z. B. erst die ungeheuren Intelligenzkontraste in der Natur erträglich macht). Stellt man das nun, wie in Fig. 8, graphisch dar und verlängert die Kurve linkswärts bis zum Schnittpunkt mit der Abszissenaxe, so sieht man, daß die Empfindung null nicht etwa beim Reiz null, sondern noch beim Reiz eins auftritt, daß also Reize, die unterhalb dieser Grenze liegen, keine Empfindung erzeugen; man nennt diesen Grenzwert bekanntlich den *Schwellenwert* der Empfindung.

Mit großem Nutzen kann man oft die Darstellung einer Größe für zwei verschiedene Fälle auf einem einzigen Bilde vereinigen, und die Ab-

¹⁾ Zum deutlicheren Nachweis des beschleunigten bzw. verzögerten Anstiegs der beiden Kurven sind hier Tangenten beigelegt.

weichung der beiden Kurven voneinander wird dann neue Anhaltspunkte geben. So stellt in Fig. 9 die ausgezeichnete Kurve die Brechungsquotienten verschiedener einachsiger Kristalle in absteigender Folge dar, und zwar für den ordentlichen Strahl. Nun gibt es aber in solchen Kristallen wegen der Doppelbrechung auch einen außerordentlichen Strahl, und die Brechungsquotienten für letzteren sind durch die gestrichelte Linie dargestellt. Die Differenz zwischen beiden, die durch die starken Vertikallinien veranschaulicht wird, gibt dann schließlich auch ein Bild von der Stärke der Doppelbrechung, von der Auseinandersetzung der beiden Strahlen. Im ganzen lehrt uns also die Figur sechserlei: 1. wie stark der ordentliche; 2. wie stark der außerordentliche Strahl gebrochen wird; 3. daß sich die Stoffe nach letzterem durchaus nicht in der gleichen Reihenfolge anordnen wie nach ersterem (die gestrichelte Linie läuft vielmehr mehrfach auf- und abwärts); 4. daß für manche

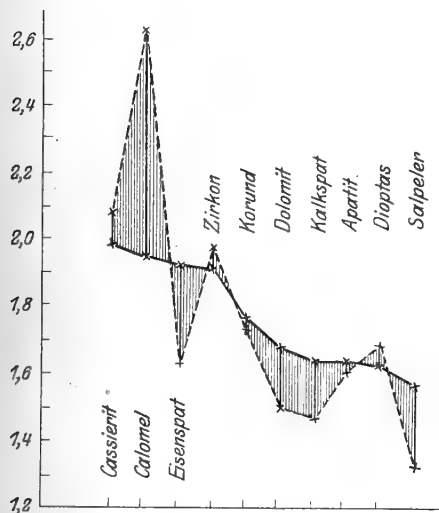


Fig. 9.

Stoffe der ordentliche, für andere der außerordentliche Strahl stärker gebrochen wird (die gestrichelte Linie liegt bald unter, bald über der ausgezogenen); 5. daß die Doppelbrechung für einige Kristalle sehr stark (z. B. für Kalomel), für andere sehr schwach ist (z. B. für Zirkon); und 6. daß hiernach starke Doppelbrechung durchaus nicht immer an starke Brechung geknüpft ist (denn Salpeter steht in bezug auf Brechung an letzter Stelle, hat aber trotzdem eine starke Doppelbrechung).

Durch Zusammenstellung mehrerer Kurven, die sich auf Phänomene einer Klasse, aber verschiedener Unterart beziehen, kann unsere Methode in hohem Maße den Wert einer *vergleichenden Methode* erlangen. Wir wollen das an einem ganz allgemeinen, schematischen Falle betrachten, nämlich an den verschiedenen möglichen Arten von Bewegung, die ein Punkt ausführen kann. Dabei kann man entweder den Ort als Funktion der Zeit wählen (das tut ja die Natur selbst) oder, was in vieler Hinsicht instruktiver ist, die Geschwindigkeit. Das ist nun in Fig. 10 geschehen, die die

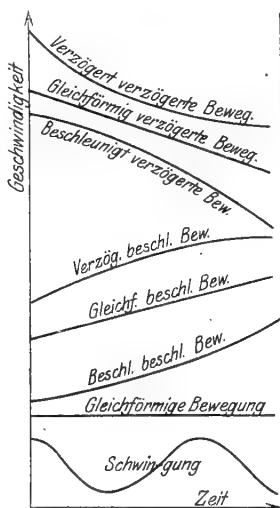


Fig. 10.

sog. *Geschwindigkeitsdiagramme* der typischen Bewegungsarten enthält und keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Besonders lehrreich ist es, die Funktionalkurven verschieden dimensionierter Körper oder verschiedener chemischer Stoffe oder dergl. auf einem Bilde zu vereinigen, also eine Kurvenschar zu zeichnen; man erhält dann ein Bild davon, was das Allgemeine, was das Individuelle an dem Phänomen ist. In der Fig. 11 sind z. B. die *Durchbiegungen* dargestellt, die gleichen Kräften unterworfenen Stäbe erfahren, wenn sie zwar alle gleiche Länge* und gleich großen Querschnitt, aber verschiedene Form des letzteren besitzen; diese Form ist der Anschaulichkeit halber gleich daneben gesetzt. Man sieht, daß die Durchbiegung am kleinsten ist, wenn der Querschnitt ein auf der hohen Kante stehendes Rechteck, am größten, wenn er ein auf der kleinen Achse stehendes Oval ist, während der Kreis und das Quadrat ungefähr die Mitte zwischen diesen beiden

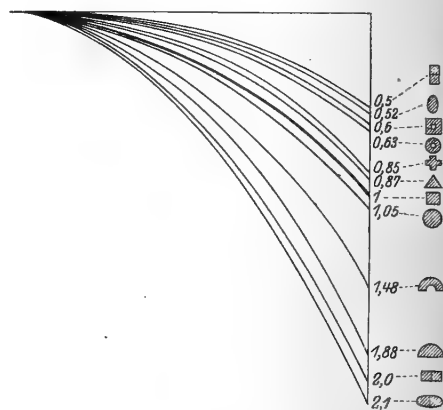


Fig. 11.

Extremen einnehmen (die Zahlen sind relativ; die für das Quadrat ist gleich eins gesetzt). Ein anderes, besonders interessantes Beispiel aus der Elektrizitätslehre liefert Fig. 12, die die Abhängigkeit des *elektrischen Widerstands* der Metalle von der Temperatur veranschaulicht. Mit abnehmender Temperatur nimmt, wie man sieht, der Widerstand stark ab, und zwar so, daß alle Kurven, wie die Bahnen der Sternschnuppen, nach einem Radiationspunkte hinstreben; und dieser Vereinigungspunkt ist annähernd, vermutlich also genau, der absolute Nullpunkt der Temperatur. Da aber die verschiedenen Metalle bei normalen Temperaturen sehr verschiedene Widerstände haben, so folgt, daß die Abnahme in sehr verschiedenem Tempo erfolgt; in der Tat sind die Kurven sehr verschieden steil, am steilsten die für Nickel und Blei; andererseits sieht man auf den ersten Blick, daß einige Kurven aus dem Charakter der übrigen herausfallen, indem sie viel weniger steil abfallen, und das sind die Legierungen, im Gegensatz zu den reinen Metallen; eine von ihnen, die für das Konstantan (daher der

Name) erscheint sogar praktisch horizontal, der Widerstand ist hier von der Temperatur unabhängig. Ob trotzdem auch die Legierungskurven schließlich nach unten umbiegen und ebenfalls nach dem Nullpunkte hinstreben, ist eine weitere Frage, die hier nicht verfolgt werden kann.

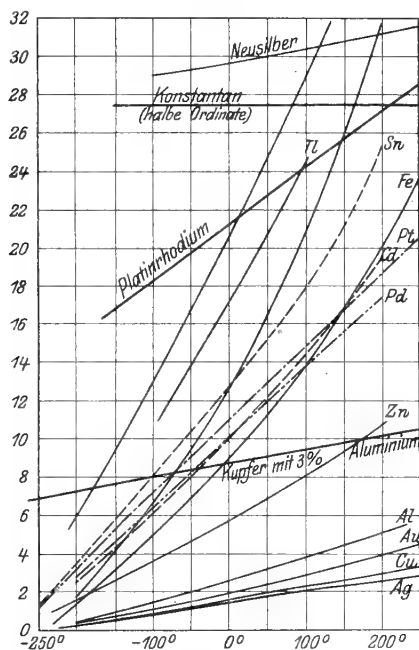


Fig. 12.

Der Fall, daß eine Größe nur von einer einzigen anderen Größe abhängt, ist nun freilich nur der einfachste aller möglichen. Der nächst komplizierte ist der einer von zwei anderen abhängigen Größe. So wird beispielsweise das *Volumen eines Gases* einerseits durch den Druck, andererseits durch die Temperatur bestimmt. Durch eine Kurve kann man nun offenbar nur die eine dieser beiden Beziehungen darstellen; um auch die andere hineinzubringen,

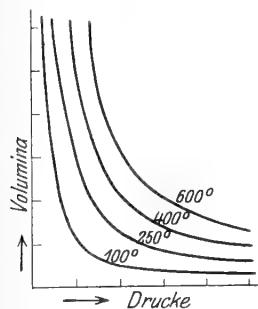


Fig. 13a.

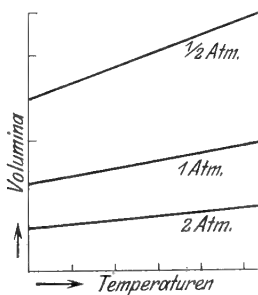


Fig. 13b.

muß man eben wieder mehrere Kurven, entsprechend verschiedenen Werten dieser dritten Größe, zusammenstellen — ein Verfahren, das allerdings, da es eben nur eine Auswahl treffen kann, unvollkommen ist und, wenn möglich, durch ein vollkommeneres ersetzt werden muß; daß dies möglich ist, werden wir bald sehen. Fürs erste genüge es, auf die graphische Darstellung des genannten

Falles in Fig. 13 a und b hinzuweisen. Es sind zwei verschiedene Figuren, je nachdem das Volumen als Funktion des Drucks für eine bestimmte Temperatur dargestellt und diese Darstellung dann für einige andere Temperaturen wiederholt wird; oder aber das Volumen als Funktion der Temperatur, auch wieder bei bestimmtem Druck, der Reihe nach aber für verschiedene Drücke dargestellt wird. Im ersten Fall erhält man eine Schar von Hyperbeln, im letzteren eine Schar ansteigender Geraden; man nennt jene Kurven *Isothermen*, diese *Isobaren*.

(Schluß folgt.)

Kinematographie und Schule.

Von Dr. Bastian Schmid, Zürichau.

Es war der neuesten Zeit, um nicht zu sagen dem letzten Jahrzehnt, vorbehalten, daß auch die Schule einen alten Grundsatz der Naturforschung sich zu eigen machte, als Grundbedingung für jeden Fortschritt und jede Erkenntnis von bleibendem Wert die Beobachtung und das Experiment anzusehen. Von dieser wertvollen Errungenschaft, die sie sich so mühselig erkämpfen mußte, wird sie, wenn sie nicht mit Absicht ihr geistiges Niveau heruntersetzen will, keinen Zoll mehr ablassen. Im Gegenteil, wir sehen, wie sie in richtiger Erkenntnis der beschrittenen Bahnen, vor allem die Schülerübungen auf allen Gebieten der Naturwissenschaften noch weiter auszudehnen bemüht ist, wie der Selbstbeobachtung nicht zuletzt durch planmäßig angelegte Exkursionen immer größere Gebiete erschlossen werden. Mit Recht ist man zu der Anschauung gelangt, daß die Beobachtung an den natürlichen Objekten, gleichviel, ob es sich um ein makroskopisches oder um ein mikroskopisches Präparat, um ein lebendes Tier, eine lebende Pflanze, einen physikalischen oder chemischen Vorgang, eine technische Einrichtung oder einen industriellen Großbetrieb handelt, durch nichts zu ersetzen ist.

Daß aber der Kontakt mit der Wirklichkeit seine Grenzen hat, und zwar einmal durch die beschränkten Zeitverhältnisse, sodann durch die Schwierigkeit der Materialbeschaffung, bzw. der Unmöglichkeit, sich gewisse Objekte, bzw. technische Einrichtungen zugänglich zu machen, das wird jedem Unterrichtenden bald klar. Und so greift er zu den verschiedensten Anschauungsmitteln, Modellen usw., an denen ja tatsächlich kein Mangel ist.

Nun hat sich in letzter Zeit zu dem Veranschaulichungsmaterial ein wertvoller Bundesgenosse, der Kinematograph, gesellt. Nicht etwa, daß er die anderen Lehrmittel vollständig aus dem Felde verdrängte. Durchaus nicht. Er wird ihre Eigenart wahrlich nicht weniger als die seinige, die nicht in der Ruhe sondern in der Bewegung liegt. Und so stören beide Arten gegenseitig ihre Kreise nicht. Wir verlangen ein in Ruhe verharrendes Bild, in das sich der Schüler vertieft, dessen Details er sich ansieht, wir wünschen aber auch, daß er charakteristische Lebensvorgänge der Tier- und Pflanzenwelt, technische Einblicke, die infolge der bereits erwähnten Umstände lediglich durch den Kinematographen erschlossen werden, in Naturtreue sieht. Und hierin liegt der große durch kein Anschauungsmittel zu ersetzende Wert des Kino.

Einige Beispiele mögen das Gesagte erläutern. Wir besitzen schon jetzt Filme wie: Der Erreger der Schlafkrankheit, das Brutgeschäft der Vögel, die Entwicklung der Fliege, des Schmetterlings, des Axolotl, der Fang von

Delphinen, Thunfischfang, Tintenfische, künstliche Fischzucht, Straußenzucht, Austerzucht, der Lachsfang in Kanada, Eisbären- und Elefantenjagd, der Einsiedlerkrebs, usw., Tunnelsprengung durch Dynamit, die Entstehung der Glühbirne, Plantagenarbeiten in den Kolonien usw., aber auch biblische Filme, wie das Opfer Isaiahs, historische und eine nicht zu unterschätzende Anzahl von geographischen. Das alles sind Dinge, von denen man im Unterricht sprechen muß, und die man bislang mühsam durch Diapositive erläutert. Daß mit letzter Art von Veranschaulichung nur ganz wenig erreicht wird, ja mitunter falsche Vorstellungen entstehen, wird jeder zugeben müssen, der sich beispielsweise einen technischen Film und etwa daneben 5—10 sogenannte instruktive Abbildungen ansieht, der den Tintenfisch nach dem Bilde oder im Kino sieht, ja ich behaupte sogar, daß der Film vom Tintenfisch mehr zeigt als man am lebenden Tier im Aquarium sieht, insofern als bei dieser Aufnahme dafür gesorgt wurde, daß das Tier die ganze Skala seiner Ökologie zeigt. Die Unmöglichkeit sodann, den Schülern anders als auf kinematographischem Wege von der Schlafkrankheit oder tropischen und anderen oben genannten Objekten eine genügende Anschaulichkeit zu verschaffen, liegt auf der Hand.

Es ist mit Freude zu begrüßen, daß bereits verschiedene Behörden und Kommunen in richtiger Erkenntnis der Dinge den Schülern wissenschaftliche Kinovorführungen zugänglich gemacht haben, und es steht zu hoffen, daß der Bedeutung der Sache entsprechend ein noch weiteres Eingehen auf diesen Gegenstand zu erwarten ist.

An die Filme selbst und deren Vorführung müssen zwei Bedingungen geknüpft werden. Die Zusammenstellung von Filmen muß sowohl in wissenschaftlicher wie pädagogischer Hinsicht völlig einwandfrei sein, bedarf also in zweifacher Hinsicht reiflicher Überlegung, sodann muß der erläuternde Vortrag denselben Anforderungen genügen.

Bei all der Vielseitigkeit, die der Kinematograph heutzutage speziell auch für die Schule anstrebt, ist eine, wie mir scheint, außerordentlich wichtige Art von Aufnahmen noch nicht systematisch aufgegriffen und in die Tat umgesetzt worden, ich meine die *Unterrichtsmethode* als solche. Als der Verfasser dieser Zeilen vor wenigen Jahren mit einem Teil der naturwissenschaftlichen Unterrichtsausstellung in Brüssel betraut wurde, und es sich u. a. darum handelte, auf einem internationalen Unterrichtskongreß zu Brüssel den gegenwärtigen Stand des biologischen Unterrichts in Deutschland zu erörtern, da fragte es sich, ob nicht ev. einige Schüler an biologischen Objekten unsere Arbeitsmethoden zeigen sollten. Da sich diese Sache nicht gut bewerkstelligen ließ, so kam ich auf den Einfall, wichtige Abschnitte des biologischen Praktikums kinematographisch vorzuführen.

Es waren das folgende Gebiete: Vorführungen von biologischen Schülerübungen auf dem Realgymnasium in Zwickau, welche Planktonuntersuchungen (vorausgehend Planktonfischen auf zwei Teichen mit verschiedenen Lebensbedingungen der Organismen), anatomische und physiologische Übungen (vergleichende Anatomie des Frosches, der Taube und des Kaninchens, mikroskopische Untersuchungen von Parasiten, pflanzenphysiologische Übungen) und tierphysiologische Beobachtungen zum Gegenstand hatten.

Wie sehr nun der Kinematograph in der Lage war, ein Bild meines biologischen Praktikums zu geben, das zeigt allein der Umstand, daß der Film nicht nur in zahlreichen deutschen Städten, Instituten und Versammlungen sondern auch im Auslande vielfach zur Vorführung, darunter speziell zur Vorführung vor Lehrerkreisen verlangt wurde. Ist es nun nach alledem nicht naheliegend, auf allen Gebieten des selbsttätigen Unter-

richts Musterfilms zusammenzustellen, also einen Einblick zu geben, wie unter der Leitung bekannter Physik-, Chemie- usw. Lehrer Schülerübungen abgehalten werden, wie gymnastische, sportliche und andere Veranstaltungen mustergültig eingerichtet, bzw. geleitet werden? Das wäre zunächst schon für unsere deutsche Lehrerschaft sehr begrüßenswert. Bei den bunten Lehrplänen, wie sie bei einem aus so vielen Staaten zusammengesetzten Lande wie Deutschland nun einmal bedingt sind, bei den im allgemeinen recht spärlichen Hospitierungsreisen, die von Lehrern nur da und dort unternommen werden können, wäre es von großem Interesse für den einzelnen, wenn er durch einen Film, der gelegentlich von Versammlungen beispielsweise vorzuführen wäre, sich von der Unterrichtsart eines anderen Staates überzeugen könnte. Was mir aber nicht minder wichtig erscheint, das ist die Beschaffung von *Austauschfilmen* mit außerdeutschen Ländern. Wir haben heute die glänzende Einrichtung des Austauschprofessors, wir schicken Kandidaten nach England und Frankreich und bekommen von dort andere. Warum sollen wir auf dem Gebiete der Naturwissenschaften, wo wir vom gesprochenen Wort nicht so abhängig sind, wie in den Sprachen, wo wir selbst durch Fachzeitschriften über das Ausland nur spärlich unterrichtet werden, nach diesem trefflichen Verständigungsmittel greifen?

Nur wenige von uns wissen von den in vieler Hinsicht vorbildlichen Unterrichtsmethoden Amerikas, und viele sehen beispielsweise mit einer durch nichts gerechtfertigten Unterschätzung auf den naturwissenschaftlichen Unterrichtsbetrieb Frankreichs herunter. Man vergesse nicht, daß sowohl das Wesen der Forschung als auch das des naturwissenschaftlichen Unterrichts stete Fühlung mit den Arbeiten anderer erfordert, und daß diese Fühlung nicht nur dem speziell interessierten Unterricht, sondern auch allen übrigen Unterrichtsfächern zugute kommt. Es ist kein Geheimnis mehr, und es wird selbst von vielen Philologen bestätigt, die naturwissenschaftlichen Unterrichtsmethoden haben befruchtend auf die Unterrichtserteilung in den anderen Fächern gewirkt, und jede Vervollkommenung ihrer Methoden wird auf die anderen Fächer befruchtend weiter einwirken.

Ich bin der vollen Überzeugung, daß es von seiten der Behörden nur einer verhältnismäßig geringen Unterstützung bedarf, um ein solches Institut, das befruchtend auf unseren Unterrichtsbetrieb einwirken wird, ins Leben zu rufen. Möge dieser Gedanke der Schaffung von Austauschfilmen in weiten Kreisen dasselbe Echo finden, wie er es bereits in einem engeren, nämlich auf dem 1. Deutschen Kinokongreß, wo ich ihn das erstemal aussprach, gefunden hat.

Besprechungen.

W. Schleip: *Geschlechtsbestimmende Ursachen im Tierreich. Aus den „Ergebnissen und Fortschritten der Zoologie“*. Herausgegeben von Spengel, III. Band, 3. Heft, Seite 165 bis 328. G. Fischer, Jena 1912. Preis des ganzen Bandes M. 20.—

Bei dem immer weniger überschaubaren Anwachsen der Literatur über dieses eine biologische Modeproblem ist die Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse durch Schleip besonders dankenswert; sie wird vor allem für Anfänger auf diesem Gebiet von Wert sein, die eine verlässliche Einführung und Grundlage für eigene Weiterarbeit finden wollen. Das Folgende soll nur eine dürftige Übersicht der Hauptpunkte geben, um die sich die breiten Ausführungen Schleips gruppieren. Schon die Problemstellung ist eine äußerst komplizierte, da das Geschlecht kein einfaches Merkmal sondern ein sehr zusammen-

gesetzter Begriff ist; da die Frage nach dem Geschlecht durch dessen zweifache Ausbildungsweise sofort zu einer doppelten wird: ob männlich oder weiblich; da ferner auch die Frage nach dem Zahlenverhältnis der Geschlechter hier zu stellen ist und gleicherweise schließlich nach den Gründen des Generationswechsels, also der Erscheinung, daß in gesetzmäßiger Aufeinanderfolge durch verschiedene Zeugungsweisen organisch verschieden gestaltete Generationen der gleichen Tierart hervorgebracht werden.

Eine Art Vorfrage bildet der Zeitpunkt der Geschlechtsbestimmung. Nach den bisherigen Untersuchungen dürfte diese nur in wenigen Fällen nach erfolgter Befruchtung des Eies, also epigam, erfolgen; selten auch während des Befruchtungsaktes (syngam), wenn von den Hautflüglern (Hymenopteren), Rädertierchen (Rotatorien) und wenigen anderen Tieren abgesehen wird, bei denen die Vornahme oder das Unterbleiben der Befruchtung das Ei geschlechtlich differenziert. Sehr häufig ist das Geschlecht in den Keimzellen selbst bereits vor der Befruchtung (progam) festgelegt, hauptsächlich in den männlichen Samenzellen oder Spermatozoen.

Die experimentellen Untersuchungsmethoden für das ganze Wissensgebiet ergeben sich aus der Doppelfrage: ob die geschlechtsbestimmenden Ursachen durch äußere Einwirkungen bestimmt oder ob sie ererbt werden. (Die Untersuchung, wie sie dann während des individuellen Entwicklungsganges weiterwirken, gehört mit Wegen und Zielen noch ganz der Zukunft an.) Die geringe Anzahl von Fällen, in denen bis jetzt ein Einfluß der Ernährung, Temperatur oder chemischen Substanzen auf die Geschlechtsbestimmung nachgewiesen ist, läßt einstweilen allgemein nicht auf eine ausgebreitete Wirkung äußerer Faktoren schließen. Epigam, also während des Heranwachsens, lassen sich Organismen nur äußerst selten in ihrem Geschlecht beeinflussen; mit mehr Erfolg progam die Keimzellen. — Von inneren Ursachen soll das Alter des Eies insofern von Bedeutung sein, als Über- oder Frühreife dieses zu männlichen Tendenzen stimmt. Auch die Ursachen des Generationswechsels sind vornehmlich durch innere Faktoren bedingt (durch festgelegte Cyklenfolge nach *Weismann*, geschlechtsbestimmende Substanzen nach *Woltereck* und anderes), die aber unter gewissen Umständen durch äußere Bedingungen beeinflusst werden können.

Sucht die experimentelle Forschung von den Wirkungen der beeinflussenden Mittel einen Schluß auf die Ursachen der Geschlechtsbestimmung zu ziehen, so will die Zellforschung den Sitz der letzteren hauptsächlich in den Keimzellen nachweisen. Der Erfolg dieser Methode zeigt sich in der bedeutenden Erweiterung der Kenntnisse, die wir ihr zu verdanken haben. Es sind die sog. Geschlechts- oder Heterochromosomen, bestimmte Bestandteile des Zellkerns, die als Träger des Geschlechts gelten können und bis jetzt bei einer Anzahl von Tiergruppen wie Insekten, Fadenwürmern (Nematoden), Schnecken und anderen nachgewiesen sind und auch für den Menschen angegeben werden. — Es können entweder beim Weibchen und Männchen nur gleichartige Geschlechtschromosomen (sog. x-Elemente) vorkommen und dann meist beim Weibchen in doppelter Zahl (2 x), oder sie sind in verschieden gestalteter Ausbildung vorhanden, indem das Männchen ein Heterochromosom von der Art des Weibchens (x), außerdem aber ein andersgestaltetes (sog. y-Element) besitzt. Es ergeben sich nämlich bei der Samenreife in allen diesen Fällen zweierlei Spermatozoenarten; jene mit dem x-Element bestimmen dann bei der Befruchtung das Ei zum Weibchen, die mit dem y-Element oder mit fehlendem x-Element zum Männchen. Immer liegt also die Geschlechts-

bestimmung beim männlichen Geschlecht; nur bei Seeigeln soll es umgekehrt sein.

Hypothesen über die Ursachen der Geschlechtsbestimmung zählte man am Anfang des neunzehnten Jahrhunderts bereits gegen fünfhundert; sie waren allerdings mehr auf Phantasie als auf Beobachtung aufgebaut. Seither sind noch manche hinzugekommen, als eine der anregendsten die von *Richard Hertwig*, der das Massenverhältnis von Zellkern und -plasma — von ihm Kern-plasmarelation benannt — zur Erklärung heranzieht. Er geht von der Tatsache aus, daß bei Gleichheit der Kerngröße das Ei reichliches Plasma, das Spermatozoon fast keines besitzt, also bei dem einen verhältnismäßig mehr Plasmamasse, bei dem anderen mehr Kernmasse vorhanden ist. Nun bedingen nach ihm Hunger, Herabsetzung der Temperatur, fortgesetzte Teilung oder Jungferzeugung (Parthenogenese) ein Überwiegen der Kernmenge, ausgiebige Ernährung, Wärme hingegen veranlassen eine Anreicherung der Zelle an Plasma; somit ist klar, daß alle erstangeführten Ursachen im männlichen, alle zuletzt angeführten im weiblichen Sinne geschlechtsbestimmend wirken werden. Wie *Schleip* ausführt, leidet dieser Erklärungsversuch wenigstens teilweise an willkürlichen Annahmen und wird von mannigfachen Seiten bekämpft. — Eine Deutung von besonders erfolgreicher Tragweite gibt der berühmte Amerikaner *E. B. Wilson* mit seiner Quantitätshypothese, bei der er von dem Gedanken ausgeht, daß jedes x-Element von vornherein die Möglichkeit zur Anlage von beiden Geschlechtern einschließt, aber erst die Menge die Entscheidung trifft. So daß durch ein x-Element in einer befruchteten Eizelle männliche Tiere, durch 2 x-Elemente aber weibliche entstehen müssen. — Eingehender wird von *Schleip* schließlich noch die Mendelsche Geschlechtsbestimmungshypothese besprochen. Die Überlegung, die das Geschlecht als ein allerdings wieder zusammengesetztes Merkmalspaar auffaßt, macht es wahrscheinlich, daß auch dieses den Mendelschen Vererbungsregeln folgen wird; tatsächlich finden die bisherigen Untersuchungen ihre Resultate in diesem Sinne ohne Widerspruch. Selbst die Verbindung mit der Annahme *Wilson*s von der quantitativen Geschlechtsbestimmung kann ohne Hindernis vorgenommen werden.

Was keine dieser Hypothesen bis jetzt erklären kann: die Ursachen für das bei vielen Tierarten beständige, ungleiche Zahlenverhältnis der beiden Geschlechter sucht *Schleip* selbst durch einige anregende Bemerkungen dem Verständnis näher zu bringen. Und auch über die Ausdehnung der Wirkung von Geschlechtschromosomen auf Keimzellen und Körperzellen werden von ihm etliche, teilweise auf eigenen Beobachtungen fußende Angaben gemacht.

Lehnhofer, Innsbruck.

Benecke, Wilhelm, Bau und Leben der Bakterien, Leipzig und Berlin 1912, B. G. Teubner. Preis geb. M. 15.—.

„Die Bakterien können alles.“ Mit diesen Worten pflegte ein berühmter deutscher Naturforscher seine Vorlesung über dieses Kapitel der Botanik einzuleiten. In der Tat sehen wir diese kleinsten aller Lebewesen vielfach dort an der Arbeit, wo höhere Organismen nichts ausrichten; früher nur als gefährdete, krankheits-erregende Parasiten gekannt, sind sie durch das Fortschreiten naturwissenschaftlicher Erkenntnis als Lebewesen gekennzeichnet, die gewissermaßen dem Leben über tote Punkte hinweghelfen, durch ihren Lebensprozeß Stoffe nutzbar machen und dem Kreislaufe des Lebens zurückgeben, die sonst als unverwertbar die Erde erfüllen und überfüllen müßten. Ich denke an die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte der Tiere, an die Tierleichen selbst, die durch mikrobiische Fäulnis und Ver-

wesung bis zu anorganischen Stoffen abgebaut werden, an die ungeheuren Massen Zellstoff, die alljährlich im Laubfall zu Boden sinken, unangreifbar für die tierischen Verdauungssäfte, durch zellulosevergärende Kleintiere zu Kohlensäure und Wasser verbrannt werden. Bakterien sind es auch, die den chemisch-trägen, unwerthbaren Luftstickstoff in gebundene Form überführen und deren diesbezügliche Tätigkeit so wichtig ist, daß eine Reihe von höheren Pflanzen in gemeinschaftlichem Haushalt, in Symbiose mit solchen Bakterien lebt.

Bencekes Buch führt uns in dankenswerter Weise in diese riesengroße, vielgestaltige Welt des unendlich Kleinen ein. Die einleitenden Abschnitte behandeln die allgemeinen Eigenschaften der Bakterien, ihr Auftreten in geeigneten, sich selbst überlassenen Infusen organischer Substanzen, in denen sie Gärungen, Fäulnis, Verwesung vollziehen, eben jene Arbeit, welche schließlich zur Auflösung der organischen Substanz in einfache Verbindungen, zu ihrer „Mineralisierung“ führt. Hier sind wir schon mitten drin in der lebenswichtigen Aufgabe der Bakterien, mit der sie sich in den Rahmen der übrigen Organismen einpassen, nämlich das Übernehmen der Stoffwechselprodukte der einen Art durch Bakterien anderer Art, so daß eine lückenlose Verwertungskette bis zur Mineralisierung gegeben ist, an der zahlreiche Bakterienformen sich beteiligen. Die den Bakterien nahestehenden Zellformen anderer Mikroorganismen wie Flagellaten, niederer Algen und Pilze führen zur Erörterung der eigentlichen Bakterienzellstruktur und -physiologie. Daran schließen sich die Kulturmethoden der Bakteriologie, denn erst, seitdem die hohe Bedeutung der Reinkultur erkannt worden ist, konnte ein erfolgreiches Studium der Bakterienmorphologie und -physiologie einsetzen. Gute Bilder befördern hier auch für den Laien das Verständnis ungemein. Die Erörterungen über die Bakterienzelle sind mit der Darlegung der Zelle als Elementarorganismus, also der Bedeutung von Plasma und Plasmahaut verknüpft. Zellteilung, Sporenbildung und Sporenkeimung, Betrachtung des näheren Baues der Bakterienzelle und ihres Geißelapparates werden eingehend besprochen. Systematik und Bestimmung der Bakterien kurz umrissen, woran sich die mit Rücksicht auf die Weiterentwicklung der Lebensformen hochwichtige Variabilität und Stammesgeschichte der Mikroben schließt. Es wird gezeigt, wie ungemein anpassungsfähig diese primitiven Organismen sind, wie hohe Temperaturen ihre Dauerformen ertragen und welches ihre Lebensansprüche in bezug auf Sauerstoff, Feuchtigkeit, Salzkonzentration sind, woran sich organisch ihr Verhalten und ihre Gewöhnung an Gifte schließt. Nach dem Massenwirkungsgesetz wirken auch hier die eigenen Stoffwechselprodukte als Gifte. (Das Essigbakterium stellt seine Arbeit ein, wenn die durch seine eigene Tätigkeit erzeugte Essigsäure eine bestimmte Konzentration erreicht.) Überhaupt schließt eine Physiologie der Bakterien eigentlich eine allgemeine Physiologie in sich, denn dieses einfachste Lebenssubstrat ist ja das Leben *κατ' ἐξοχήν*. Schon ihre komplizierten Reizbewegungen auf Licht, thermische, chemische, elektrische Reize hin zeigen uns das, ihre Reaktion auf Reize überhaupt, die jener höherer Organismen völlig analog ist, ihr Verhalten gegen Narkotika, ihre „Stimmungsänderungen“. Einen breiten Raum nimmt die Besprechung des Bakterienstoffwechsels ein, ihre Assimilation und Dissimilation, denn hier liegen ja die auch für die übrige Lebewelt wichtigen chemischen Leistungen der Bakterien, die Fähigkeit mancher Formen, Kohlensäure zu assimilieren wie die grünen Pflanzen, aber ohne Zuhilfenahme der Lichtenergie, lediglich auf Grund der aus chemischen Prozessen stammenden Energie, der merkwürdige Schwe-

felumsatz der Schwefelbakterien, die Assimilation von Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen, die scharfe Auswahl der Nährstoffe, ihre peinliche Exklusivität, welche jene der höheren Pflanzen weit übertrifft, ihre Fähigkeit je nach dem Nährsubstrat die verschiedensten Enzyme zu produzieren. Durch Dissimilation der Nahrung wird Energie gebildet, die als Wärme oder als Licht den Bakterienleib verläßt, wie die thermophilen und Leuchtbakterien besonders deutlich zeigen. Die verschiedenen Gärungsformen führen zur Betrachtung der ungeheuren praktischen Bedeutung der Bakterienarbeit für den menschlichen Kulturhaushalt, ferner zur Erörterung der Rolle, welche Bakterien bei der Verdauungstätigkeit im menschlichen Darmspielen, zur Bedeutung der Eisenbakterien als erdaufbauende Organismen. So wie andere Pflanzen zeigen auch die Bakterien eine bestimmte geographische Verbreitung, ja sogar eng begrenzte „Standorte“, sie sind die Pioniere, welche unfruchtbaren Fels nutzbar machen und im Ackerboden, in Wiese und Wald wichtige Kulturarbeit vollziehen. Für den Kreislauf des Stickstoffes sind die meerbewohnenden Bakterien von größter Bedeutung, welche Nitrate in molekularen Stickstoff verwandeln. Zum Schluß wird auf die pathogenen Bakterien eingegangen, die bei höheren Pflanzen, beim Tiere und beim Menschen Krankheiten hervorrufen und gegen welche der Mensch ein ganzes großes medizinisches Arsenal aktiviert hat, ein Rüstwerk gegen diese kleinsten und doch gefährlichsten aller Lebewesen, eine unsichtbare Welt, die aber doch erd- und lebensumgestaltend wirkt, im guten wie im bösen vom Standpunkt der Menschen aus betrachtet. *Graf.*

F. von Lucanus, *Über die Höhe des Vogelfluges* auf Grund aeronautischer Experimente. (Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin vom 11. Juni 1912.)

Von Lucanus, der schon seit 1900 sich mit dem Problem der Höhe des Vogelfluges beschäftigte und auf dem V. Internationalen Zoologen-Kongreß in Berlin im August 1901 einen Vortrag über dies Thema hielt, hat seine Bemühungen weiter fortgesetzt und legt die Resultate derselben in obiger Abhandlung vor. Nach einigen einleitenden Bemerkungen über Ursache und Entstehung des Vogelzuges kommt Verfasser auf die Höhe des Vogelzuges zu sprechen, wobei er an die Beobachtungen Gätkes (in dessen Werke: Die Vogelwarte Helgoland) anknüpft. Nach der Ansicht Gätkes bewegen sich die Vögel bei klarem Wetter in ungeheuren Höhen: 3000 bis 10 000 m! und zwar gibt Gätke diese Höhen auf Grund seiner praktischen Beobachtungen an. Zur Prüfung der Gätkeschen Behauptungen wandte sich von Lucanus an Luftschiffer mit der Bitte, der Beobachtung fliegender Vögel bei Ballonfahrten ihre Aufmerksamkeit widmen zu wollen. Als Resultat ergab sich, daß über 1000 m nur selten Vögel beobachtet wurden. Hergesell sah von seinem Ballon aus aus 3000 m Höhe einen großen Raubvogel unterhalb des Ballons dem Gebirge zufliegen. Sühring gibt als Resultat von 100 wissenschaftlichen Ballonfahrten eine Maximalhöhe von 1400 Meter für den Vogelflug an. Von nicht zu unterschätzendem Einfluß auf die Höhe des Zuges ist die Bewölkung. Die unterste Wolkenschicht kann man geradezu als Grenze für die Höhe des Vogelzuges bezeichnen. So stockt bei starkem Nebel der Vogelzug, da die ziehenden Vögel die Erdoberfläche schon aus geringer Höhe nicht sehen können. Auch verließen Vögel, die man aus dem Ballon fliegen ließ, erst dann den Rand des Korbes, wenn sie die Erde erblickten. Die Windstärke kommt ebenfalls in Betracht bei der Höhe des Zuges. Gegenwind erschwert, gleichgerichteter Wind erleichtert den Zug. Bei starkem Gegenwind gehen die Vögel tiefer zur

Erde hinab. Ebenso können Temperaturabnahme und Luftdruckverminderung auf die Höhe des Vogelfluges Einfluß haben. In 5000 m Höhe herrscht eine Temperatur von -20°C , in 7000 m Höhe -33°C und ein Luftdruck von 298 mm. Bei dieser Kälte und vermindertem Luftdruck würde wohl ein Ziehen der Vögel in den angegebenen Höhen sehr unwahrscheinlich sein. Zudem bestätigen die Experimente des Physiologen *Paul Bert* die Tatsache, daß Vögel gegen Luftdruckabnahme viel empfindlicher sind als Säugetiere, daß z. B. Sperlinge bei einem Luftdrucke von 203 mm starben. Dabei wirkt gleichzeitige Temperaturabnahme noch weit ungünstiger. Es ergab sich, daß in verdünnter Luft bei den Vögeln durch Kälte das Vermögen der Sauerstoffaufnahme herabgesetzt wird. Freilich muß man bei diesen Experimenten in Rechnung ziehen, daß sich hier die Vögel nicht in natürlichen Verhältnissen, sondern in einer Zwangslage befanden, die jedenfalls ungünstig auf das Versuchsergebnis einwirkte. Übrigens haben auch die Berichte der Vogelwarte Rossitten bestätigt, daß sich der Vogelzug innerhalb 100 m relativer Höhe bewegt und daß nur bei sehr klarem Wetter höhere Regionen aufgesucht werden. Um aber die Gätkesche Theorie des Zuges in ungeheuren Höhen experimentell nachzuprüfen, wandte *v. Lucanus* ein eigenes Verfahren an, das prüfen sollte, ob es überhaupt möglich ist, Vögel in solchen Höhen, wie *Gätke* behauptet, zu erkennen. Er wählte in Flugstellung ausgestopfte Vögel folgender Arten: Mäusebussard, Sperber, Saatkrähe, sowie Lämmergeier, die er an einer 10 m langen Schnur an einem Fesselballon befestigte. Letzterer stieg an einem 1000 m langen Seil empor, das, mit einer Einteilung versehen, jederzeit die Feststellung der Höhe ermöglichte. Es ergab sich z. B. bei Sperber eine Sichtbarkeitsgrenze von 850 m, während *Gätke* dieselbe auf 3000 m angibt; die Grenze für die Saatkrähe gibt *von Lucanus* auf 1000 m an, *Gätke* auf 3000 bis 5000 m. Es zeigt sich also zwischen den aeronautischen Höhenmessungen und den Gätkeschen Augenschätzungen eine sehr große Differenz. Freilich sind die Sehschärfen der einzelnen Beobachter verschieden, aber da *v. Lucanus* seine Sehschärfe nach den internationalen Punktproben etwa als doppelt so groß als die normale angibt, so müßte, die Richtigkeit der Gätkeschen Behauptungen vorausgesetzt, der letztere über eine 5 bis 6fache Sehschärfe verfügt haben, was wohl ausgeschlossen sein dürfte. Der Verfasser kommt demnach zu dem Schlusse, daß, da die Beobachtungen der Flugbilder mittels des Fesselballons den natürlichen Bedingungen am meisten entsprechen, die Theorie von der großen Höhe des Vogelzuges nicht mehr als zutreffend zu erachten ist.

Dr. Koepert, Dresden.

Walther, Johannes, Das Gesetz der Wüstenbildung. 2. Aufl. Leipzig, 1912. Quelle & Meyer. XV, 342 S. 147 Abbildungen. Preis geb. M. 12.80.

Hält man diese neueste Auflage dem ersten Waltherschen, der Wüste gewidmeten Werke, der „Denudation und Wüste“, gegenüber, so muß man konstatieren, daß kaum ein Stein beim anderen geblieben ist. Damals konnte er seine Betrachtungen nur auf Beobachtungen gründen, die er im Niltal und an dem Gestade des Roten Meeres gemacht hatte, die Folgezeit hat ihn auch in die Wüstenregionen Nordamerikas und Westasiens, eine erst vor kurzem vollendete Reise wiederum zu seiner alten Liebe, nach Ägypten und dem Sudan geführt, so daß er heute sicherlich zu den besten Kennern der Wüste gehört. Die erste Veranlassung zu derartigen Studien war ein biologisch-lithogenetisches Problem, nämlich die Frage nach dem Ursprung der versteinungsarmen Schichtkomplexe, die sich bei uns zwischen das Paläozoicum und das Mesozoicum einschal-

ten: das Wachsen und die Weitung des Stoffes, die stets weiter vordringenden Beziehungen zu den verschiedensten anderen Wissenschaften, sind es vor allem, was die erste Auflage des „Gesetzes der Wüstenbildung“ kennzeichnet und was auch in dieser zweiten wiederum aufs deutlichste hervortritt. Das Buch gliedert sich nunmehr in vier größere Abschnitte: „das Wesen der Wüste“, „die Abtragung in der Wüste“, „die Auflagerung in der Wüste“ und „die Wüsten der Vorzeit“. Fast jedes Kapitel hat eine vollständige Umarbeitung erfahren, wobei allerdings auffällt, daß die Ergebnisse der letzten Reise beinahe überall in den Vordergrund geschoben sind, auch die bei weitem größte Zahl der Abbildungen, die übrigens sämtlich hervorragend anschaulich sind, stammt aus Ägypten und seinen Grenzlandschaften. Aus der Fülle des Materials möchten wir ein paar Fragen herausgreifen, die in der letzten Zeit besonders lebhaft diskutiert sind und bei denen es von besonderem Interesse ist, *Walthers* heutigen Standpunkt kennen zu lernen. *Walther* hat einst den Ausdruck „Deflation“ geprägt: er versteht darunter die abhebende Wirkung der bewegten Luft auf die wenig widerstandsfähigen Partien oder die von der Verwitterung gelockerten Teile der Felsmassen, und er war geneigt, diesem Prozeß eine besondere hervorragende Rolle bei der Ausgestaltung der Wüsten zuzuschreiben. Andere Forscher, wie *Passarge* und *Penck* oder der berühmte Saharadurchquerer *Fourcade* sind im Gegensatz dazu zu der Überzeugung geführt worden, daß die Winderosion nur dann wirksame Effekte zu erzielen vermag, wenn der Wind mit Sandpartikelchen beladen ist, die er dann als Projektile benutzen kann, wie man ja auch beim rinnenden Wasser und beim Eise immer mehr der Anschauung zuneigt, daß das Hinzutreten eines Schleifmittels erst eine kräftige Erosion ermöglicht. *Walther* hat sich jedoch von seiner Auffassung nicht abbringen lassen, sie vielmehr durch seine neuen Beobachtungen nur bestätigt gefunden, beruft sich dabei sogar auf *Passarge* als Gewährsmann. Wenn aber *Passarge* in seinen späteren Untersuchungen in den algerischen Wüsten zu jenem anderen Resultat gelangt ist, so wird man hinter einer Verallgemeinerung der Waltherschen These wohl eine große Fragezeichen machen dürfen: die eigenartigen Pilzfelsen mit ihrem dünnen Stiel deuten doch eigentlich überhaupt darauf hin, daß die Erosion am Boden viel stärker ist als weiter oberhalb, wo der Wind nicht mehr so stark mit Sand geladen ist, während doch seine Kraft mit der Entfernung vom Boden zunimmt. Auch die häufigen Windschiffe an den Bröckelfelsen weisen in derselben Richtung. Daß der Wind die bereits losgelösten Teile verweht, steht auf einem ganz anderen Brett und wird kaum von irgend jemand bestritten, wie *Walther* anzunehmen scheint. Das führt uns auch zu dem vielerörterten Problem nach dem Ursprung des Wüstensandes. Für die Nilländer soll der Sand geliefert werden durch die Zerfallsprodukte der kristallinen Gesteine, durch den Fluß- und Seeschlamm, durch die Verwitterung kalkhaltiger Sedimente und durch verwitternden Sandstein, durch diesen letzteren aber nur in verschwindendem Maße. Auch hierin dürfte *Walther* kaum auf allgemeine Zustimmung rechnen können, die Herleitung aus kristallinen Gesteinen wird von *Passarge* für Algerien, ebenso von *Penck* für Ägypten, durchaus bestritten, beide sehen vielmehr in Sandsteinen die Quelle des Wüstensandes. Die hohe Bedeutung, die *Walther* der Deflation zuerkannte, hat manchen zu der Meinung geführt, daß er die Wirkungen des rinnenden Wassers in den Wüsten leugne. Demgegenüber betont nunmehr *Walther* ausdrücklich, daß ihm dies stets fern gelegen habe, nur glaubt er nicht an eine Klimaänderung im Sinne einer früheren Pluvialperiode, da alle Formen der Wüste auch unter den heu-

tigen klimatischen Verhältnissen zustande kommen könnten. Viel Neues enthalten auch die Betrachtungen über die verschiedenen Arten der Rindenbildung, wobei er z. B. bei der Erklärung der braunen Schutzrinde eine Mitwirkung des Wassers in Abrede stellt und *Du Bois'* bekannte Beobachtungen von Eisenrinden in Surinam als etwas von jener ganz verschiedenes ansieht. Trotz unserer reichen Wüstenliteratur und trotz der vielseitigen Aufklärung, die wir *Walther* verdanken, erkennt man doch aus seinem Buche nur zu deutlich, wie viel hier der Zukunft noch zu tun übrig bleibt, wobei vergleichende Untersuchungen der verschiedensten Wüsten von besonderem Werte sein würden. Manches gerade erst im letzten Jahrzehnt aufgetauchte wichtige Problem wird leider von *Walther* gar nicht oder nur höchst stiefmütterlich behandelt, wie etwa die Entstehung der Inselberge oder die Lehre vom Zyklus der Formen im ariden Klima, wo wir besonders neugierig gewesen wären, seine Meinung zu erfahren.

A. Rühl, Charlottenburg.

Ludwig Staudenmaier, *Die Magie als experimentelle Naturwissenschaft*. Leipzig 1912. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 184 Seiten. Preis geheftet 4.50, gebunden 5.50 Mark.

Staudenmaier hat sich als experimentell arbeitender Chemiker einen geachteten Namen erworben, und daher nahm der Referent das neue Werk des Autors, das eines der allerschwierigsten, wenn nicht das schwierigste Gebiet naturwissenschaftlicher Forschung behandelt, mit großer Erwartung in die Hand. Es wäre zweifellos von größter Bedeutung gewesen, wenn *Staudenmaier* das wichtige Problem der willkürlichen Produktion oder sogenannten magischen Erscheinungen, deren viel umstrittene Realität hier zunächst vorausgesetzt werden möge, tatsächlich gelöst haben sollte. *Staudenmaier* behauptet, dies Ziel erreicht und damit eine Experimentalmagie, die den anderen experimentellen Naturwissenschaften wie der Experimentalchemie, der Experimentalphysik oder auch der Experimentalpsychologie als gleichwertige Gefährtin zur Seite stehe, begründet zu haben. Einen Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung hat der Referent in dem Buche nicht finden können. *Staudenmaier* berichtet, wie er durch Zufall für die Magie interessiert worden ist und dann bei sich selbst die im Menschen schlummernden magischen Fähigkeiten entwickelt hat. Durch systematische Übung hat er es zur Erzeugung von Halluzinationen des Gesichts, des Gehörs und anderer Sinnesorgane gebracht, eine nicht ganz ungefährliche Übung, da der Adept dieser Erscheinungen keineswegs immer Herr war, die Phänomene sich vielmehr auch dann, wenn sie keineswegs erwünscht waren oder sehr unangenehme Formen annahmen, dem Experimentator aufdrängten. Auf der Elsternjagd schoß *Staudenmaier*, um nur ein Beispiel anzuführen, nicht nur nach wirklichen, sondern auch nach halluzinatorischen Elstern, die neben jenen echten auf dem Baume saßen. Immerhin glaubt *Staudenmaier* nach vielen bösen Erfahrungen zu wissen, wie man die üblen Nebenwirkungen der Experimentalmagie vermeiden kann, und gibt auch einige Anweisungen zu seiner Meinung nach gefahrloser Produktion der fraglichen Phänomene.

Daß man Halluzinationen, die meist nur spontan und ohne Willen des Halluzinierenden auftreten, durch systematische Übung auch willkürlich hervorrufen kann, daß aber, wenn sie künstlich erzeugt werden, ihre Beherrschung Schwierigkeiten bietet, ist nicht zu bezweifeln, und insofern bietet das Buch von *Staudenmaier* wohl kaum etwas sehr Überraschendes, wenn auch manche Einzelheiten des Interesses nicht entbehren. Nun aber behauptet *Staudenmaier*, daß diese Halluzinationen auch

außerhalb seiner Phantasie im Raume eine Realität besitzen können. Durch einen sehr eigentümlichen Vorgang, der gerade das Gegenteil des Vorganges ist, durch den wir von der Außenwelt Kenntnis erhalten, soll es möglich sein, Gedanken oder richtiger sinnliche Vorstellungen in den Raum zu projizieren: die Materialisationen der Spiritisten. Mit anderen Worten: *Staudenmaier* erscheinen seine Halluzinationen so lebendig, daß er ihnen, ohne ihre Abhängigkeit von seinem Organismus zu leugnen, doch eine gewisse Objektivität außerhalb seines Organismus zuzuschreiben geneigt ist. Diese Objektivierung des Subjektiven bildet den Kernpunkt der Darlegungen *Staudenmaiers*. Einen experimentellen Beweis für die Richtigkeit oder auch nur für die Zulässigkeit dieser Übertragung hat der Referent in dem Buche nicht finden können: Die persönliche Überzeugung des Verfassers muß den Mangel an objektiver Begründung ersetzen, und damit hört nach Ansicht des Referenten die Wissenschaft auf. Anstatt die selbst beobachteten Tatsachen mit allen Einzelheiten und unter Berücksichtigung aller möglichen Fehlerquellen in den Vordergrund zu stellen, entwickelt der Verfasser die theoretischen Anschauungen, zu denen er bei der Beschäftigung mit seinen Halluzinationen gelangt ist, und gibt an der Hand dieser theoretischen Anschauungen eine Übersicht über die okkultistische Literatur, d. h. die Angaben anderer Autoren. Ganz charakteristisch erscheinen dem Referenten die Darlegungen *Staudenmaiers* über die sogenannte „Gedankenphotographie“. Er berichtet über die Versuche von *Baraduc* und *Darget*, macht Einwände gegen die Möglichkeit der Dargetschen Methode und beschreibt nun sein eigenes Verfahren. Ob und was für Resultate *Staudenmaier* aber mit seinem Verfahren erhalten hat, wird nicht gesagt, so daß füglich bezweifelt werden kann, ob die Anweisungen *Staudenmaiers* mehr als theoretische Spekulationen auf Grund einer möglicherweise brauchbaren, aber noch nicht als wirklich brauchbar erwiesenen Arbeitshypothese sind. Wer in der Experimentalchemie, um die dem Verfasser wie dem Referenten am nächsten liegende Wissenschaft als Beispiel zu benutzen, eine neue Methode angibt, hat selbstverständlich die Verpflichtung, durch Angabe der mittels der neuen Methode erhaltenen Resultate ihre Brauchbarkeit zu beweisen, oder aber er muß sagen, daß er über die Brauchbarkeit der Methode nichts weiß, und dann ist es besser, er schweigt sich über die Methode überhaupt aus, bis er sie experimentell geprüft hat. Tatsachen brauchen wir, nicht Meinungen! Wenn der Referent eine andere Ansicht über die Natur der Graphitsäure ausspricht, als *Staudenmaier* sie durch Experimente gewonnen hat, so verlangt ein jeder Chemiker mit Recht, daß er diese abweichende Meinung *experimentell* begründe, und tut er das nicht, so geht man über seine Meinung zur Tagesordnung über.

Der Referent gehört nicht zu denen, die die okkultistischen Erscheinungen a priori als Aberglauben ablehnen zu müssen glauben, sondern im Gegenteil zu denen, die sich freuen würden, wenn es gelänge, dem Okkultismus, der der Menschheit die Religion gegeben hat, experimentell näher zu kommen, als es bisher möglich war, aber solche Bücher wie das *Staudenmaiersche* kann er bei aller Achtung vor der Überzeugung des Verfassers und bei aller Achtung auch vor dem Mut des Experimentators, der um seiner wissenschaftlichen Ideale willen seine geistige und körperliche Gesundheit aufs Spiel zu setzen gewagt hat, im Interesse der Sache nicht als eine objektiv brauchbare, die Sache fördernde Leistung ansehen. Das in Aussicht gestellte größere Werk des Verfassers wird sehr viel mehr, von ihm selbst, zur Vermeidung subjektiver Irrtümer mit photographischem Apparat und Grammophon objektiv festgestellte Tatsachen enthalten und diese von allem theoretischen Bei-

werk sehr viel schärfer trennen müssen, wenn es als eine wertvolle Bereicherung der exakt-naturwissenschaftlichen Literatur anerkannt werden will. Gerade auf dem Gebiete der okkultistischen Erscheinungen ist die peinlichste Exaktheit der Versuche und die sorgfältigste Trennung von Tatsache und Theorie die unerläßliche Voraussetzung aller in naturwissenschaftlichem Sinne ersprießlichen Forschung.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Kleine Mitteilungen.

Der Zucker der Japanknollen. In den eßbaren Knollen der ostasiatischen *Stachys tuberosa* (St. Sieboldii), die auch in Europa kultiviert werden und als „Crosnes du Japon“ in den Handel kommen, haben *Schulze* und *von Planta* 1890 einen kristallisierenden Zucker, die Stachyose, entdeckt. Später ist dieser Zucker noch in mehreren andern Labiaten, im Jasmin sowie im Eschenmanna nachgewiesen worden. Immerhin mußte sein Auftreten bisher als selten betrachtet werden. Jetzt hat ihn aber *Georges Tanret* auch in der Bohne (*Phaseolus vulgaris*), der Linse, dem Inkarnatklee, der *Galega officinalis*, der gelben Lupine und der Sojabohne aufgefunden. In allen Fällen konnte er in kristallisiertem Zustande gewonnen werden, am leichtesten aus der Sojabohne, dem Klee und der *Galega*. Die von *Schulze* aus der Bohne und der Lupine erhaltene „Lupeose“ ist nach *Tanret* mit der Stachyose identisch, doch bleibt dies für die Lupine noch nachzuweisen, was auch für einen nicht kristallisiert erhaltenen Zucker aus der Erbse gilt. Die Stachyose hat die Formel $C_{24}H_{42}O_{21}$. Wird eine 20proz. Lösung des Zuckers mit einer kochenden gesättigten Strontianlösung behandelt, so entsteht ein Niederschlag von $C_{24}H_{42}O_{21} \cdot 6SrO$, der sich bei Zusatz von wenig kaltem Wasser in das kristallisierende Strontianhydrat und die leichtlösliche Verbindung $C_{24}H_{42}O_{21} \cdot 2SrO$ zerlegt. Aus dieser erhält man durch Einwirkung von Kohlensäure wiederum Stachyose. Man hat so ein Mittel, diesen Zucker aus Gemischen zu isolieren. Vorausichtlich wird die Stachyose noch bei anderen Leguminosen aufgefunden werden. Sie hat daher ein mehr als theoretisches Interesse, da sie einen Zucker darstellt, der einen Bestandteil der menschlichen Nahrung unter allen Himmelsstrichen ausmacht. (*Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*. 1912. 155, 1536). F. M.

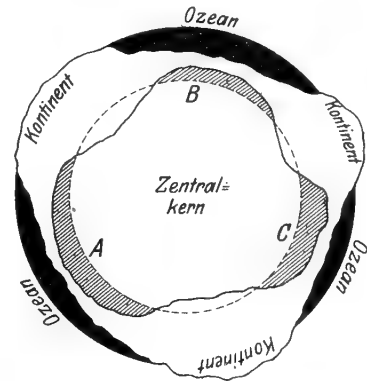
Gewitter - Fernanzeiger. Die Telefunken-Gesellschaft hat einen neuen Gewitter-Fernanzeiger konstruiert. Die ersten Versuche zum Studium atmosphärischer Entladungen wurden bereits in den Jahren 1893/96 von Professor *Popoff* an der Militärakademie in Kronstadt mittels der Branly'schen Röhre, dem sogen. Kohärer oder Fritter, angestellt. Er verwandte hierbei einen isoliert aufgehängten Luftdraht, an den der eine Pol des Kohärsers direkt angelegt war; der andere Pol war mit der Erde verbunden, wie es auch später von *Marconi* vorgenommen wurde. Professor *Popoff* konnte durch seine Versuche feststellen, daß die luftelektrischen Entladungen infolge ihres oscillatorischen Charakters den Fritter erregten, wodurch eine Registrierung von Gewitterbildungen mittels Morseapparat resp. Glockensignale möglich war.

Auf demselben Prinzip beruht auch der Gewitteranzeiger der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken). Die Schaltung¹⁾ des Telefunken-Apparates

weicht jedoch wesentlich von der Popoff'schen Anordnung ab. — Die in den Luftdraht eingeschaltete Funkenstrecke wird auf einige zehntel Millimeter Abstand eingestellt; sobald Ladungserscheinungen in der Atmosphäre auftreten, setzt ein Funkenübergang ein, der den Kohärer erregt und über einen Relaiskreis eine Einschlagglocke ertönen läßt. Schwache luftelektrische Ansammlungen, mit anderen Worten: weit entfernte Gewitter, bewirken eine langsame Aufladung des Luftdrahtes und damit einen Funkenübergang in längeren Zeitabständen. Da die Einschlagglocke im Rhythmus der Funkenentladungen anschlägt, gibt also die Geschwindigkeit der Tonfolge ein Maß an für die Entfernung des Gewitters vom Registrierapparat. An Stelle der Einschlagglocke kann auch ein Morseschreiber mit selbstauslösendem Papierband angeschlossen werden, der die einzelnen Funkenübergänge durch einen Punkt auf dem Morspapier markiert. Ist die Geschwindigkeit des ablaufenden Papiers bekannt, so erhält man durch Nachmessen des Papierstreifens und Zählen der darauf befindlichen Punkte wiederum ein Maß von der Entfernung des Gewitters.

Dr. E.

Nach *H. Wilde* beruht der wirkliche Magnetismus der Erde auf dem Zusammenwirken von zwei Einflüssen: dem des Zentralkerns und dem der Erdschale. Der Einfluß der Erdschale zeigt sich hierbei in einer solchen Form, als ob alle Ozeane mit starken Eisenplatten bedeckt seien. Diese magnetische Wirkung der Weltmeere erscheint sehr rätselhaft, da das Meerwasser an sich keinerlei magnetische Eigenschaften besitzt. Durch eine neue Hypothese über den **Einfluss der Weltmeere auf den Erdmagnetismus und die Gestalt der Erdschale** sucht *Alphonse Bergel* (*Comptes Rendus*. 1912. 155, 1198) dieses Rätsel aufzuklären. Schon von *Airy* und *Lippmann* ist darauf hingewiesen worden, daß die äußerste Schicht der Erde



nicht gleichmäßig erstarrt sei, sondern daß dieser Vorgang stückweise erfolgte. Auf der ursprünglich flüssigen Masse schwammen die zuerst erstarrten Teile wie Schlacken auf der Oberfläche eines Baches von geschmolzenem Metall umher und wuchsen allmählich miteinander zusammen, um das Mosaikbild der jetzigen Erdoberfläche zu erzeugen. Aber jedes Stück, welches zunächst einzeln für sich auf der geschmolzenen Masse wie ein Floß schwamm, mußte um so tiefer in diese eintauchen, je höher es aus der Flüssigkeitsoberfläche herausragte, und der Teil, welcher später den Himalaya tragen sollte, mußte bedeutend dicker sein als der Träger der viel geringeren Last eines Ozeans. So gibt das nebenstehende Schema das Bild eines Erdquerschnitts. Darin ist eine zur Erdoberfläche parallele

¹⁾ Schaltungsschema s. Telefunken-Zeitung Nr. 9. 1913.

Fläche gestrichelt gezeichnet, welche von den Kontinenten den tief ins Erdinnere sich hinabstreckenden Fuß abschneidet, während die unterhalb der Ozeane sich befindenden Teile A, B, C des Zentralkerns sich über die Parallelfläche erheben. Man weiß nun, daß die den Zentralkern bildenden Teile weit stärker magnetisch sind als die Erdhülle, und so ist es erklärlich, daß die unterhalb der Weltmeere verhältnismäßig dicht unter der Erdoberfläche gelegenen Teile A, B, C des Zentralkernes eine scheinbare magnetische Wirkung der Ozeane verursachen. Mit der geringen Stärke der Erdschale unterhalb der Weltmeere stimmt die Tatsache überein, daß das Gebiet der Meeresflächen sich durch einen großen Reichtum an Vulkanen auszeichnet, und ferner auch die Auffassung der Erdschale als eines Tetraeders, dessen einfallende Seitenflächen den Senkungen der Meere entsprechen. Mk.

Im vorigen Jahre erlitt ein englischer Riesendampfer bekanntlich dadurch bei seiner ersten Ausfahrt einen Unfall, daß er an einem anderen Schiffe mit zu großer Geschwindigkeit vorbeifuhr und so einen Zusammenstoß mit diesem veranlaßte. An diesen Vorgang erinnert ein Vortrag, den A. H. Gibson und J. H. Thompson vor der British Association 1912 (*Engineering* 94, 404, 1912) über die **wechselseitige Anziehung zwischen Schiffen beim Vorbeifahren** hielten. Als Versuchsfahrzeuge hatten die „Prinzeß Louise“, ein Schiff von 27 m Länge, und ein 10 m langes Motorboot gedient. Mit diesen Schiffen wurden zwei Reihen von Versuchen ausgeführt. Bei der einen Reihe wurden die Steueruder in der Mittelebene des Schiffes festgestellt, während die Schiffe parallelen Kurs innehielten, bei der anderen Reihe wurde der Steuereinkel bestimmt, der erforderlich war, um das Motorboot in seinem Kurs festzuhalten. Die größte Geschwindigkeit des letzteren betrug 6 Knoten, was bei einem Schiff wie der Riesendampfer „Olympic“ einer Geschwindigkeit von 18 Knoten entspricht. Wenn bei den Versuchen das größere Schiff das kleinere überholte, war die erste Wirkung eine Abstoßung, die in eine Anziehung überging, sobald der Bug des Motorbootes ein wenig hinter der Seite der „Prinzeß Louise“ zurückblieb, und diese Anziehung führte regelmäßig zu einem Zusammenstoß, wenn der Maximalabstand der beiden Schiffe nicht größer war als die $3\frac{1}{2}$ -fache Länge des kleineren. Bei großem Abstände der Schiffe war der Zusammenstoß ein schwerer und gefährlicher, während bei kleinem Abstand nur ein leichtes Streifen stattfand. Genaue Messungen der Kräfte und Momente, welche zu dem Zusammenstoßen führten, zeigten, daß das Drehmoment des Bootes etwas weniger stark anwächst als das Quadrat seiner Geschwindigkeit. Da diesem letzteren die Wirkung des Steuerruders direkt proportional ist, so war das Boot bei höheren Geschwindigkeiten leichter im Kurs zu halten. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß auch in tiefem Wasser beim Überholen eines Schiffes durch ein anderes die Gefahr eines Zusammenstoßes eintritt, daß diese Gefahr aber durch hinreichende Aufmerksamkeit vermieden werden kann. Mk.

Den ungewöhnlichen Fall, daß **eine Flüssigkeit durch die darin erfolgte Auflösung eines schwereren Körpers leichter** wird, hat A. L. Hyde (*Journ. Amer. Chem. Soc.* 34, 1912) beobachtet. Bei 20° beträgt die Dichte für Schwefelkohlenstoff 1,2660 und für Paranitrotoluol 1,2856. Lösungen des letzteren Stoffes in CS₂ haben

aber eine geringere Dichte als diese Flüssigkeit. Eine Lösung, welche auf 100 Teile

11,4 Teile Paranitrotoluol enthält, besitzt die Dichte	1,2488
38,4 „ „ „ „ „ „	1,2156
53,0 „ „ „ „ „ „	1,1988

Die zwei Substanzen nehmen also nach der Lösung einen viel größeren Raum ein als vorher, wenn sie voneinander getrennt sind. Bezieht man die Volumenzunahme auf das Volumen des in der Lösung enthaltenen Paranitrotoluols, so beträgt sie für die drei obigen Lösungen bzw. 0,134, 0,125, 0,124; sie ist aber der Menge der gelösten Substanz annähernd proportional. Bei dieser Lösung findet keine chemische Reaktion statt, da keine Wärmeentwicklung beobachtet wurde und das Lösungsmittel durch einfache Verdampfung von der gelösten Substanz wieder getrennt werden konnte. Mk.

Von K. Scheel wurde in einem Vortrage (*Dtsch. Mech.-Ztg.* S. 233, 1912), die **Entwicklung der Luftpumpe** von der Kolbenluftpumpe des Magdeburger Bürgermeisters Otto v. Guericke bis zu der in Heft 1 dieser Zeitschrift dargestellten Molekularluftpumpe Gaedes geschildert. Der wesentliche Teil dieser Entwicklung entfällt auf die letzten Jahrzehnte, in welchen durch die Glühlampenindustrie und die Fabrikation der Röntgenröhren ein Ansporn zur Vervollkommenung der Vorrichtungen zur Herstellung großer Luftverdünnung gegeben wurde. Im Anschluß an die Schilderung der verschiedenen Luftpumpentypen teilt Scheel Untersuchungen mit, welche in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt über die Leistungsfähigkeit von Hochvakuum-pumpen angestellt worden sind, wobei er auch die Evakuierung mittels der in flüssiger Luft gekühlten Kokosnußkohle erwähnt und über das bis jetzt auf diesem Gebiet Erreichte folgendes bemerkt: „Molekularluftpumpe und Kokosnußkohle in flüssiger Luft stellen in Rücksicht darauf, daß sie auch Quecksilberdämpfe entfernen, heute die vollkommensten Vorrichtungen zur Erzielung hoher Vakua dar. Trotzdem sind wir auch bei Benutzung dieser Hilfsmittel von dem Ideal eines wirklich gasleeren Raumes noch weit entfernt. Denn von den im Kubikzentimeter eines Gases unter Atmosphärendruck vorhandenen 30 Trillionen Molekülen bleibt auch bei der äußersten Verdünnung von 0,00001 mm (also bei einer fast 100-millionenfachen Verringerung der Atmosphärendichte) in demselben kleinen Raum immer noch die respektable Anzahl von fast einer halben Billion Moleküle übrig. Würden wir diese Moleküle sich auf den absolut leer gedachten Raum eines mäßig großen Saales gleichmäßig verteilen lassen, so würde sich noch in jedem Kubikmillimeter des Raumes ein Molekül vorfinden. In einer Perlenschnur längs des Äquators um die Erde gewunden würden die Moleküle noch so eng liegen, daß ihr gegenseitiger Abstand nur $\frac{1}{10}$ mm betrüge. Wollten wir die halbe Billion Moleküle auf alle Bewohner des Deutschen Reiches gleichmäßig verteilen, so würde ein jeder immer noch fast 10 000 Moleküle erhalten.“ — Die Bedeutung aber, welche eine weitere Steigerung unserer Mittel zur Erzeugung hoher Vakua für die Weiterentwicklung unserer Naturerkenntnis haben muß, wird man an dem Umstand ermessen können, daß der unendliche Weltraum zwischen den Sternen und Weltsystemen sich vermutlich in einem Zustand der Leere befindet, welche das größte bisher erreichte Vakuum noch um ein ungeheuer Vielfaches übertrifft. Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 7.

14. Februar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Bestimmung von Ursache und Bedingungen.
Von *Prof. Dr. N. Ph. Tendeloo, Leiden.* S. 153.

Über die Chemie der Pilze und ihren Nährwert.
Von *Dr. C. Reuter, Dipl.-Chemiker.* S. 156.

Die graphische Darstellung. Von *Prof. Felix Auerbach, Jena.* (Schluß.) S. 159.

Die Koeffizientenlehre (Pluralität der Ursachen).
Von *Prof. Dr. H. E. Hering, Prag.* S. 165.

Die Arbeitsschule. Von *Prof. Dr. K. Scheid, Freiburg i. Br.* S. 167.

Zuschriften an die Herausgeber: *Gehrcke*, Einwände gegen die Relativitätstheorie. S. 170.

Besprechungen. S. 171.

Kleine Mitteilungen. S. 174.

Naturwissenschaft und Technik in Lehre und Forschung.

Eine Sammlung von Lehr- und Handbüchern herausgegeben von

Prof. Dr. F. Doflein und **Prof. Dr. H. T. Fischer**

Die Sammlung will in wissenschaftlich strenger, aber auch dem gebildeten Laien verständlicher Darstellung die großen Werte, der naturwissenschaftlichen Forschung, sowie deren praktische Anwendungen hervorheben und nutzbringend machen. Die Bände sind reich illustriert.

Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Von *K. Goebel.* Geb. M. 8.—.

„... Das Werk verdient schon deswegen außerordentliches Interesse, weil in ihm die Ergebnisse der experimentellen Morphologie der Pflanzen zum ersten Male lehrbuchmäßig zusammengestellt werden.“

(Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen.)

Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen). Von *S. v. Prowazek.* Geb. M. 6.—.

Die Hauptkapitel sind derart abgefaßt worden, daß der der Protozoenbiologie Fernstehende sich über die wichtigsten Probleme der Kern- und Protoplasmaphysiologie, über Befruchtung, Vermehrung, Ernährung und Reizerscheinungen der Protozoen orientieren kann.

Lehrbuch der Physik. Von *H. Ebert.* 2 Bände. I. Mechanik. Wärmelehre. Geb. M. 14.—. [II. Bd. u. d. Pr.]

Die einzelnen Kapitel sind klar behandelt und durch zahlreiche Rechenbeispiele wird die unmittelbare Umsetzung des Gelernten in die Praxis gezeigt.

(Beton und Eisen.)

Lehrbuch der Paläozoologie. Von *E. Stromer v. Reichenbach.* 2 Teile. Geb. je M. 10.—. I. Teil. Wirbellose Tiere. II. Teil. Wirbeltiere.

Besonders hervorzuheben ist seine Verlässlichkeit, die es absolut gestattet, auf Grund der gemachten Angaben sich wirklich exakt zu orientieren und weiter zu arbeiten. (Naturwissenschaftl. Wochenschrift.)

Geodäsie. Von *H. Hohenner.* Geb. M. 12.—.

Die praktische Auswahl des reichen Lehrstoffes und seine musterhafte Behandlung, verraten überall den erfahrenen Fachmann und Hochschullehrer.

(Zeitschrift f. prakt. Geologie.)

Planktonkunde. Von *A. Steuer.* Geb. M. 26.—.

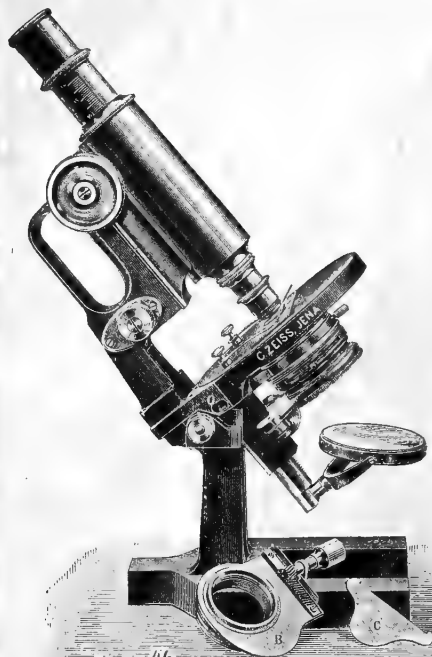
Niemand, der sich mit diesem Gebiet der Biologie wissenschaftlich beschäftigen will, wird künftig dieses zuverlässigen Führers entraten können. (Frankf. Zeitg.)

Bau und Leben der Bakterien. Von *W. Benecke.* Geb. M. 15.—.

Es werden Gestalt, Zellenbau, Verwandtschaftsverhältnisse, allgemeine Lebensbedingungen, Reiz und Ernährungsphysiologie der Bakterien behandelt.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite III.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

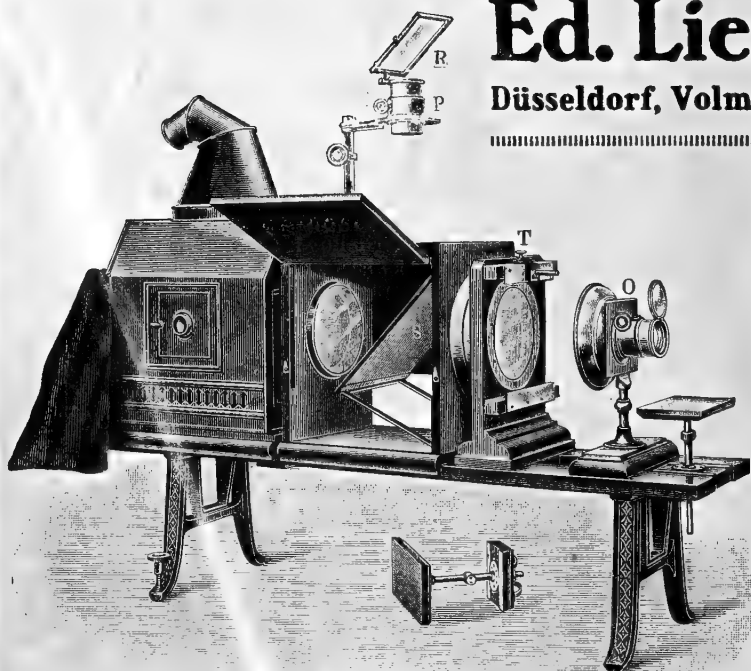
PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die Bestimmung von Ursache und Bedingungen: Ihre Bedeutung besonders für die Biologie.

Von Prof. Dr. N. Ph. Tendeloo, Leiden.

Ursächliche Forschung bedeutet das Suchen der „Erklärung“ einer Erscheinung, das heißt die Zurückführung der Erscheinung zu jenem Naturgesetz, dem allein sie sich unterordnen läßt.

Teleologische Annahmen haben nichts mit Erklärung zu tun. Wie soll die Zukunft das Heute erklären? Und entbehren denn *nicht* „zweckmäßige“ Erscheinungen jeglicher Erklärung? Wir gehen hierauf nicht weiter ein.

Der Mensch, sowohl der gebildeteste wie der Naturmensch, hat die innere feste Überzeugung, daß alles, ohne weiteres, unveränderlich ist. So verstehen wir, daß man bei jeder Veränderung, die zur Beobachtung gelangt, fragt: Was ist ihre Ursache? Diese Frage bedeutet: Welche andere Veränderung hat die beobachtete Veränderung hervorgebracht? Wir sind überzeugt, daß eine Kugel, ein Schiff, ein Zug die einmal erhaltene Geschwindigkeit behalten würden, wenn es keine Widerstände gäbe. Wir sind ebenso fest überzeugt, daß die Form oder Farbe oder Lagerung eines Gegenstandes sich ohne eine gewisse Einwirkung ebensovienig ändern würde wie die Gesinnung eines Menschen einem anderen Menschen oder einer Sache gegenüber. Für jede Veränderung fordern wir eine Ursache.

Was ist es nun, was wir fordern?

Viel ist hierüber gedacht und geschrieben. Einseitigkeit nach verschiedenen Richtungen hin hat zu sehr auseinandergehenden Vorstellungen geführt. Wir stellen uns die Ursache folgenderweise vor und wollen dabei von Beispielen ausgehen.

Man sagt: eine Kugel hat diesen Mann getötet, eine Bakterie, der Tuberkelbazillus, ist die Ursache jener Krankheit, usw. Mißverständnis ist in solchen Fällen zwar häufig, jedoch nicht immer ausgeschlossen. Solche Ausdrücke sind aber in unklaren Fällen zu vermeiden. Wir wissen allerdings sehr wohl, daß eine Kugel nur dann einen Menschen zu töten vermag, wenn sie eine gewisse Bewegungsenergie, $\frac{1}{2} m v^2$ hat. Ebenso hat die Forschung wahrscheinlich gemacht, daß nur solche Bakterien Krankheiten hervorzurufen imstande sind, die den betreffenden Organismus chemisch schädigen. Ohne Bewegungsenergie im ersten, ohne chemisches Arbeitsvermögen (Affinität) zwischen bakteriellem Gift und tierischem Organismus im zweiten Fall tritt Tod bzw. Krankheit nicht ein. Im allgemeinen tritt eine Wirkung eines Gegenstandes auf einen anderen Gegenstand nur dann ein, wenn zwischen beiden Gegenständen eine *energetische Beziehung* besteht. Der Sprachgebrauch trägt dieser Beziehung keine Rechnung.

Was ist nun die Ursache der dabei auftretenden Erscheinung?

Zünden wir mit einem Zündholzflämmchen einen Gasbrenner an und fragen wir, was die Ursache des Brennens des Gases ist, so wird man etwa das Zündholzflämmchen nennen. Diese Antwort wird uns aber bei etwas Nachdenken nicht befriedigen. Wir können ja einen großen Gasbrenner ebenfalls mit einem Zündholzflämmchen anzünden und die große Flamme lange Zeit, sogar Jahre lang, brennen lassen, wenn wir nur für genügende Zufuhr von Gas und Sauerstoff und deren Mischung sorgen. Wir können mittels dieser Gasflamme Wasserdampf machen und damit eine erhebliche mechanische Arbeit leisten. Diese Arbeit können wir aber unmöglich als von dem Zündholzflämmchen geleistet betrachten. Ebensovienig können wir die gewaltige Wirkung der Explosion einer großen Menge Knallgases als die Wirkung eines ganz kleinen Funkens deuten.

Noch ein anderes Beispiel: Durch die Fortnahme eines bestimmten Hemmnisses kann ein einziger Mensch ein Riesenschiff vom Stapel laufen lassen. Das sich bewegende Schiff könnte ein ganz erhebliches Gewicht heben, wozu hundert und mehr kräftige Männer nicht imstande wären.

Was ist nun die Ursache dieser Erscheinungen?

In den beiden ersten Fällen ist die chemische potentielle Energie, die Affinität zwischen Leucht- oder Grubengas und Sauerstoff, in dem zuletzt gewählten Beispiel ist die potentielle Energie zwischen Schiff und Mittelpunkt der Erde als die Ursache zu betrachten. Im allgemeinen müssen wir annehmen, daß die Ursache einer Arbeitsleistung — und dies gilt für jede Erscheinung — eine gewisse Menge Arbeitsvermögen (Energie) ist, die mindestens ebenso groß ist, wie die Energie der beobachteten Wirkung. Unsere Vernunft fordert es, und sie hat es schon vor Jahrhunderten gefordert, als man noch nicht von Arbeitsvermögen redete: *causa aequat effectum*.

Häufig scheint die ursächliche Energiemenge größer zu sein als die bei der beobachteten Wirkung zutage tretende Energiemenge. In der Tat sind jedoch beide immer gleich. So z. B. kann bekanntlich ein gewisser Teil der Wärme (Entropie) nicht in Arbeit verwandelt werden. Wenn wir dann noch die zur Überwindung von Widerständen verbrauchte Energie mit in Rechnung ziehen — das Überwinden von Widerständen gehört ja auch zur Wirkung —, so ergibt sich, daß der energetische Wert der Wirkung dem der Ursache gleich ist.

Wir betrachten alle Naturerscheinungen, alle Wirkungen von diesem Gesichtspunkte aus: Im Weltall kommt eine gewisse Gesamtmenge Energie vor, die aus vielen Mengen Energie verschiedener Form besteht. Diese Energieformen deutet man wohl als Naturkräfte an: chemische Affinität,

Schwerkraft, Wärme, elektrische Energie usw., kurz, die verschiedenen Formen potentiellen und kinetischen Arbeitsvermögens.

Während nun die Gesamtmenge der Energie als unveränderlich zu betrachten ist (Gesetz der Erhaltung des Arbeitsvermögens, *Robert Mayer, Helmholtz*), ändert sich fortwährend die Verteilung oder die Form der zusammensetzenden kleineren Energiemengen, oder beides. Jede einzelne Energiemenge spaltet sich in kleinere Mengen oder bildet mit anderen Mengen eine größere Menge usw. So tritt auch in obigen Beispielen eine Änderung der Verteilung der Energiemengen ein, wobei sich chemisches Arbeitsvermögen in Wärme, potentielle in kinetische Energie umwandelt, usw.

Jede Änderung der Verteilung der Energie oder (und) ihrer Form nennen wir *ursächliche Wirkung*. Und umgekehrt besteht jede ursächliche Wirkung in Änderung der Verteilung oder (und) der Form der Energie. *Ursache* nennen wir die Energie in ihrer ursprünglichen Verteilung und Form, *Wirkung* ist die Energie in ihrer neuen Verteilung und Form.

Hieraus versteht sich, daß Ursache und Wirkung gleich sein *müssen*, weil ja Energie, nach unserer Annahme, unzerstörbar ist und nicht aus nichts entstehen kann. Auch versteht sich ferner, daß im allgemeinen eine energetische Beziehung zwischen zwei oder mehr Gegenständen bestehen muß, soll eine ursächliche Wirkung erfolgen können, wie wir das oben bei den dort angeführten Beispielen bemerkt haben.

Nun wird aber jede Wirkung von gewissen Umständen bedingt, sie ist von der Erfüllung gewisser *Bedingungen* abhängig. Blieben alle Umstände immer gleich, so würden sich auch die Verteilung und Form der Energie nicht ändern. Die Erhitzung eines Teiles des Gasgemisches ist eine für sein Brennen zu erfüllende Bedingung, usw. Jede Veränderung eines Umstandes, also jede Erfüllung einer Bedingung ist an und für sich eine Wirkung, welche eine andere Wirkung oder andere Wirkungen zur Folge hat. Die Anzündung und das Brennen des Zündholzflämmchens sind ebensogut ursächliche Wirkungen wie das Brennen oder die Explosion des Knallgases, die Fortnahme des letzten Hemmnisses ebensogut wie das erfolgende Vom-Stapel-Laufen des Schiffes. Jedesmal können wir aber nur *eine* Wirkung zugleich untersuchen.

Wir kommen jetzt zu folgender Überlegung:

Jede bestimmte Verteilung und Form der Energie wird von einer qualitativ und quantitativ bestimmten *Konstellation*, das heißt Zusammenreffen, von Umständen oder erfüllten Bedingungen beherrscht. Mit einer bestimmten Veränderung dieser Konstellation geht eine ebenso bestimmte Veränderung der Verteilung oder (und) der Form der Energie einher. Die Mischung bei Zimmertemperatur einer gewissen Menge Leucht- oder Grubengas mit einer dazu geeigneten Menge Sauerstoff genügt noch nicht zum Brennen oder zur Explosion des Knallgases. Es muß dazu wenigstens ein Teil des Gasgemisches, durch ein Flämmchen oder einen Funken, bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt werden. Sobald diese Bedingung aber erfüllt ist,

erfolgt die Wirkung. Aus Verschiedenheiten der Mengenverhältnisse und der räumlichen Bedingungen erklärt sich die verschiedene Form, in der die chemische Energie zur Wirkung gelangt: allmähliches Brennen oder Explosion.

Den Bedingungen einer Wirkung begegnen wir unter verschiedenen Formen und Namen auch im lebenden Organismus: manche „äußere Ursachen“, die auslösenden Anstöße, Reize verschiedener Art, Motive einer Handlung, katalytische Wirkungen, usw. sind nichts anderes als die letzte für eine bestimmte Wirkung noch zu erfüllende Bedingung. Mit deren Erfüllung tritt die bestimmte Wirkung ein. Ein (beschleunigender) Katalysator wird treffend ein Aktivator eines Vorganges genannt. Es ist bekanntlich jeder Stoff ein Katalysator, der „ohne in den Endprodukten einer chemischen Reaktion zu erscheinen, ihre Geschwindigkeit ändert“ (*Wilh. Ostwald*).

Bei jeder Wirkung haben wir also zu unterscheiden und genau nachzuweisen: die *Wirkung*, die *Ursache* und die *Konstellation* der für die Wirkung zu erfüllenden Bedingungen. Meist nennt man eine Bedingung die Ursache, und zwar die am letzten erfüllte oder die am meisten hervortretende oder eine „zufällig“ ins Auge fallende.

Es greifen im Weltall fortwährend die vielfältigsten Wirkungen ineinander, von denen jede Wirkung Bedingung einer anderen Wirkung ist. Nun können wir eine Reihe von Wirkungen betrachten, wie sie sich auseinander entwickeln: das wäre eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der letzten dieser Wirkungen. Mit *Konstellation* der Bedingungen meine ich aber etwas anderes, nämlich das *Zusammentreffen aller* gerade für eine bestimmte Wirkung zu erfüllenden Bedingungen. Diese bestimmte Wirkung tritt dann zugleich ein, in demselben Augenblick. Jeder Konstellation von Bedingungen entsprechen eine bestimmte Verteilung und Form der Energie. Folglich entspricht jeder bestimmten Änderung der Konstellation eine bestimmte Änderung der Verteilung oder (und) der Form der Energie, das heißt eine bestimmte Wirkung. Jede Wirkung ist genau bestimmt durch die Ursache und die vorliegende Konstellation ihrer Bedingungen, wie z. B. die Dauer und das Arbeitsvermögen der Gasflamme bedingt werden von der Zufuhr von Gas und Sauerstoff, deren Mischung, usw.

Dies ist die Notwendigkeit, die Gesetzmäßigkeit der Wirkung oder das ursächliche Gesetz.

Nun kann der energetische Wert der Ursache in verschiedenen Fällen, die der Wirkungen folglich auch, untereinander gleich, aber die *Form* der Wirkungen ungleich sein. War die Energieform der Ursache in allen Fällen dieselbe, so müssen die Bedingungen andere gewesen sein. Wir ersehen das z. B. an dem allmählichen Brennen der Gasflamme und der Explosion, die sich in Form unterscheiden, weil die Bedingungen andere waren.

Der Nachweis der Wirkung, Ursache und Bedingungen in einer konkreten Erscheinung bedeutet die Erklärung dieser Erscheinung.

Die Unterscheidung und genaue Bestimmung

der Wirkung, Ursache und konstellierenden Bedingungen ist aber häufig eine recht schwierige, ja manchmal eine *zurzeit* unlösliche Aufgabe. Namentlich die Verhältnisse im lebenden Organismus sind meist recht verwickelt, so daß eine genaue Entwirrung der Zukunft überlassen werden muß: Es ist nicht nur unsere qualitative und quantitative Kenntnis der einzelnen Lebensvorgänge eine dürftige, aber außerdem treten oft mehrere Wirkungen zugleich ein, und Wechselwirkungen gehören zur Regel. Solange wir nun noch nicht imstande sind, Ursache und Bedingungen zu unterscheiden, wollen wir beide als (ursächliche) Faktoren andeuten. Sämtliche ursächliche Faktoren stellen dann also die Ursache und die konstellierenden Bedingungen dar. Wir könnten dann somit auch von einer (anderen) Konstellation von Ursache und Bedingungen reden.

Wie können wir nun Ursache und Bedingungen unterscheiden?

Wie sich aus obigem ergibt, muß der energetische Wert von Ursache und Wirkung gleich sein. Die Ursache kann scheinbar einen größeren, sie kann aber nie einen kleineren energetischen Wert als die Wirkung haben. Das Zündholzflämmchen kann nicht die Ursache der gewaltigen, vom Wasserdampf geleisteten Arbeit sein. An dieser energetischen Äquivalenz mit der Wirkung können wir die Ursache erkennen.

Damit sind wir jedoch noch nicht ohne Gefahr der Täuschung. Wir können die Gasflamme so klein machen und so kurz brennen lassen, daß sie genau denselben energetischen Wert hat wie das anzündende Flämmchen. Bei einer einzigen Beobachtung kann dann die Entscheidung, was die Ursache ist, unmöglich sein. Wir können sie aber ermöglichen durch eine ganze Reihe von Beobachtungen untereinander zu vergleichen, wobei die konstellierenden Faktoren quantitativ verschiedene Werte haben. Dann werden wir Ursache und Bedingungen unterscheiden können.

Aus obiger Darstellung folgt, daß wir eine bestimmte Wirkung genau voraussagen können, sobald wir das Zusammentreffen der dazu erforderlichen Ursache und der Konstellation der zu erfüllenden Bedingungen voraussehen; ebenso genau wie der Astronom die Erscheinung eines Himmelskörpers in einem bestimmten Augenblick an einer bestimmten Stelle des Weltalls. Das ist das Ziel jeder Naturforschung, das Künftige voraussagen zu können aus dem Heutigen. Sobald wir das vermögen, können die Worte „wahrscheinlich“, „Zufall“ und dergleichen gestrichen werden. Dann wird die Voraussage auch für Arzt und Patienten eine andere Bedeutung haben als jetzt.

Was man als *Reiz*, *Motiv* und *Anlaß* anzudeuten pflegt, ist Bedingung einer bestimmten Wirkung. Daß ein Reiz nicht die Ursache einer Erscheinung sein kann, folgt aus seinem geringeren energetischen Wert, wie sich manchmal nachweisen läßt. Wenn man z. B.¹⁾ den Nerven eines Froschgastro-

knemius auf eine starre Unterlage bringt und ein Gewicht von 0,485 g von 10,1 mm Höhe auf den Nerven fallen läßt, so zieht sich der Muskel zusammen und kann dabei ein Gewicht von 48,5 g 3,8 mm hoch heben, das heißt eine Arbeit von $48,5 \times 3,8 = 184,3$ gmm leisten, während die Energie des Reizes nur $0,485 \times 10,1 = 4,9$ gmm beträgt. Hierbei bleibt dann noch die von dem Muskel entwickelte Wärmemenge außer Betracht.

Die Muskelreizung ist nur die Erfüllung der letzten zu erfüllenden Bedingung für seine Zusammenziehung, das heißt für eine Änderung der Verteilung und Form des im Muskel vorhandenen chemischen potentiellen Arbeitsvermögens. Die auf bestimmte Reizung erfolgende Sekretion einer Drüse erklärt sich in ähnlicher Weise.

Bei Reizung tritt nun aber, innerhalb gewisser Grenzen der Reizstärke, ein *Parallelismus* (nicht energetische Äquivalenz) zwischen Reizstärke und Reizwirkung auf, also z. B. zwischen Reizstärke und Zusammenziehungsenergie + Wärmeentwicklung eines Muskels oder besser zwischen Reizenergie und tätiger Muskelenergie. Wie erklärt sich dieser Parallelismus? Wir können ja die Gasmischung im Gasbrenner nicht etwa zehnmal mehr Wasserdampf derselben Temperatur machen lassen, indem wir es mit 10 Zündholzflämmchen anzünden! Dieser Parallelismus ist noch nicht geklärt worden. Er bedeutet — so können wir es mit anderen Worten sagen — daß die Menge der sich umwandelnden potentiellen chemischen Energie im Muskel mit der im Reiz zugeführten Energiemenge proportionell ist. Vielleicht dient diese Reizenergie zur Überwindung eines „Widerstandes“. Was für Widerstand wäre das aber? Offenbar ein Widerstand, der durch die sich umwandelnde Muskelenergie nicht oder nicht genügend überwunden wird; demgegenüber erhitzt die einmal brennende Gasmischung das noch nicht brennende Gasgemisch zur Temperatur, die für das Entbrennen erforderlich ist.

Wir können diesen Parallelismus zwischen Reizenergie und tätiger Muskelenergie folgenderweise betrachten: Während wir als Reiz jeden Einfluß bezeichnen, der die Lebensvorgänge eines Organismus oder Organes ändert, deuten wir mit Reizbarkeit die Bereitschaft zu einer bestimmten Änderung der Lebensvorgänge an mit Hinsicht auf einen bestimmten Reiz. Reizbarkeit ist somit die für eine bestimmte Wirkung erforderliche Konstellation von Faktoren, der nur noch die bestimmte Reizwirkung fehlt. Reiz und Reizbarkeit sind untrennbar. Die Frage nach dem Parallelismus von Reizenergie und tätiger Muskelenergie hat also die Reizbarkeit zu berücksichtigen. Hebt die Reizung einen gewissen Widerstand gegen die Wirkung, so würde eine größere oder geringere Reizbarkeit ein Weniger oder Mehr an Widerstand in der Konstellation von Ursache und Bedingungen bedeuten. Dabei können wir annehmen, daß die bestimmte, sehr verwickelte Konstellation von Bedingungen nur einem bestimmten widerstandhebenden Einfluß, das heißt, einem bestimmten adäquaten Reiz, zugänglich ist.

Was hier für Muskel- und Drüsenreizung gesagt

¹⁾ Vgl. *Tigerstedt*, Lehrbuch der Physiologie. Leipzig 1905. I, S. 59.

ist, gilt auch für das *Motiv*, das ja einen seelischen Reiz, also die letzte zu erfüllende Bedingung einer seelischen Wirkung darstellt. Die Natur der seelischen Wirkung selbst kennen wir nicht. Seelische Wirkungen geben sich uns in Bewegung oder Bewegungshemmung, also Muskelwirkung, Sekretion, in Änderungen des Stoffwechsels, kund. Jede seelische Wirkung verhält sich zur Muskel- oder Drüsenwirkung als ein Reiz. Wir meinen wenigstens, dies annehmen zu müssen. Die Sache wird hier also recht verwickelt.

Ein kleines Ereignis kann als Motiv, aber nur scheinbar, eine große Wirkung haben, die es in der Tat nur „auslöst“, wie ein Reiz überhaupt das tut. Es kann entweder sofort eine gewisse Menge „seelischen“ Arbeitsvermögens¹⁾ verwandeln in Muskelreize und diese können wiederum Bewegungen veranlassen. Oder es kann auch ein Motiv die Verteilung oder (und) die Form des seelischen potentiellen Arbeitsvermögens ändern, ohne daß sofort Bewegungen erfolgen.

Ein Beispiel der ersten Möglichkeit: Ein Hirsch im Walde rennt davon und bleibt einige Zeit rennen, wenn er den Tritt des Jägers zu hören meint. Das Arbeitsvermögen der Luftschwingungen, die sein Ohr getroffen haben, wäre nicht entfernt imstande, die von seinen Muskeln beim Rennen geleistete Arbeit zu leisten. Das vernommene Geräusch wird aber zum Motiv, das die Angst (bestimmtes potentiell-*Arbeitsvermögen*) des Tieres in irgendeiner Weise in Muskelreize verwandelt. Es kann in Fällen dieser Art überhaupt durch Vergleichung untereinander ein Parallelismus zwischen [Motivstärke (Reizstärke) und Größe der vom Körper geleisteten Arbeit mehr oder weniger klar zutage treten. Versuche sind dafür angewiesen.

Beispiele der zweiten Möglichkeit: Ein heftiger langjähriger Krieg kann zwischen zwei Völkern entbrennen durch einen geringen Anstoß (Motiv). Die Ursache des Krieges ist dann nicht das Ereignis, sondern eine gewisse feindliche Gesinnung. Rassenhaß, imperialistischer Drang usw. kann den Seelen ein feindliches potentiell-*Arbeitsvermögen* erteilt haben; oder dieses hat sich allmählich, durch Anhäufung, durch Summation vieler Motivwirkungen, entwickelt.

Ein Künstler, der sich durch eine kleine Beobachtung begeistern läßt, ist imstande, ein Kunstwerk zu erzeugen. Dieses Kunstwerk ist aber nicht das Erzeugnis jener Eingebung — diese stellt nur das Motiv dar — sondern eines schöpferisch-künstlerischen Arbeitsvermögens. Und dieses Arbeitsvermögen hat sich allmählich aus einer gewissen Anlage durch Übung und viele Motive als Aktivatoren herausgebildet. So trat seelische Assimilation und Wachstum, Aufspeicherung des Arbeitsvermögens ein. Ein Motiv kann dann wie ein Funke eine explosive oder allmähliche Änderung der Verteilung oder (und) Form des Arbeitsvermögens bewerkstelligen. Beim Forscher, der eine Entdeckung

macht oder eine andere wissenschaftliche Arbeit leistet, ist es nicht anders.

Manche Irren, gewisse Paranoiker z. B., haben eine abnorme Konstellation seelischer Faktoren, so daß geringe bestimmte Motive eine ganz unerwartete Entladung ihres seelischen Arbeitsvermögens in der Form von Ohrfeigen und anderen aggressiven Handlungen hervorzurufen vermögen. Was für einen solchen Paranoiker ausreichendes Motiv ist, ist es nicht für den Menschen mit normaler seelischer Konstellation.

Es kann in einem Streit von Motiven der Wille eingreifen als ursächlicher Faktor. Inwiefern er „frei“ ist, bleibe hier dahingestellt. Nur sei hierzu noch bemerkt, daß unsere Auffassung eine Strafe keineswegs als unnütz ausschließt. Im Gegenteil, sie fordert sie. Denn eine Strafe oder Furcht vor Strafe kann, ebenso wie eine Belehrung oder gelegentlich ein sanftes Wort, als konstellierender Faktor Bedeutung, sogar große Bedeutung gewinnen.

Im allgemeinen kann bei der ursächlichen Wirkung latentes potentiell-*Arbeitsvermögen* kinetisch manifest werden. Es kann sich aber auch manifeste Energie in latente verwandeln. Dies tritt z. B. ein, wenn man ein Gewicht bis zu einer gewissen Höhe hebt und dann daselbst verbleiben läßt. Solche Erscheinungen treten auch im lebenden Organismus auf, wenn eine gewisse „Hemmung“ stattfindet. Es kann so eine gewisse „Spannung“ der Seele entstehen, das heißt eine mehr oder weniger latente Form potentiell-*Arbeitsvermögens*. Bei der Assimilation trifft das auch zu.

Es ist hier ein unabsehbares Gebiet zu erforschen. Jede ursächliche Wirkung, jede Erfüllung einer Bedingung ist eine der unzählbaren, untereinander zusammenhängenden Wirkungen des Weltalls. —

Über die Chemie der Pilze und ihren Nährwert.

Von Dr. C. Reuter, Dipl.-Chemiker.

Während in ernährungsphysiologischer Hinsicht über die Pilze bereits ein großes experimentelles Material vorliegt, sind unsere Kenntnisse über ihre chemische Zusammensetzung weniger vollständig. Es liegt dies einerseits an der großen Zahl der zu untersuchenden Pilzarten, andererseits an dem geringen Gehalt des Materials an manchen Substanzen, z. B. den Giftstoffen und an der Schwierigkeit der Reindarstellung dieser Körper.

In ihrer chemischen Zusammensetzung nähern sich die Pilze in auffallender Weise dem Tierreich und unterscheiden sich durchaus von den übrigen Pflanzen schon durch das Fehlen der Cellulose. Dafür enthalten sie das Chitin, welches sich in den Schalen der Krebse und in den Flügeln der Mäikäfer findet. Auch das pflanzliche Chlorophyll geht ihnen völlig ab und dementsprechend auch die Stärke. Hingegen enthalten sie in reichlicher Menge eine Substanz, die sich sonst nur im tierischen Organismus vorfindet, das Glykogen, und das bei

¹⁾ Wir können uns seelisches Arbeitsvermögen nur gebunden an eine stoffliche Unterlage, an das Hirn, das Seelenorgan, und von dessen Zustand abhängig denken.

den Pilzen als Aufspeicherungsform für den Zucker dieselbe Rolle zu spielen scheint, wie das Glykogen in der tierischen Leber. Auch der Rohrzucker, der sonst im Pflanzenreiche sehr verbreitet ist, scheint bei den Pilzen nicht vorzukommen. Sie enthalten ein anderes Disaccharid, die Trehalose. Ein Zuckeralkohol, der Mannit, ist bei den Pilzen sehr verbreitet, und in einem Falle wurde ein Heptit, der Volemit gefunden, dessen Vorkommen sich bis jetzt auf den *Lactarius volemus*, worin er entdeckt wurde, zu beschränken scheint. Ein spezifisches Stoffwechselendprodukt des tierischen Organismus, der Harnstoff, wurde in einigen Pilzarten unzweifelhaft nachgewiesen. Desgleichen wurden Substanzen aufgefunden, die zur Klasse der Zerebroside zu rechnen sind, stickstoffhaltige Körper noch unbekannter Konstitution, die bisher nur im Hirn und in der Nervensubstanz gefunden wurden.

Die angeführten Tatsachen stehen natürlich im engsten Zusammenhang mit der heterotropen Lebensweise der Pilze, die ebenso wie die Tiere ihre Nahrung in fertig gebildetem Zustande aufnehmen.

Um ein allgemeines Bild von der chemischen Zusammensetzung der Pilze zu gewinnen, wollen wir einen der am eingehendsten untersuchten Hutpilze, den eßbaren Stein- oder Herrenpilz, *Boletus edulis* Bull. herausgreifen.

In frischem Zustande enthält er wie die meisten Hutpilze etwa 90 % Wasser. Durch Trocknen an der Sonne erhält man ein Material, welches ungefähr wie folgt zusammengesetzt ist ¹⁾:

Feuchtigkeit	10 ⁰ / ₀	
Ätherextrakt	4 ⁰ / ₀	
		Davon:
		Fett 3,2 ⁰ / ₀
		Cholesterin 0,5 ⁰ / ₀
		Lecithin — ²⁾
Alkoholextrakt . . .	12 ⁰ / ₀	
		Davon:
		Trehalose 3 ⁰ / ₀ 3)
		Lecithin
		Basen
		Aminosäuren . . .
		Purinkörper . . .
		usw. } 9 ⁰ / ₀
Wassereextrakt . . .	28 ⁰ / ₀	
		Davon:
		Glykogen 5 ⁰ / ₀
		Zucker
		Basen
		Aminosäuren . . .
		Purinkörper . . .
		Asche
		usw. } 23 ⁰ / ₀
Rückstand	46 ⁰ / ₀	
		Davon:
		Eiweiß 30 ⁰ / ₀
		Amorphes
		Kohlenhydrat . . 10 ⁰ / ₀
		Chitin 6 ⁰ / ₀

Aus dieser Zusammenstellung ist zunächst ersichtlich, daß das Eiweiß ein Drittel der Trocken-

substanz ausmacht. Über die Natur des Pilzeiweißes wissen wir noch nichts Bestimmtes. Während die frischen Pilze eine gewisse Menge eines in Wasser löslichen, beim Kochen koagulierbaren Eiweißkörpers enthalten, ist dies nach dem Trocknen der Pilze nicht mehr der Fall. Es scheint also das Eiweiß hierbei koaguliert zu werden, doch kann es jetzt durch künstliche Verdauung mit Trypsinferment restlos gelöst werden. Auch mit verdünnten Laugen geht es in Lösung. Für die wahrscheinliche Annahme, daß es sich um ein Nukleoprotein handelt, ist der Beweis durch Darstellung der bei der Spaltung entstehenden Purinbasen noch nicht erbracht worden. Bis jetzt sind nur die gewöhnlichen Mono- und Diaminosäuren, die bei der Eiweißhydrolyse entstehen, isoliert worden.

Von dem amorphen Kohlenhydrat, das in stärkeren Laugen löslich ist, weiß man, daß bei der Hydrolyse Traubenzucker entsteht, und also ein Dextran aus der Reihe der Hemicellulosen vorliegt.

Der Nachweis des Chitins in den Pilzen ließ ziemlich lange auf sich warten, da die meisten Forscher von der vorgefaßten Meinung ausgingen, daß die Pilze, wie alle anderen Pflanzen, Cellulose enthalten müßten, und daher annahmen, daß der Stickstoffgehalt der Cellulosepräparate auf einer schwer zu entfernenden Verunreinigung beruhe. Allerdings konnte man sich nicht erklären, weshalb die Pilzcellulose im Gegensatz zur Cellulose aus anderen Pflanzen sich mit Jod-Schwefelsäure nicht blau färben ließ und in Kupferoxydammoniak unlöslich war. *Winterstein* fand nun, daß bei der Hydrolyse dieser Präparate Glukosamin und Essigsäure entstehen, und durch seine Arbeiten, sowie durch die von *Gilson* wissen wir, daß die Zellmembran der Pilze Chitin enthält. Das Vorkommen von Cellulose konnte bisher nur für 2 Arten durch mikrochemische Reaktionen wahrscheinlich gemacht werden. Das Chitin, ein polymeres Acetylglucosamin, muß somit als der Hauptbestandteil der Zellmembran im Pilzreiche betrachtet werden.

Der Ätherextrakt enthält außer dem Fett Cholesterin und einen Teil des Lecithins, dessen Rest sich im Alkoholextrakt vorfindet. Die Menge des Gesamtlecithins ist mit 1,94 % eine relativ hohe, eine viel höhere z. B. als in den Samen der Leguminosen und Cerealien.

Die Trehalose, welche sich hauptsächlich im alkoholischen Extrakt vorfindet, ist ein Disaccharid wie der Rohrzucker und besitzt auch dessen süßen Geschmack. Sie wurde entdeckt in der Trehala Manna, einem Sekret von Rüsselkäfern, womit diese ihre Cocons auf gewissen Echinopsarten überziehen. Bei der Inversion liefert die Trehalose 2 Moleküle d-Glukose. Ein Ferment, welches bei den Pilzen ziemlich allgemein verbreitet ist, die Trehalase, vermag die Trehalose zu spalten, und zwar bildet daraus die Lebenstätigkeit der Pilze in einer chemisch nicht aufgeklärten Reaktion den Zuckeralkohol Mannit. So kommt es, daß die meisten Pilze nach dem Trocknen keine Trehalose mehr enthalten, dafür aber entsprechend mehr Mannit. Durch Chloroform wird diese Fermentwirkung aufgehoben. Eine Ausnahme in der Mannitbildung

¹⁾ C. Reuter, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 78, S. 244. — *Winterstein* u. *Reuter*, Bakteriolog. Centralbl. II, Bd. 34, S. 572.

²⁾ Die Menge des Lecithins im Äther- und Alkoholextrakt zusammen beträgt 1,94 %.

³⁾ Diese Zahl gilt für die direkt auskristallisierende Menge. Die Gesamtmenge beträgt jedenfalls über 7 %.

wurde bisher nur bei *Boletus edulis* und *Pholiota adiposa* konstatiert.

An Basen enthält der Alkoholextrakt des Steinpilzes hauptsächlich einen Körper, der in einem Champignonpräparat „*Hercynia*“ aufgefunden wurde, und den wir nach den bisherigen Untersuchungen als ein Trimethylhistidin ansehen müssen. Außerdem fanden sich von Purinkörpern hauptsächlich Adenin, neben Guanin und Hypoxanthin, weiter Cholin. Bei den Giftpilzen findet man neben dem Cholin noch andere Basen, und besonders machte das „Muskarin“, die giftige Base des Fliegenpilzes, den Chemikern viel zu schaffen. Leider sind alle chemischen Arbeiten über das Pilzmuskarin älteren Datums, und es ist noch nicht gelungen, seine Konstitution mit Sicherheit festzulegen. Man hält es für den dem Cholin entsprechenden Aldehyd, doch waren alle bisher auf verschiedenen Wegen hergestellten synthetischen Präparate in ihrer physiologischen Wirkung sowohl vom Pilzmuskarin als auch unter sich verschieden. Es ist sehr wohl möglich, daß das Pilzmuskarin überhaupt kein chemisch einheitlicher Körper ist.

Von freien Aminosäuren enthält der Steinpilz Leucin, Phenylalanin und hauptsächlich racemisches Alanin.

Der Wasserextrakt enthält außer peptonartigen Körpern die gleichen Aminosäuren und Basen mit Ausnahme des Cholins, nur in geringerer Menge. Es findet sich weiter Putrescin (Tetramethyldiamin), daneben Guanidin. Von flüchtigen Basen wurden Ammoniak und Trimethylamin nachgewiesen. Das Glykogen, das, wie bereits erwähnt, sonst nur noch im Tierreich vorkommt, bildet einen Hauptbestandteil des Wasserextraktes, woraus es durch Alkoholzusatz gefällt werden kann. Allerdings ist es dann noch unrein, da es einen eigentümlichen stickstoffhaltigen Körper mitreißt, dessen Natur noch nicht aufgeklärt ist, und der bei der Hydrolyse Purinbasen liefert.

An dieser Stelle müssen auch die Enzyme und Fermente erwähnt werden, welche gerade bei den Pilzen und speziell bei der Hefe so wichtig geworden sind. Nach ihrer Wirkung sind solche bekannt, die Eiweiß, Fett, Glykogen, Trehalose, Lecithin spalten. Bei manchen Arten müssen cellulose- und chitinlösende Enzyme vorhanden sein. Auch wurde konstatiert, daß unter Umständen aus carboxylhaltigen Verbindungen Kohlensäure abgespalten wird. Hier spielt auch bekannterweise der Nährboden eine große Rolle, indem manche Fermente erst auftreten, wenn man den Pilz auf einem Substrat züchtet, das ihn zwingt, einen sonst für seine Ernährung wenig tauglichen Körper auszunutzen. Andererseits verschwinden manche Fermente, wenn man die Pilze direkt in bequemer Weise mit der nötigen Nahrung versorgt, so daß sie nicht mehr gezwungen sind, dieselbe für ihren Bedarf umzuformen: „*La fonction crée l'organe*“.

Was über die chemische Zusammensetzung des Steinpilzes gesagt wurde, trifft auch in gewissen Grenzen für die anderen Pilze zu. Doch sind die quantitativen Verhältnisse sehr verschieden. Der Gehalt an Chitin und an amorphen Kohlenhydraten

kann bedeutend höher sein und der Gehalt an Eiweiß wiederum entsprechend vermindert. Auch kann bei gewissen Pilzen der Mannit die Trehalose vertreten usw. Das Alter sowie der Fundort sind ebenfalls von großer Bedeutung für die chemische Zusammensetzung innerhalb derselben Pilzart. So variieren die Angaben in der Literatur für den einzelnen Pilz oft viel mehr als für Pilze verschiedener Specien.

Über den Nährwert der Pilze herrschen die verschiedensten Ansichten. Der hohe Stickstoffgehalt veranlaßte die älteren Nahrungsmittelchemiker, ihren Nährwert sehr hoch zu veranschlagen, und man hat sie sogar als Ersatz für die Fleischkost empfohlen. Sowie man aber begann, Verdauungs- und Ausnutzungsversuche anzustellen, schlug die hohe Meinung vom Nährwert der Pilze in das Gegenteil um. Es wurde nämlich gefunden, daß ein gewisser Teil des Stickstoffs den Körper unverdaut verläßt, und man nahm an, daß das Pilzeiweiß teilweise unverdaulich ist. Diese Auffassung mag zum Teil davon herrühren, daß man das damals noch unbekannte Vorkommen von Chitin unberücksichtigt ließ. Das Chitin, welches nämlich über 6 % Stickstoff enthält, ist völlig unverdaulich, und sein Stickstoffgehalt wurde demnach als unverdaulicher Proteinstickstoff in Rechnung gebracht.

Was die Verdaulichkeit der Eiweißkörper selbst angeht, so ist nach unseren Versuchen mit Steinpilz kein Zweifel mehr möglich. Bei der künstlichen Pepsinverdauung gehen 76 % des Pilzeiweißes in Lösung, und durch Trypsin wird es restlos verdaut. Auch dem Gemisch von Eiweißabbauprodukten, wie es in den Pilzen in wasserlöslicher Form vorliegt, ist ein gewisser Nährwert nicht abzusprechen. Der Lecithingehalt ist sicher von Bedeutung. Weiterhin bleibt der hohe Gehalt an Trehalose und an Glykogen (bis 20 %) zu berücksichtigen. Auch diese Kohlenhydrate sind für die Frage nach dem Nährwert von Bedeutung. Schließlich darf man nicht übersehen, daß wohl noch andere Körper in kleiner Menge zugegen sind, welche appetitanregend wirken, und diese stimulierenden Eigenschaften der Pilzextrakte werden bereits am Krankenbett nutzbar gemacht.

Es ist wohl zu beachten, daß durch Abkochen der Pilze und Wegschütten des Dekoktes der Nährwert eine große Einbuße erleidet, weil nach dieser Behandlung kaum mehr übrig bleibt, als der in der Tabelle als Rückstand bezeichnete Anteil. Im allgemeinen besitzen die Pilze anderen Gemüsen gegenüber einen relativ hohen Nährwert, wenigstens bei rationeller Zubereitung.

Die überaus häufigen Pilzvergiftungen sind einerseits auf den Genuß direkt giftiger Pilzarten zurückzuführen, andererseits, und vielleicht viel häufiger gelangen eßbare Sorten, die aber bereits in Zersetzung begriffen sind, zum Genuß. Man nimmt nicht genug Rücksicht darauf, daß die raschlebigen Pilze, selbst wenn sie in frischem Zustande bekömmlich sind, schon nach kurzem Aufbewahren verderben können. Für ihre äußerst intensive Lebenstätigkeit sind sie mit einem ganzen Arsenal von Enzymen und Fermenten ausgerüstet, welche

instande sind, das Eiweiß aufzuspalten und die hierbei auftretenden Produkte sekundär weiter zu verändern. Es ist also jedenfalls vom Genusse nicht ganz frischer Pilze entschieden abzuraten. Kennen wir doch bereits eine ganze Reihe giftiger Basen, die sich durch Kohlensäureabspaltung von primären Eiweißspaltungsprodukten ableiten, und die zum Teil bereits im Mutterkorn nachgewiesen wurden. Dieser Pilz macht ja beim langsamen Trocknen eine Art Autolyse durch, so daß wir darin diese sekundär entstandenen giftigen Basen finden: p-Oxyphenyläthylamin und β -Imidazolyläthylamin. Desgleichen wurde bei der Autolyse von Steinpilz beobachtet, daß die Pilzfermente Kohlensäureabspaltungen bewirken, und daß z. B. in großer Menge Isoamylamin auftritt, eine Base, die offenbar aus dem Leucin in der angegebenen Weise entstanden ist. Auch p-Oxyphenyläthylamin, das sich ähnlich vom Tyrosin ableitet, wurde daneben nachgewiesen.

Über die chemische Natur der Giftstoffe in den anerkannt giftigen Pilzen sind wir noch nicht im klaren. Der Fliegenpilz enthält nach *Harmsen* nicht nur das „Muskarin“, sondern auch noch ein durch Kochen zerstörbares Toxin, das im Gegensatz zum Muskarin in Alkohol unlöslich ist und sich auch in seiner Giftwirkung scharf unterscheidet. Auch bei anderen Giftpilzen will man das Fliegenpilzmuskarin gefunden haben, so in *Amanita pantherina* (Pantherschwamm) und *Boletus luridus* (Hexenpilz). Doch werden neuerdings beide Pilze als eßbar hingestellt.

Überhaupt ist uns die Konstitution keines einzigen Pilzgiftes mit Sicherheit bekannt. Von dem Muskarin ging schon die Rede. Die Gifte des Knollenblätterschwamms sind chemisch auch erst wenig erforscht. Von dem einen weiß man, daß es eine stickstoffhaltige, glykosidartige Verbindung ist (Phallin oder *Amanitahämolyisin*). Die Konstitution der Mutterkornalkaloide, Ergotin usw., ist immer noch nicht aufgeklärt.

Die verschiedenen Angaben über die Giftigkeit einiger Pilze sind in manchen Fällen vielleicht auf die verschiedene Art der Zubereitung zurückzuführen. Gewisse Pilze, wie *Amanita mappa*, verlieren ihre Giftigkeit beim Trocknen, und man kann sich vorstellen, daß es sich hierbei um eiweißähnliche Toxine handelt, die beim Eintrocknen verändert werden und durch eine Art von Koagulierung ihre Wirksamkeit verlieren, oder daß es Fermente sind, welche die giftige Substanz in tiefgreifender Weise verändern. In anderen Fällen, bei der Lorchel z. B., kann man die Pilze durch Abkochen mit Wasser entgiften, wobei das Gift in die Brühe gehen soll. Auch der Satanspilz und der Fliegenschwamm sollen sich auf diese Art entgiften lassen. Nach den bereits erwähnten toxikologischen Untersuchungen von *Harmsen* über den Fliegenpilz könnte in diesem Falle das Verfahren sehr wohl zutreffen. Durch das Kochen würde nämlich das Toxin, welches nach *Harmsen* hitzeempfindlich ist, zerstört werden, und der zweite Giftstoff, das „Muskarin“, ist in Wasser jedenfalls spielend löslich. Der Knollenblätterschwamm (*Amanita phalloides*) läßt sich in keiner Weise, weder durch Trocknen noch

durch Abkochen entgiftet, indem nach *Radais* und *Sartory* die giftige Substanz in hohem Maße von den Pilzgeweben festgehalten wird. Bei einigen Pilzen soll der Giftstoff in der Oberhaut des Hutes lokalisiert sein.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Giftigkeit auf chemisch sehr verschiedenartige Substanzen zurückzuführen ist, und daß auch wärmeempfindliche Toxine eine Rolle spielen können. Solange noch nicht die Natur der Giftsubstanz eines Pilzes auf toxikologischem Wege einwandfrei festgelegt ist, so lange wird man auch nicht gut zur Isolierung und chemischen Erforschung der Pilzgifte schreiten können, da sonst der Untersucher Gefahr läuft, durch Trocknen, Auskochen mit Alkohol und ähnliche Operationen den Giftstoff zu zerstören.

Im allgemeinen sind also unsere Kenntnisse über die Giftstoffe der Pilze recht dürftige, und es ist sehr nötig, daß durch systematische toxikologische Untersuchungen wenigstens für die praktischen Bedürfnisse Klarheit geschaffen wird.

Die graphische Darstellung.

Von Prof. Felix Auerbach, Jena.

(Schluß.)

Bisher wurde der Darstellung immer ein rechtwinkliges Achsensystem zugrunde gelegt, wie das auch in den meisten Fällen gegeben ist. Aber es gibt auch zahlreiche Fälle, in denen eine andere Darstellung viel mehr zu sehen gibt oder das Darzustellende viel einfacher und charakteristischer zusammenfaßt. Das ist namentlich der Fall, wenn es sich um Größen handelt, die man in der modernen Wissenschaft als *Vektoren* bezeichnet, im Gegensatz zu Skalaren; Größen, die außer einem Zahlenwert auch eine Richtung im Raume haben, und deren Zahlenwert eben eine Funktion dieser Richtung ist. Dann erhält man ein sprechendes Bild des Phänomens, wenn man die Größe um einen Zentralpunkt herum durch Strahlen darstellt, deren Länge eben dem, jener Richtung zukommenden Zahlenwert in irgendeinem Übereinkunftsmaßstabe entspricht. Man nennt dies eine *polare Darstellung* oder eine *Rosette*. So gibt Fig. 14 ein Bild von der Häufigkeit des Vorkommens verschiedener gerichteter Winde in einer deutschen Stadt: Südwest am häufigsten (an 92 Tagen), reiner Ost am seltensten (an 24 Tagen), und die Unterschiede sind, wie der Vergleich mit dem hineingezeichneten Kreise zeigt, sehr beträchtlich. Immerhin findet hier ein einheitlicher Verlauf der Kurve statt. In anderen Fällen aber bringt es die besondere Natur des Falles mit sich, daß die Rosette eine ganz andere Gestalt annimmt. So stellt, um auch einmal ein Beispiel aus der technischen Praxis herauszugreifen, Fig. 15 mit ihren drei Kurven die *Helligkeit* dar, die eine *Bogenlampe* nach den verschiedenen Richtungen eines Vertikalschnittes ausstrahlt, je nachdem sie offen brennt oder von klarem oder endlich von Milchglas umgeben ist; wie man sieht, macht sich hier der Einfluß der einander in gerader Linie gegenüberstehenden Kohlestifte stark

geltend, und ferner bewirkt das Milchglas eine Ausgleichung der Gegensätze, es wird jetzt weniger nach den Seiten, aber dafür mehr nach unten gestrahlt. Schon aus diesem Beispiel ersieht man, daß man auf diese Weise immer nur einen Schnitt (hier einen Vertikalschnitt, der aber in diesem Falle am wichtigsten ist) durch die Erscheinung geben kann. Noch deutlicher wird das an einem anderen Beispiel: der *Elastizität der Kristalle*, die

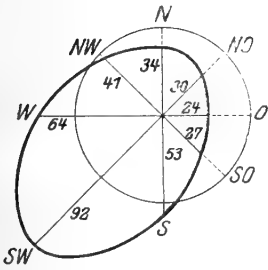


Fig. 14.

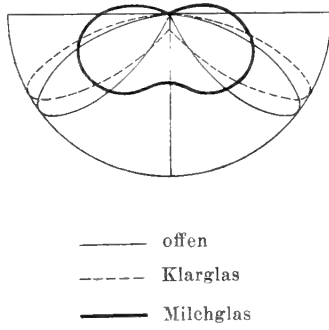


Fig. 15.

dargestellt; für ein in vertikalem Kreise rotierendes Pendel dagegen, das sich im obersten Punkte ganz langsam, im untersten am schnellsten bewegt, Fig. 17 c, ist der Hodograph durch Fig. 17 d dargestellt.

Mit dem hier Angegebenen ist nun der Reichtum der Darstellungsmöglichkeiten noch lange nicht erschöpft; es ergibt sich in bestimmten Fällen immer wieder die Möglichkeit neuer Hilfsmittel. Es muß genügen, hier ein einziges Beispiel dafür anzuführen, nämlich die Ladungsdichte an den verschiedenen Stellen der Oberfläche eines leitenden Ellipsoids, das auf irgendeine Weise elektrisiert und dann sich selbst überlassen worden ist. Die Ladung häuft

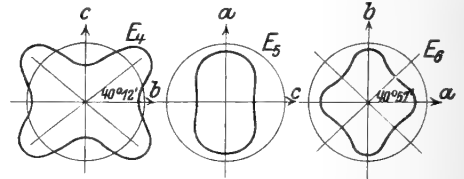


Fig. 16.

in jedem Schnitt und innerhalb dieses wiederum in jeder Richtung einen anderen Wert hat. Man muß sich also, wenn man mit Kurven überhaupt auskommen will, darauf beschränken, in einigen typischen Schnitten, den sog. Hauptschnitten, die polare Kurve zu zeichnen. Für Baryt z. B. erhält man auf diese Weise das Bild der Fig. 16, der Dehnungsmodul ist hier, wie man sieht, in den verschiedenen Richtungen sehr verschieden und befolgt verschiedene Gesetze.

Eine interessante und überaus reiche Ausgestaltung hat das Verfahren der polaren Darstellung in der Mechanik erfahren in Gestalt des sog. *Hodographen* zur Charakterisierung der Bewegung eines Punktes. Man wählt einen beliebigen Zentralpunkt

sich nämlich an den Enden der großen Achse, in weit geringerem Maße auch noch an den Enden der mittleren Achse, überhaupt ist sie desto dichter, je stärker an der betreffenden Stelle die Oberfläche gekrümmt ist. Alles das wird in der Fig. 18 mit einem Schlage durch die *Dicke der Linienteile* zur Anschauung gebracht.

Bisher ist immer von Kurven oder Kurvenscharen die Rede gewesen. Es gibt aber auch Fälle, wo andere geometrische Gebilde zur graphischen Darstellung herangezogen werden, nämlich einerseits *einzelne Punkte im Raume* und andererseits ganze Ebenen oder gar Räume. Als ein Beispiel können wir die charakteristischen Eigenschaften der *Dämpfe* wählen, die sich, außer in verschiedenen

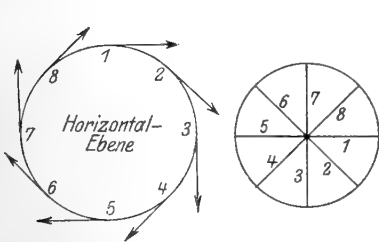


Fig. 17 a.

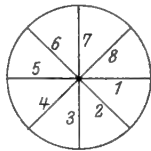


Fig. 17 b.

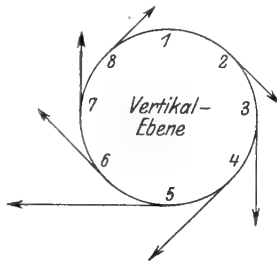


Fig. 17 c.

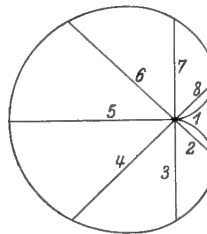


Fig. 17 d.

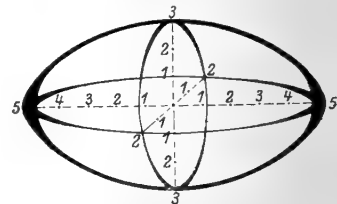


Fig. 18.

und zieht von diesem eine Linie in der Richtung der momentanen Bewegung des Punktes und von einer seiner momentanen Geschwindigkeit entsprechenden Länge; und ebenso verfährt man in anderen Augenblicken der Bewegung, wobei man natürlich bestimmte, gleich weit abstehende Orte oder Momente auswählen wird. Bewegt sich z. B. ein Pendel in horizontalem Kreise, also gleichförmig, wie Fig. 17 a andeutet (die Pfeile geben die Richtung und Geschwindigkeit der momentanen Bewegung an), so ist der Hodograph durch Fig. 17 b

anderen Formen, auch durch ihre *kritischen Konstanten* darstellen lassen, nämlich durch die kritische Temperatur, d. h. diejenige Temperatur, oberhalb deren eine Verflüssigung des Dampfes überhaupt unmöglich ist, auch bei beliebigem Druck; und der kritische Druck, unterhalb dessen jede Verflüssigung, auch bei noch so tiefer Temperatur, ausgeschlossen ist. Wählt man also die Drucke p , in Atmosphären gemessen, als Abszissen, die Temperaturen t als Ordinaten, so entspricht jedem Dampfe ein bestimmter Punkt p, t in der Ebene, z. B. dem

Chlor der Punkt $p = 8$, $t = 124$. Das ist der Sinn der Fig. 19, in der die einzelnen Gase durch Kreise mit Nummern repräsentiert sind, deren Erklärung sich nebenbei findet. Wollte man der Vollständigkeit halber auch noch die kritischen Dichten hinzunehmen, so müßte man sich dazu entschließen, zu den beiden Achsen in der Ebene noch die dritte Raumachse hinzunehmen und die Dämpfe durch Punkte im Raume zu charakterisieren.

Sind es hier einzelne Punkte, so kommt in anderen Fällen die ganze Ebene als solche in Betracht. So stellt z. B. die Fig. 20 sozusagen eine Landkarte eines bestimmten Stoffes, etwa des Wassers, dar, mit allen seinen Eigentümlichkeiten. In dem doppelt schraffierten Gebiete befindet es

kurve der Kraft entsprechend ihrer allmählichen Änderung zeichnen und erhält dann als Sinnbild der Arbeit das von der Kurve und den beiden Achsenstücken eingeschlossene Flächenstück, wie in Fig. 21 b. Handelt es sich um einen Kreisprozeß, bei dem das System, wie bei allen periodisch wirkenden Arbeitsmaschinen, nach einiger Zeit, nämlich nach einer Periode, wieder zum Anfangszustand zurückkehrt, so erhält man für die Kraft eine geschlossene Kurve und für die Arbeit die von ihr eingeschlossene Fläche. Für diesen Fall brauchen wir kein neues Beispiel zu wählen; wir haben bereits eines zur Verfügung in der Hysteresisschleife bei der zyklischen Magnetisierung eines weichen Eisenkörpers; die von dieser Schleife eingeschlossene

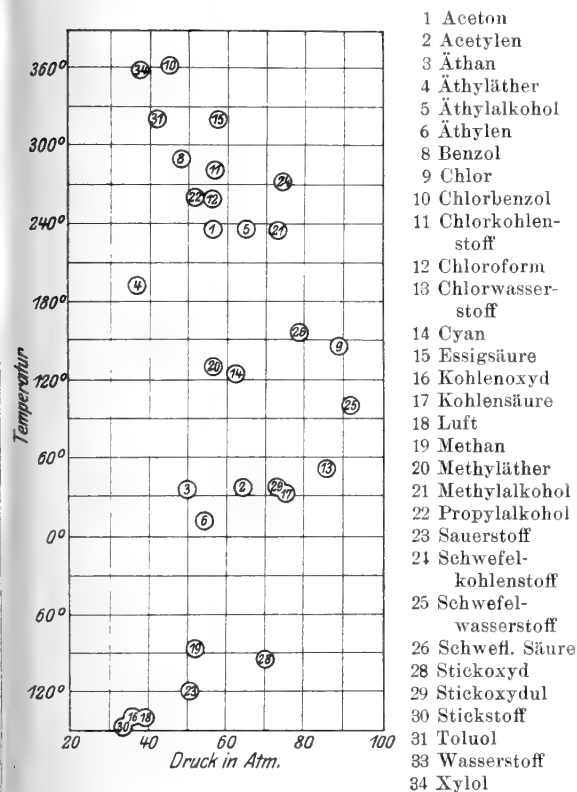


Fig. 19.

sich in festem Zustande (als Eis), im einfach schraffierten im flüssigen, im gepunkteten als Dampf, die Grenzlinien sind die Schmelz- und die Siedekurve, ihr Schnittpunkt ist der sog. dreifache oder Tripelpunkt; und so läßt sich aus der Karte noch vielerlei ablesen, was hier nicht erörtert werden kann.

Am wichtigsten aber ist die Fläche als graphischer Repräsentant einer Größe, die in der modernen Wissenschaft dieselbe große Bedeutung hat wie in der Technik seit alten Zeiten: der *Arbeit*. Die Arbeit ist das Produkt aus der Kraft und der Strecke, die sie leistet. Wählt man also die Strecke als Abszisse, die Kraft als Ordinate, so wird die Arbeit im einfachsten Falle, dem der konstant wirkenden Kraft, das aus beiden Faktoren gebildete Rechteck, das in der Fig. 21 a schraffiert ist; im allgemeineren Falle muß man erst die Funktional-

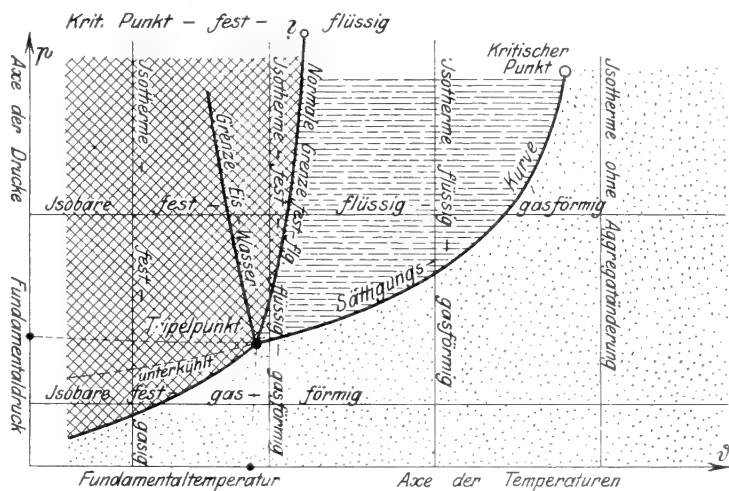


Fig. 20.

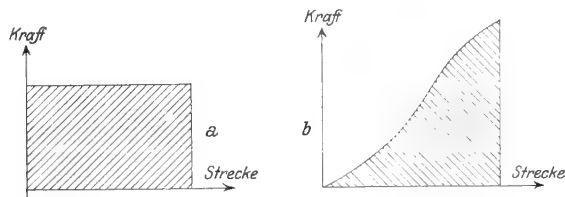


Fig. 21 a.

Fig. 21 b.

Fläche, Fig. 7, ist die bei der Magnetisierung verbrauchte (vergeudete) Arbeit, die sich wiederfindet in der Erwärmung des Eisenkörpers.

Nach alledem kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die graphische Darstellung ein Lehr- und Forschungsmittel ersten Ranges ist, und daß man keine noch so große Mühe der Rechnung und Zeichnung scheuen darf, um sie nutzbar zu machen. Es erhebt sich aber damit zugleich auch die Frage, ob diese Mühe, die in wirklich komplizierten Fällen ins ungemessene wachsen kann, sich nicht vermindern ließe, und zwar dadurch, daß man die rechnende Fähigkeit des menschlichen Kopfes und die zeichnerische Geschicklichkeit der menschlichen Hand in derselben Weise durch mechanisches, maschinelles Verfahren ersetzte, wie das aus dem alten Handwerk die moderne Industrie geschaffen hat; kurz gesagt: ob es nicht möglich ist, die *Natur*,

selbstverständlich mit der nötigen Anweisung und Unterstützung, *die graphische Darstellung selbst besorgen zu lassen*. In wie ausgedehntem Maße und bis zu welcher erstaunlichen Vollkommenheit das möglich ist, wollen wir nun betrachten.

Beginnen wir mit einigen einfachen und an sich nicht eben bedeutsamen Fällen. Wir lassen Wasser durch eine Röhre strömen und beobachten dabei, daß infolge des sog. Röhrenwiderstandes der Druck von der Anfangs- zur Endstelle der Röhre immer kleiner wird. Versieht man nun das Rohr in gleichen Abständen mit vertikalen Ansatzröhren, so daß kleine Mengen des ausfließenden Wassers in

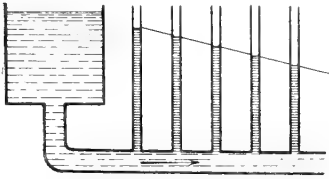


Fig. 22.

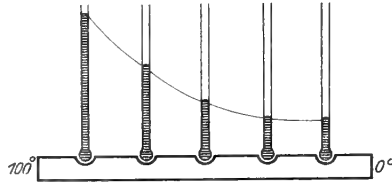


Fig. 23.

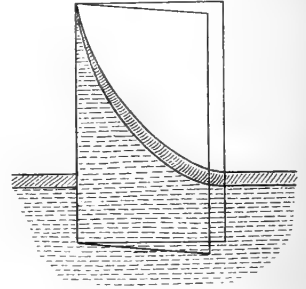


Fig. 24.

diese *Manometer* hinaufsteigen, so erhält man, Fig. 22, in den Endpunkten der Wassersäulen sofort das anschauliche Gesetz dieser Abnahme, im einfachsten Falle das Gesetz einer geraden Linie, also einer gleichförmigen Abnahme. Ein anderer ähnlicher Fall: Erhält man einen Kupferstab an einem Ende durch Dampf siedenden Wassers dauernd auf 100°, am anderen Ende durch schmelzenden Schnee dauernd auf 0°, so fließt ein stationärer Wärmestrom durch ihn hindurch, und man kann die Temperaturen beobachten, indem man an gleich weit abstehenden Stellen durch Vermittlung kleiner, mit Quecksilber gefüllter Höhlungen *Thermometer* anbringt; die Quecksilbersäulen in diesen geben dann mit ihren Endpunkten direkt ein Bild des Temperaturverlaufs, der hier durchaus nicht gleichförmig ist: Fig. 23. In beiden Fällen liefert also

eine Hyperbel als Gesetz der *Steighöhen*. Sehr hübsch endlich sind die Versuche über die *Wärme-strömung* in einer Kristallplatte, die man von ihrem Mittelpunkt aus erhitzt, etwa durch Aufsetzen einer heißen Spitze. Hat man die Platte vorher mit einem feinen Wachsüberzug versehen, so schmilzt dieses gleichzeitig weg an Stellen gleicher Temperatur, und beim Wiedererstarren erkennt man diese Stellen in der Form elliptischer Wachswälle, während man bei einer Glasplatte natürlich einen Kreiswall erhalten würde.

Weitaus am bedeutsamsten aber sind zwei hierher gehörige Methoden, die Methode der *Feldbilder* und die Methode der chronographischen Auflösung; jene stellt Zustände, diese zeitliche Verläufe dar.

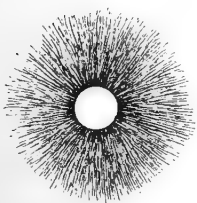


Fig. 25.

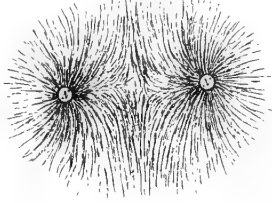


Fig. 26a.

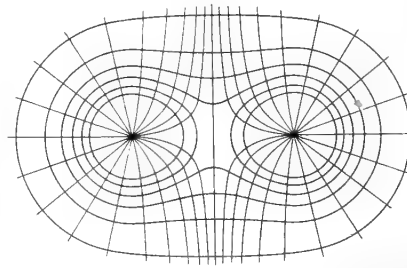


Fig. 26b.

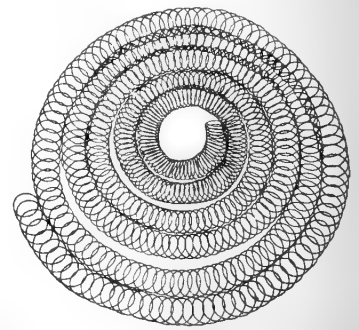


Fig. 27.

die Natur unmittelbar die einzelnen Ordinaten (wie in Fig. 2 a); das einzige, was man dann noch selbst zu leisten hat, ist die Verbindung dieser Punkte zu der ausgeglichenen Kurve (wie in Fig. 2 d oder 2 e). Ein drittes Beispiel soll zeigen, daß die Natur auch die Kurven selbst zu liefern imstande ist. Zwischen zwei planparallelen Glasplatten, die sich in sehr geringem Abstände voneinander befinden, steigt das Wasser desto höher, je geringer dieser Abstand ist; man kann das durch eine Reihe von

Unter einem *Felde* versteht man einen Raum, für unseren Fall speziell eine Ebene, in der Kräfte ihr Wesen treiben. Aus der Ebene wird eine Karte des Feldes durch Eintragen von zwei Linienscharen: der Gleichgewichts- oder Niveaulinien und der Kraftlinien; ein sehr bekanntes Beispiel liefern die Isobaren und die Windbahnen auf der Erdoberfläche. Man kann solche Feldbilder in sehr exakter, aber mühseliger Weise errechnen und danach zeichnen. Mit einem Schlage aber erhält man sie durch

natürliche Prozesse, von denen der wichtigste sich auf magnetische Felder bezieht. Es ist die bekannte Methode des *Eisenfeilichts*, das man auf die Ebene (eine Glasplatte oder dergl.) streut, und das sich unter der nunmehr einsetzenden Wirkung der magnetischen Kräfte, je nach der Verteilung der Kraftpole, zu den verschiedensten Kraftlinienscharen anordnet. Geht das Feld von einem einzigen Pole aus, so erhält man das Feilichtbild der Fig. 25, in der man deutlich die radiale Anordnung erkennt. Geht es von zwei gleichnamigen und gleich starken Polen aus, so erhält man das Feilichtbild der Fig. 26 a, und ein Vergleich mit dem entsprechenden, berechneten und gezeichneten Bilde der Fig. 26 b läßt die Unterschiede erkennen: das theoretische Bild ist exakter, und es enthält beide Kurvenscharen, außer den Kraftlinien auch noch die Niveaulinien, das experimentelle Bild ist aber ursprünglicher und darum lebendiger. Die magne-

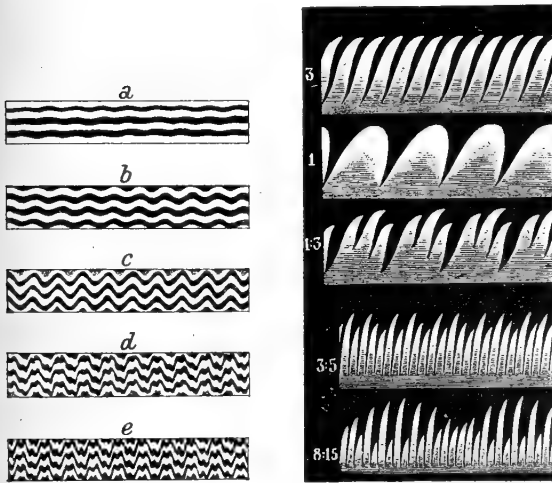


Fig. 28.

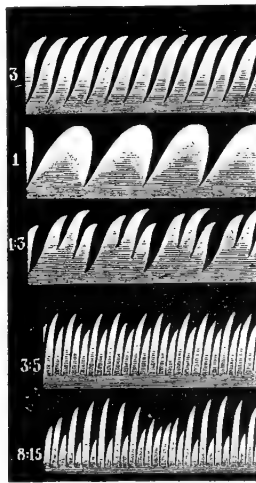


Fig. 29.

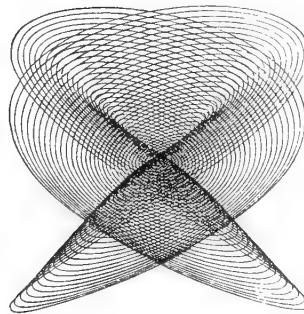


Fig. 30.

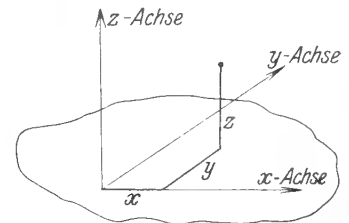


Fig. 31.

andere derartige Phänomene, bei denen die Natur als graphische Darstellerin auftritt und uns, bei richtiger Deutung des dem Auge sich Darbietenden, wichtige Schlüsse in bezug auf die Verteilung der Kräfte usw. zu ziehen erlaubt.

Soweit die Zustandserscheinungen. Gehen wir jetzt zu zeitlichen Phänomenen über, so können wir als geeigneten Übergang einen Fall benutzen, in dem wir einen Bewegungsvorgang direkt aufzeichnen können: der *graphische Kreisel*. Der Kreisel ist einfach mit einer Schreibspitze versehen, die auf einer geeigneten Fläche den Ablauf des Phänomens verzeichnet und dann in Ruhe zu studieren gestattet; einen solchen Fall gibt Fig. 27 in leicht verständlicher Weise wieder.

Am wichtigsten aber und auf außerordentlich vielen Gebieten fruchtbar geworden ist die *Methode der chronographischen Auflösung*. Jedermann kennt die an öffentlichen Plätzen aufgestellten *Barographen*, bei denen ein Schreibstift auf einer gleichmäßig rotierenden Papierrolle den Luftdruck verzeichnet; aus einer in Wahrheit hin und her schwingenden Bewegung des Zeigers wird auf diese Weise eine fortlaufende Wellenkurve mit Bergen und Tälern. Nach ganz entsprechendem Prinzip

tische Methode ist übrigens nur eine von vielen, durch die wir uns automatische Bilder verschaffen können. Eine andere ist die elektrochemische, bei der in den sog. Nobilischen und Guebbardschen Ringen Linien gleicher Stromdichte, unter einfachen Umständen aber auch Niveaulinien der elektrischen Strömung aufgezeichnet werden, und zwar in sehr anschaulicher, nämlich farbiger Weise. Eine dritte ist die optische Methode der Interferenz, die z. B. in den Newtonschen Ringen schöne, hier ihrer Farbigkeit halber nicht reproduzierbare Darstellungen liefert. Schließlich gehören hierher auch alle die mannigfaltigen Staubfiguren aus der Lehre von den Tonschwingungen, die unter den Namen der Chladnischen, Lissajousschen und Kundtschen Figuren bekannt geworden sind.

In noch anderen Fällen bedarf es nicht einmal solcher Laboratoriumsversuche, hier leistet die *Natur im großen* das, was wir sehen wollen. Es braucht da nur an die Rippungen erinnert zu werden, die der Küstensand nach dem Zurücktreten der Flut zeigt, an die geologischen Schichtungen, die bei Aufschlüssen zutage treten und an viele

sind zahlreiche Apparate konstruiert worden, die der Aufzeichnung von Temperaturen, von Ebbe und Flut usw. dienen. Am interessantesten und lehrreichsten aber sind diejenigen Fälle, in denen die ursprüngliche *Schwingungsbewegung* nicht, wie in jenen Fällen, sehr langsam, sondern im Gegenteil äußerst rasch erfolgt, so rasch, daß man ihr mit dem Auge nicht folgen kann. Darin liegt die ungeheure Bedeutung z. B. der einschlägigen akustischen Methoden und Apparate, mittelst deren man für jede Tonbewegung ein Kurvenbild erhält, das man in Ruhe ausmessen und auf seine charakteristischen Eigenschaften hin untersuchen kann. Dabei kann man sich der verschiedensten Hilfsmittel zum Entwerfen der Zeichnung bedienen: ausfließenden Sandes, eines Federchens mit Tinte, eines in Ruß schreibenden Stiftes, der empfindlichen Flammen im rotierenden Spiegel, vor allem aber des Lichtstrahles, der die Schwingungen in Wellengestalt auf einen Schirm wirft oder auf einer empfindlichen Schicht fixiert. So stellt Fig. 28 die photographierten Tonschwingungen der Luft in einer Pfeife dar, Fig. 29 gibt Flammenbilder verschied-

dener Töne und Akkorde (an der Seite beigelegt) wieder, und Fig. 30 ist eine vom Schreibstift ausgeführte gedämpfte Lissajous-Schwingung von einem Periodenverhältnis der Komponenten wie 2:3. Man geht nicht zu weit, wenn man behauptet, daß die ganze Lehre vom Schall und den Tönen ihren großen Aufschwung eigentlich erst der Ausbildung der graphischen Methode verdankt. Ja, von hier aus hat die Methode auch andere Gebiete, wie die Physiologie (Blutdruck, Atmung usw.), die Musikwissenschaft und ganz besonders die Phonetik befruchtet; und ihren vollkommensten Grad hat sie bei denjenigen Apparaten erreicht, die nicht nur aufzeichnen, sondern auch die akustische Wiedergabe erlauben: dem Phonographen und dem Grammophon, Apparaten, die, wie man weiß, neuerdings die Gründung von Archiven im Dienste der verschiedensten Zweige der Kultur-, Musik- und Sprachgeschichte ermöglicht haben.

Der letzte Gegenstand unserer Betrachtungen führt uns aus der Ebene, in der wir uns bisher immer bewegt haben, hinaus in den *Raum*. Wenn

unter Umständen auch noch den weiteren, daß man sie beweglich, drehbar usw. einrichten kann; die Gipsmodelle andererseits haben den Vorteil stetiger und massiver Verkörperung der Gebilde. Ein Beispiel des ersten Typus gibt Fig. 32, die die Niveau- und Kraftlinien eines bipolaren Feldes darstellt; ein Beispiel eines Gipsmodells liefert Fig. 33, die Zustandsfläche eines idealen Gases, also eine Kombination der ebenen Darstellungen 13 a und b mit Hinzufügung einer dritten Kurvenschar, der Isochoren. In beiden Fällen mußte natürlich eine Begrenzung gefunden, d. h. ein geeignetes Stück aus dem unendlichen Raume herausgeschnitten werden; im letzteren Falle dienten dazu zweckmäßige Grenzflächen. Wo das nicht erforderlich ist, wo die Darstellung in sich abgeschlossen ist, kann man natürlich auch das Modell als vollständiges Ganze herstellen. So, was die Drahtmodelle betrifft, beispielsweise ein aus lauter wirr durcheinander gehenden Drahtschleifen bestehendes Modell der Stöße bei einem Erdbeben, bei den Gipsmodellen namentlich solche, die sich der polaren Darstellung, aber jetzt in räum-

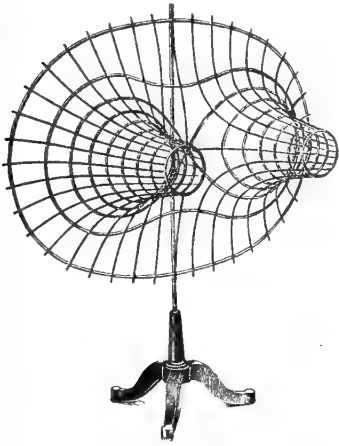


Fig. 32.

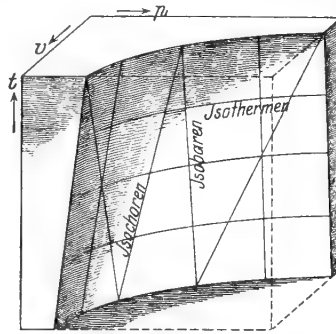


Fig. 33.

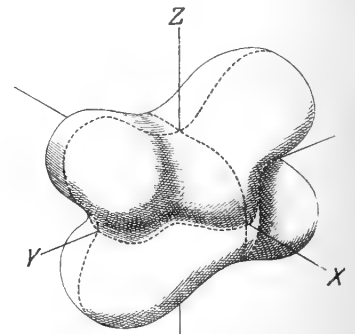


Fig. 34.

eine Größe nicht bloß von einer Variablen abhängt, sondern von zweien, wenn also $z = f(x, y)$ ist, so müssen wir, wollen wir uns nicht wie oben in den Figuren 13 auf mehrere getrennte Partialdarstellungen beschränken, das räumliche Achsensystem einführen, d. h. wie in Fig. 31, die natürlich perspektivisch aufzufassen ist, in der Grundebene die beiden aufeinander senkrechten Achsen der x und y legen und die Funktionswerte z durch die Längen der in den betreffenden Punkten der Ebene errichteten Lote charakterisieren. Bei einigermaßen komplizierten Funktionen wird natürlich eine solche *perspektivische Zeichnung* wenig übersichtlich, und es erhebt sich somit die neue Aufgabe: *räumliche Modelle* zu entwerfen. Diese können von zweierlei Art sein: entweder es werden die einzelnen Linien hergestellt, deren zusammenhängende Schar dann die Funktionsfläche bildet, oder man formt diese Fläche direkt. In jenem Falle erhält man ein *Draht- oder Fadenmodell*, in diesem ein *Gipsmodell*. Jene haben den Vorteil, die elementaren Erzeuger der Fläche vor Augen zu führen, die Fadenmodelle

licher Verallgemeinerung, bedienen. So gibt Fig. 34 die perspektivische Ansicht des Gipsmodells der Dehnungsfläche eines rhombischen Kristalls (Baryt), sie bildet also die räumliche Vereinigung der drei Schnittfiguren 16. Übrigens gibt es zwischen den Faden- und Gipsmodellen auch noch eine Zwischenstufe, die aus Flächenscharen zusammengesetzten Modelle.

Damit haben wir freilich die Grenzen der graphischen Darstellung im engeren Sinne des Wortes schon überschritten und wollen daher unsere Betrachtungen abschließen¹⁾.

¹⁾ Für das Gesamtgebiet der Physik habe ich die graphische Methode zum ersten Male konsequent durchgeführt in meinem kürzlich erschienenen Buche: *Physik in graphischen Darstellungen*, Leipzig, Teubner 1912. — Für das Gebiet mathematischer Funktionen findet man zahlreiche Kurven in dem Buche von Jahnke und Emde, *Funktionentafeln mit Formeln und Kurven*, Leipzig, Teubner 1909. — Für die übrigen Wissenschaften existiert eine umfassende Darstellung meines Wissens noch nicht.

Die Koeffizientenlehre (Pluralität der Ursachen).

Von Prof. Dr. H. E. Hering, Prag.

In der das Semester einleitenden Vorlesung pflege ich meine Hörer darauf aufmerksam zu machen, daß jede Funktionsstörung des Organismus, bzw. jede Erkrankung, *das Ergebnis mindestens zweier Faktoren ist*, gewöhnlich aber eine größere Anzahl Faktoren an diesem Ergebnis beteiligt sind. Ich tue dies, weil ich, wie bei mir selbst seinerzeit, so auch bei vielen anderen den naiven Glauben fand, es könne ein Vorgang nur durch *einen* Faktor zustande kommen, während es oft nur eines entsprechenden Hinweises bedarf, um diesen Glauben durch eine bessere Einsicht zu ersetzen, ein Hinweis, den vor mir schon andere gegeben haben, der also nichts Neues ist, sondern nur neu ist für den, der sich dieser Tatsache nicht bewußt ist.

Für mich als Schüler von E. Hering und E. Mach sollte diese Tatsache gewissermaßen schon etwas Selbstverständliches geworden sein, zumal ich mich mit der Ätiologie immer gern beschäftigt habe. Trotzdem bemerkte ich an mir, wie übrigens bei vielen anderen auch, daß ich mich immer wieder nur nach *der* Ursache dieser oder jener Erscheinung frage, statt nach *den* Ursachen. Es hängt dies jedenfalls mit mehreren Umständen zusammen, so mit dem traditionellen schlagwortartigen Gebrauch des Ausdruckes Ursache, der wieder mit dem Bedürfnis nach einem kurzen Ausdruck für das zu Bezeichnende in Zusammenhang steht, ferner damit, daß wir unsere Aufmerksamkeit am leichtesten nur *einer* Tatsache zuzuwenden vermögen und daß wir diese Tatsache, die wir als Ursache bezeichnen, mehr oder weniger klar für die wesentliche halten, woraus sehr leicht nur *eine* Ursache resultiert, indem wir die anderen Ursachen als außerwesentliche gedanklich einfach eliminieren.

Um nun der einseitigen Auffassung über das Zustandekommen einer Erkrankung bzw. eines Geschehens an der lebendigen Substanz überhaupt schon durch den Ausdruck vorzubeugen, vermeide ich den Ausdruck Ursache nach Möglichkeit und gebrauche den bisher nicht üblichen Ausdruck „Koeffizient“ (das Mitwirkende, Mitbestimmende usw.), der von selbst daran erinnert, daß kein Vorgang nur durch eine Ursache allein hervorgerufen wird.

Seitdem ich diesen Ausdruck eingeführt habe, werden durch ihn nicht nur ich selbst, sondern auch meine Schüler immer wieder darauf aufmerksam gemacht, daß für die eben in Rede stehende Wirkung immer mehrere Faktoren i. e. Koeffizienten in Betracht kommen.

Bei der Erörterung der Funktionsstörungen eines Organes oder des ganzen Organismus ist, wie bekannt, ein Umstand von großer Bedeutung, das ist die jeweilige Beschaffenheit des Organs oder des Organismus, für welche der Ausdruck Disposition sehr gebräuchlich ist. Ein jeder, der die Geschichte der Medizin kennt, weiß, daß die Vernach-

lässigung dieses Umstandes den Fortschritt in der Medizin, wie überhaupt in der Biologie, oft schon aufgehalten hat, ja, daß auch jetzt noch in dieser Hinsicht nicht selten gesündigt wird. Die Disposition ist nun ebenso ein Koeffizient für die jeweilige Funktionsstörung, wie jener Koeffizient, den wir aus den oben angeführten Gründen gewöhnlich als *die* Ursache jener Funktionsstörung zu bezeichnen pflegen. Bei dem Gebrauch des Ausdruckes Koeffizient in der Medizin werden wir aber mit an diesen zweiten wesentlichen Koeffizienten, die Disposition erinnert. Durch diese mit dem Ausdruck Koeffizient verknüpfte Erinnerung an mindestens noch einen Koeffizienten erscheint die Koeffizientenlehre gegenüber der Ätiologie, d. h. der Ursachenlehre im bisher zumeist üblichen Sinne, im Vorteil. Jene, wie die Erfahrung mich gelehrt hat, nützliche Seite der Koeffizientenlehre veranlaßt mich, letztere allgemeiner bekannt zu machen, als ich es bisher getan habe. Man wird sich im Anfang etwas schwer daran gewöhnen, denn ich selbst brauchte, nachdem ich den mir passend erscheinenden Ausdruck gefunden hatte, fast ein ganzes Jahr, bis ich mich selbst daran gewöhnt hatte; dafür möchte ich ihn jetzt jedoch nicht wieder missen.

Die Koeffizientenlehre besagt, daß die beobachtete Wirkung das Ergebnis einer *Pluralität* von Koeffizienten ist; sie unterscheidet sich dadurch, wie erwähnt, von der landläufigen Ursachenlehre. Sie enthält aber noch einen wesentlichen Unterschied gegenüber letzterer, einen Unterschied, der schon aus der erwähnten Bezeichnung der Disposition als Koeffizienten hervorgeht, der aber doch noch einer besonderen Besprechung bedarf. Die häufigste Darstellung ist die, daß diese Ursache jene Wirkung hat, z. B. daß der Tuberkelbazillus die Ursache ist der Tuberkulose, d. h. es wird eine Ursache genannt, die eine Wirkung hat, aber *das, worauf die Ursache wirkt, wird nicht erwähnt*, obwohl es bekannt ist. Es ist aber klar, daß es nicht die Wirkung, hier die Tuberkulose, ist, auf welche die Ursache, der Tuberkelbazillus, wirkt, sondern daß der Tuberkelbazillus auf den Organismus oder einen seiner Teile wirkt, und daß die Wirkung, wie durch den Tuberkelbazillus, so auch durch den Organismus oder einen seiner Teile mitbestimmt wird, d. h. beide Koeffizienten der Tuberkulose sind. —

In Erkenntnis dieses wohl unbestreitbaren Sachverhaltes liegt es nahe, sich zu fragen, ob man ihn nicht vielleicht durch den von E. Mach gegenüber den Begriffen Ursache und Wirkung als besser angesehenen mathematischen Funktionsbegriff darstellen sollte. Ich meine, daß wir das nicht tun können.

Mach sagt auf S. 273 seines äußerst anregenden, „Erkenntnis und Irrtum“ betitelten, 1905 erschienenen Buches unter anderem folgendes:

„Sobald es gelingt, die Elemente der Ereignisse durch meßbare Größen zu charakterisieren, was bei Räumlichem und Zeitlichem sich unmittelbar, bei anderen sinnlichen Elementen aber doch auf Umwegen ergibt, läßt sich die Abhängigkeit der Ele-

mente voneinander durch den *Funktionsbegriff* viel vollständiger und präziser darstellen, als durch so wenig bestimmte Begriffe, wie Ursache und Wirkung.“

Soweit sind wir in der Medizin, wie überhaupt in der Biologie nicht, wir können die Elemente der Ereignisse zumeist noch nicht durch *meßbare Größen* charakterisieren, fehlen uns doch so vielfach noch die in Betracht kommenden Elemente selbst und im besten Falle ist uns nur von einem der letzteren die Größe bekannt.

Abgesehen davon ist einzuwenden, daß sich der Ursachenbegriff nicht durch den mathematischen Funktionsbegriff ersetzen läßt. Das geht klar hervor, wenn wir die Ähnlichkeit und den Unterschied dieser beiden Begriffe schärfer ins Auge fassen. Die Ähnlichkeit beider Begriffe liegt darin, daß beide den Begriff der *Abhängigkeit* enthalten. Dabei darf man nicht übersehen, daß auch der Funktionsbegriff verschieden ¹⁾ verwendet wird. Wenn Mach z. B. auf S. 74 der 1906 erschienenen V. Auflage der „Analyse der Empfindungen“ sagt: „Ich habe deshalb schon vor langer Zeit versucht, den *Ursachebegriff* durch den mathematischen *Funktionsbegriff* zu ersetzen: *Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander*, genauer: *Abhängigkeit der Merkmale der Erscheinungen voneinander*,“ so ist hier nicht von „meßbaren Größen“, nicht von der Abhängigkeit der Größe der Merkmale usw. die Rede, d. h. der Funktionsbegriff ist hier nicht im mathematischen Sinne verwendet, denn in diesem letzteren Sinne ist die Größe oder der Wert des x und y im Funktionsbegriff mitenthalten, wie z. B. G. Kowalewski ²⁾ auf S. 128 seines Buches folgende Fassung des Funktionsbegriffs von *Dirichlet* anführt: „Wenn y derart von x abhängig ist, daß jedem Wert von x ein bestimmter Wert von y entspricht, so nennt man y eine Funktion von x .“

Es steht aber natürlich nichts im Wege, den Funktionsbegriff *noch allgemeiner* zu verwenden, als in dem erwähnten mathematischen Sinne und darunter, wie Mach an oben erwähnter Stelle, nur die Abhängigkeit der Erscheinungen bzw. der Merkmale der Erscheinungen voneinander zu verstehen, ohne auf ihre Größe bzw. Wert Bezug zu nehmen. Dadurch wird aber der Funktionsbegriff noch unbestimmter und unterscheidet sich schließlich von dem noch allgemeineren Begriff der *Beziehung* (Relation) nur noch dadurch, daß er den Begriff der Abhängigkeit enthält, den der Relationsbegriff nicht zum Ausdruck bringt.

In diesem allgemeinsten Sinne ist der Funktionsbegriff z. B. verwendet, wenn Aschoff ³⁾ „im Sinne Machs die Thrombose als eine Funktion von Blut-

plättchen-, Gefäßwand- und Strombeschaffenheit bezeichnet“, obwohl Aschoff, wie aus seinen Ausführungen deutlich hervorgeht, mehr sagen will und das, was er mehr sagen will, zum Ausdruck gebracht würde durch den Satz: Als Koeffizienten der Thrombose kennen wir bis jetzt die Blutplättchen-, Gefäßwand- und Strombeschaffenheit.

In einem schön etwas weniger allgemeinen Sinne, d. h. im Sinne der *gegenseitigen* Abhängigkeit, hat E. Hering in seiner Rede „Über das Gedächtnis“ ⁴⁾ im Jahre 1870 den Funktionsbegriff verwendet hinsichtlich der Beziehung der Phänomene des Bewußtseins zu den materiellen Prozessen der Hirnsubstanz, und ich ⁵⁾ habe im gleichen Sinne im Jahre 1911 den Funktionsbegriff verwendet, um auf die gegenseitige Beziehung der humoralen und zellulären Bestandteile des Organismus hinzuweisen.

Man kann also den Funktionsbegriff im allgemeinsten Sinne der Abhängigkeit oder in dem schon etwas spezielleren Sinne der gegenseitigen Abhängigkeit in der Biologie wohl verwenden, muß sich aber klar sein, daß damit über die kausale Abhängigkeit nichts gesagt ist, daß sie letztere nicht zu ersetzen vermag und daß sie nur einen vorläufigen Hinweis auf das Bestehen einer Abhängigkeit bedeutet, wenn man die Art der Abhängigkeit noch nicht kennt und nicht präjudizieren will.

Als Unterschied zwischen dem Funktionsbegriff und dem Ursachebegriff ist hervorzuheben, daß letzterer die *Art* der Abhängigkeit in bestimmter Weise zum Ausdruck bringt als der Funktionsbegriff, daß der Ursachebegriff den *Zeit-* und *Raum*begriff enthält, so daß, wenn man, wie Mach es will, die beiden Begriffe aus dem Kausalbegriff eliminiert, zwar der Funktionsbegriff übrig bleibt, woraus aber nicht hervorgeht, daß letzterer den ersteren ersetzt, oder daß es müßig sei, sich nach den Ursachen einer Erscheinung zu fragen, oder, daß der Ursachebegriff ein vorläufiger ⁶⁾ Notbehelf ist. Ursache und Wirkung beziehen sich außerdem auf etwas Reales, der Funktionsbegriff im mathematischen Sinne bezieht sich aber auf etwas Irrreales.

Mach sagt auf S. 73 der Analyse der Empfindungen: „Die alte hergebrachte Vorstellung von der Kausalität ist etwas ungenau; einer Dosis Ursache folgt eine Dosis Wirkung. Es spricht sich hierin eine Art primitiver, pharmazeutischer Weltanschauung aus, wie in der Lehre von den vier Elementen.“ Ich muß nun sagen, daß der Mediziner als Therapeut froh sein könnte, wenn er es immer wüßte, welche Dosis Wirkung einer Dosis Ursache folgt. Wenn wir das Dosenverhältnis, was nur ein anderer Ausdruck für Größen- oder Wert-

¹⁾ Wiener kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 30. Mai 1870.

²⁾ Münchener Med. Wochenschr. Nr. 44, 1911.

³⁾ Auf S. 280 von „Erkenntnis und Irrtum“ sagt Mach selbst: „Hat man aber auch, mit oder ohne Hilfe der Millschen Schemata, die Abhängigkeit eines Elementes D von einem anderen A überhaupt erkannt, so ist hiermit, wie jeder Naturforscher weiß, nur das Allervorläufigste erledigt; denn jetzt beginnt erst die wichtigste Arbeit, das Suchen nach der Art der Abhängigkeit.“ Das ist ganz meine Meinung.

⁴⁾ Moritz Cantor gibt in seinen Vorlesungen über Geschichte der Mathematik aus dem Jahre 1901 im III. Band auf S. 215 an, daß Leibniz 1692 das Wort Funktion zum ersten Male benutzt hat, ein Wort, „welches nachmals eines der von Mathematikern am häufigsten gebrauchten geworden ist“. „Allerdings hatte es bei Leibniz eine andere Bedeutung, als die man später damit verband.“

⁵⁾ Die klassischen Probleme der Analysis des Unendlichen. Leipzig, W. Engelmann. 1910.

⁶⁾ Deutsche Med. Wochenschr. Nr. 44, 1912.

verhältnis ist, kennen würden, dann ließe sich der Funktionsbegriff im mathematischen Sinne wenigstens anwenden, wenn er auch den Ursachebegriff nicht zu ersetzen vermag. Was *Mach* aber mit den oben angeführten Sätzen sagen will, bezieht sich nicht auf das Größenverhältnis, vielmehr geht seine Meinung aus dem unmittelbar folgenden hervor: „Schon durch das Wort *Ursache* wird dies deutlich. Die Zusammenhänge in der Natur sind selten so einfach, daß man in einem gegebenen Falle eine Ursache und eine Wirkung angeben könnte.“ Diese richtige Erkenntnis war es, die *Mach* veranlaßte, den Ursachenbegriff durch den mathematischen Funktionsbegriff zu ersetzen; der gleiche Umstand ist es nun, der mich veranlaßt hat, den Koeffizientenbegriff einzuführen, worin, wie man mit *Mach* nach S. 277 sagen könnte, „eine weiter entwickelte, verschärfte, geläuterte kausale Auffassung liegt.“ Vier Seiten zuvor, S. 273, meint *Mach* in „Erkenntnis und Irrtum“: „In den höher entwickelten Naturwissenschaften wird der Gebrauch der Begriffe Ursache und Wirkung immer mehr eingeschränkt, immer seltener.“ Ich brauche nun gerade *Mach* kaum daran zu erinnern, daß es sehr auf den Standpunkt ankommt, welche Wissenschaft man als die höher entwickelte bezeichnen will. Es verhält sich hier ähnlich wie mit den Begriffen. Sieht man den Relationsbegriff, weil er der allgemeinere ist, auch als einen höheren an, als den Funktionsbegriff, dann steht die Philosophie höher als die Mathematik. Sieht man diejenige Wissenschaft als die höchste an, die den Zahlbegriff am höchsten entwickelt hat, dann ist die höchst entwickelte Wissenschaft die Mathematik. Betrachtet man jene Wissenschaft als die höchste, welche „Die Analyse der Empfindungen“ am vollkommensten entwickelt hat, so ist es die Psychologie usw.

Ein noch anderes Gesicht bekommt die Frage nach der höher entwickelten Wissenschaft, wenn wir anstatt der Wissenschaft den jeweiligen Menschen setzen, der die Wissenschaft pflegt. Welches ist vom Standpunkte des Vergleichs der Wissenschaften der höchst entwickelte Mensch, der beste Mathematiker, der beste Philosoph, der beste Physiologe, der beste Physiker usw.? —

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Koeffizientenlehre zurück. Nicht alle Koeffizienten haben für die jeweilige Wirkung die gleiche Bedeutung, womit, wie erwähnt, es in Zusammenhang steht, daß wir so oft nur von einer Ursache sprechen. Wenn man sagt, der Tuberkelbazillus ist die Ursache der Tuberkulose, so hängt dies damit zusammen, daß er in der Tat ein wesentlicher Koeffizient ist, ohne welchen keine Tuberkulose entstehen würde. Da wir aber auch Bazillenträger sein können, ohne daß die Wirkung des jeweiligen Bazillus auftritt, ist es klar, daß die Beschaffenheit unseres Organismus ebenfalls ein wesentlicher Koeffizient für das Auftreten der Wirkung ist. Es liegt also ein aus der Erfahrung hervorgehendes Bedürfnis nach einer näheren Charakterisierung der einzelnen Koeffizienten vor, denen man gerecht wird, wenn man Haupt- und Nebenkoeffizienten,

spezifische Koeffizienten (Tuberkelbazillen), den vitalen Koeffizienten (Disposition) usw. unterscheidet.

Was man aber für ein Attribut immer dem Wort Koeffizient hinzufügen mag, es bleibt (und ist zu diesem Zwecke speziell gewählt) ein besonderes „Assoziationszentrum“ (um einen Ausdruck von *Mach* zu gebrauchen), mit dessen Gebrauch der Gebrauchende daran erinnert wird, daß außer dem Koeffizienten, dem er gerade seine Aufmerksamkeit schenkt, noch ein oder mehrere Koeffizienten an der jeweilig in Betracht gezogenen Wirkung beteiligt sind.

Es mag noch erwähnt sein, das jemand, der von der Ursache spricht, deswegen darin keine Einseitigkeit erblickt, weil er unter der Ursache die Gesamtheit der Koeffizienten meint. Man wird dem Betreffenden gewiß dann nicht den Vorwurf der Einseitigkeit machen können, wenn diese seine Meinung auch in seinen Werken zum Ausdruck kommt. Jedenfalls bedarf es aber hierzu einer verständlichen Darstellung, die, um mich wieder auf *Mach* zu beziehen, ökonomischer durch das Wort Koeffizient zum Ausdruck gebracht wird. Durch die Einführung des Ausdrucks Koeffizient glaube ich also auch der Forderung *Machs* zu entsprechen, der zuerst 1871 die ökonomische Darstellung des Tatsächlichen als eine wesentliche Aufgabe der Wissenschaft bezeichnet hat.

Die Arbeitsschule.

Von Prof. Dr. K. Scheid, Freiburg i. B.

Die Mehrzahl aller Angehörigen der gebildeten Stände beobachtet den organisatorischen Fragen der Schule gegenüber eine auffallend ablehnende Haltung, und man kann diese Tatsache häufig auf unangenehme Erinnerungen aus der eigenen Jugendzeit zurückführen. Das „objektive Urteil“, welches man da oft zu hören bekommt, beruht meistens auf sehr subjektiven Erlebnissen, welche ein Einzelner vor vielen Jahren beim Besuch einer bestimmten Schulklasse im Unterricht eines bestimmten Lehrers gehabt hat und der sich nun verpflichtet fühlt, jene von seinem Standpunkt aus unangenehmen Erinnerungen als für die Gegenwart gültig zu verallgemeinern. Über solche mehr oder weniger zugestanden persönlichen Ansichten zu streiten, ist nicht Raum in einer wissenschaftlichen Zeitschrift. Die nachstehenden Zeilen wollen darum weder für, noch gegen eine persönliche Stellungnahme zu Reformfragen des Schulwesens eintreten. Wohl aber soll damit dem naturwissenschaftlich gebildeten Nichtlehrer ein kurzer Bericht erstattet werden über das, was die moderne Schule auf naturwissenschaftlichem Gebiet leisten will und welcher Hilfsmittel sie sich hierzu bedient. Durch Elternabende und Schulgesellschaften verschiedener Art sucht man ja die in großen Städten unwiederbringlich verloren gegangene enge Fühlung zwischen Schule und Elternhaus wiederzugewinnen. Aber gerade auf naturwissenschaftlichem Gebiet herrscht — beiderseitig — eine sehr zweifelnde Stimmung.

In der Tat sind die Anregungen, welche ein Stadtkind auf naturwissenschaftlichem Gebiet zu Hause erhält, mit wenigen Ausnahmen verschwindend gering, und man kann es eigentlich dem naturwissenschaftlichen Lehrer nicht verdenken, wenn er deshalb auf eine zweifelhafte Mitwirkung von zu Hause am liebsten vollständig verzichten möchte. Mag nun diese Zurückhaltung begründet sein oder nicht: jedenfalls erfährt man außerhalb der Schule kaum etwas von den tiefgreifenden methodischen Umwälzungen, welche sich seit Jahrzehnten in aller Stille auf naturwissenschaftlichem Gebiete vollziehen und von denen man sich in der Schule sehr viel Gutes für die Zukunft der jungen Leute versprechen darf.

Als Fachmann, insbesondere des chemischen Unterrichts, möchte ich über diese Fragen einen kurzen Bericht erstatten, nur in dem Umfange, wie er auch den Eltern unserer Schuljugend, wie er auch den Lehrern der kommenden Lehrergeneration bekannt sein muß. Die Einzelheiten, welche sich in den vielen Zeitschriften des Schulgebietes niedergelegt finden, sind ja dem Laien nur ausnahmsweise zugänglich und erwecken bei ihm begreiflicherweise auch herzlich wenig innigere Anteilnahme.

Noch im letzten Drittel des verflossenen Jahrhunderts war das Gymnasium fast der einzige Vertreter der höheren Schulen. Ihm ist in den Realanstalten ein immer stärkerer Mitbewerber entstanden. Naturgemäß waren Realgymnasium und Oberrealschule in ihrer ursprünglichen Form nur auf den sprachlichen Unterricht zugeschnitten. Die Fächer des naturgeschichtlichen Unterrichts, schon in der Stundenzahl viel geringer als Latein, Französisch und Englisch, hatten lediglich Sachkenntnisse zu übermitteln. Der innere bildende Wert der Naturwissenschaften kam, ebenso wie auch heute noch am Gymnasium, überhaupt nicht zum Ausdruck. Diese Auffassung von der Aufgabe der Naturwissenschaften hat sich nun seither schon merklich verschoben. Der Physiklehrer behandelt sein Fach nicht mehr als angewandte Mathematik, als eine willkommene Gelegenheit, auf theoretischem Wege ermittelte Formeln einzuüben; vielmehr bemüht er sich, mit Hilfe einer wohlausgebauten Apparatsammlung seine Schüler auf dem Weg der Induktion zum scharfen Beobachten zu zwingen und im logischen Denken einzuüben. Der Lehrer der Naturgeschichte läßt nicht mehr im Sommer Pflanzen bestimmen und im Winter Tiere beschreiben; sein Ziel ist heute, die Lebewesen aller Arten in ihrem wechselseitigen Zusammenhang zu zeigen und die Lehre vom Leben in den Mittelpunkt der Schule zu rücken. Der chemische Unterricht hat aufgehört, die früheren Anklänge an die gewerblichen Fachschulen herauszuarbeiten, nämlich die Unterschiede der chemischen Elemente zu finden und damit die analytischen Methoden des Laboratoriums einzuüben: die moderne Chemie ist gleich der Physik die Grundlage aller Naturwissenschaften und wird als solche behandelt in allgemeiner, in spezieller, in technischer, in physiologischer Hinsicht, als das vermittelnde Band zwischen unorga-

nischer und organischer Natur, zwischen Physik, Mineralogie, Geologie, Biologie.

Den höheren Aufgaben der Schule verspricht die Hochschule, dank den Bemühungen einer Anzahl führender Männer in den Kommissionen der Naturforscherversammlungen, nun auch durch fachgemäße Ausbildung der Lehrer in Seminarien und Laboratorien immer mehr und mehr gerecht zu werden.

Was tut nun aber die Schule selbst, um das weitgesteckte Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu erreichen?

Zunächst unterscheidet der moderne Lehrplan innerlich nicht mehr so scharf wie früher Naturgeschichte von Pflanzen und Tieren in den Unterklassen, Chemie und Physik in den oberen. Vielmehr kommt allenthalben dasjenige offiziell zum Ausdruck, was tüchtige Lehrer schon vor 20 Jahren auf eigene Verantwortung taten: chemische und physikalische Erscheinungen grundlegendster Art fließen in Form von „Freihandversuchen“ schon in den Unterricht der Sexta ein, während umgekehrt der Primaner im organisch-chemischen oder geologischen Unterricht mit größerem Verständnis wieder auf Probleme der Biologie stößt, welche ihm in früheren Jahren ausschließlich in den Unterklassen begegnen konnten. Vielfach hat bereits in den Oberklassen auch die Biologie eine ein- bis mehrstündige Unterrichtszeit gefunden auf Kosten sprachlicher oder mathematischer Unterrichtsstunden, wo erfolgreich eine Anzahl für sie spezifischer Aufgaben auf exakter, experimenteller Grundlage entwickelt werden. Die früher sehr stiefmütterlich behandelte Geologie ist schon seitens mehrerer Bundesstaaten als offizielles Unterrichts- und Prüfungsfach der Prima eingeführt, wo der Lehrer bei seinen Schülern eine hinreichende Kenntnis chemischer, biologischer und physikalischer Vorgänge voraussetzen darf, um darauf theoretische und praktische Folgerungen ziehen zu können. Eine sachgemäße Vertiefung der bisherigen Einzelfächer, zusammen mit einer einheitlichen Gestaltung des Gesamtumfanges kann vielleicht in ferner Zeit dahin führen, daß für die Schule die systematische Teilung in Biologie, Chemie und Physik mehr und mehr verschwindet und dafür einem sammelnden Fach von größerer Konzentration, einer allgemeinen Naturlehre zum Eingang verhilft.

Die bisherige, immer weitere Vergrößerung des Umfanges aller naturwissenschaftlichen Studien konnte aus praktischen Gründen nicht durch eine Vermehrung der Stundenzahl im gleichen Maßstab, sondern lediglich durch eine Vertiefung in der *Methode* ausgeglichen werden. Hier wirkte zunächst der chemische Unterricht bahnbrechend, indem er sich das Hilfsmittel der Hochschule, das *praktische Arbeiten im Laboratorium* zu eigen machte. Ursprünglich nur fakultativ, diente es dem Hauptzweck des damaligen chemischen Unterrichts, der qualitativen Analyse. Mit der Erweiterung des Lehrstoffes kam allmählich das präparative Arbeiten auf, um endlich, seit etwa 20 Jahren, auch die Wiederholung von Demonstrationsversuchen in vereinfachter Form als Hauptaufgabe auftreten zu

lassen. Aber immer noch schreiben auch heute die meisten Lehrpläne die Analyse als wesentliches Arbeitspensum vor. Seit der Mitte der neunziger Jahre kennt man an den höheren Schulen auch ein fakultatives physikalisches Praktikum, welches teils die Anfertigung von Apparaten an der Werkbank, teils die Ausführung physikalischer Versuche mit einfachsten Hilfsmitteln bezweckt. Alle diese Einführungen des praktischen Unterrichts waren ursprünglich reine Privatunternehmungen der Lehrer, völlig unverbindlich für die wenigen, ausgewählten Teilnehmer, fast stets auch durchaus unentgeltlich für beide Teile. Erst allmählich wurden von den Schulbehörden entsprechende Bestimmungen erlassen, welche den Besuch regelten, die geeigneten Aufgaben vorschrieben und die probeweise Neueinführung solcher Praktika ermöglichten. Da war es nun zuerst die Physik, welche die Vorteile des neuen Lehrverfahrens für die *Gesamtheit* der Schüler auszunützen begann. Der physikalische Unterricht ist fast noch häufiger als der chemische auf das ganz scharfe Beobachten aus allernächster Nähe angewiesen, weil meistens mit der zunehmenden Größe der Demonstrationsapparate auch die Qualität des Vorganges eine Verschiebung erleidet. Auch stieß das neuentstehende physikalische Praktikum nicht auf Schritt und Tritt auf die Fessel jahrzehntelanger Gewöhnung und hatte darum auch verhältnismäßig den geringeren inneren Widerstand zu überwinden. Entsprechend konnte der biologische Unterricht, welcher um dieselbe Zeit erst probeweise in den Oberklassen zugelassen wurde, sofort auch mit den verbindlichen Schülerübungen als der Grundlage des gesamten Unterrichts einsetzen. Erst ganz allmählich beginnt nun auch der chemische Unterricht sich in der Richtung der verbindlichen Übungen auszubauen. Die bereits vorhandenen Laboratorien sind hierbei, nachdem der „Widerstand der Masse“ überwunden ist, ein mächtiges Fördermittel.

Der wesentliche Unterschied in der Lehrmethode des auf verbindlichen Schülerübungen aufgebauten Unterrichts gegenüber der bisherigen besteht darin, daß die Schüler selbst mit geeigneten Versuchsapparaten arbeiten und unter Anleitung des Lehrers die Tatsachen feststellen, auf Grund deren später das Naturgesetz abgeleitet und formuliert wird. Das Suggestive des Demonstrationsversuches fällt damit fort. Der Schüler sieht sich selber dem Objekte gegenübergestellt. Er lernt den Apparataufbau nicht bloß beschreiben, sondern auch wertschätzen und verstehen. Während ihm früher die geistige Arbeit vieler Generationen von Gelehrten als reifes, fertiges Ganzes geboten wurde, so daß er weder die ganze, lange geschichtliche, noch die geistige Entwicklung der Wahrheit in dem kurzen Zeitraum mehrerer Minuten in sich aufnehmen konnte, so geht er jetzt selber an der Hand des einführenden Lehrers schrittweise auf den Bahnen der Entdecker, findet selber die Unmöglichkeit manches scheinbar selbstverständlichen Gedankens. Indem er nicht gleich die höchsten Folgerungen, sondern auch schon die vorbereitenden Fragen genauer beachtet und untersucht, dringt er tiefer in die zu

behandelnde Materie ein und trifft dabei stets auf Anknüpfungspunkte mit Nachbarwissenschaften oder auf Erscheinungen des täglichen Lebens. Von hohem Wert ist der persönliche Einfluß des Lehrers, denn die freie praktische Arbeit bringt Lehrer und Schüler als Arbeitsgenossen einander viel näher, als der Unterricht vom hohen Katheder es je vermöchte. Nicht allzu gering darf man ferner als weiteren Begleiter des wissenschaftlichen Arbeitsunterrichts den technischen Vorteil einschätzen, daß der Schüler nicht nur mit dem Kopf arbeitet, sondern auch die Hände gebrauchen lernt. Der Frage der geistigen Überbürdung stehe ich zwar ziemlich skeptisch gegenüber: ein gesunder Junge erwehrt sich derselben bekanntlich in der einfachsten Weise selber, indem er nicht mehr mittut, wenn es ihm zu bunt wird. Gerade das verteilte Arbeiten mit Hand und Kopf aber muß jede Überanstrengung hintanhaltend, zumal der tägliche Fortschritt auf wissenschaftlichem Gebiet immerhin merklich langsamer vor sich geht, als bei der bisherigen Unterrichtsform. Der Vorwurf, daß unsere Abiturienten vor lauter Gelehrsamkeit nichts mehr sehen und alle Fühlung mit dem Leben des Alltags verloren haben, müßte eigentlich bei allgemeiner Einführung der neuen Unterrichtsmethode verschwinden.

Die Arbeitsschule ist keine Kopie des Auslandes, wie ihre Gegner manchmal behaupten. Ihre theoretischen Voraussetzungen haben schon vor langer Zeit ein *Comenius*, *Francke*, *Basedow*, *Rousseau* ausgesprochen und bewiesen. Aufgegriffen und in die Praxis umgesetzt wurden die grundlegenden Gedanken auch nicht wesentlich früher als bei uns in den Vereinigten Staaten, in England und in Frankreich. Bloß die Schnelligkeit, mit welcher sich das neue Verfahren ausbreitete, ist dort infolge eines vielleicht glücklichen Mangels an Tradition eine wesentlich größere als bei uns. Aber auch abgesehen davon bleibt das Übereinstimmende des Lehrverfahrens dort und hier doch nur eine Äußerlichkeit. Bei uns wird die erprobte Methode des Unterrichtens durch den Lehrer, das theoretische Herausarbeiten der praktischen Ergebnisse in gemeinsamer Arbeit, die häusliche Repetition unentwegt beibehalten, während das Verfahren des Auslandes schon infolge eines Mangels an geeignet vorgebildeten Lehrern vielfach von unserer Art Unterrichtsbetrieb abweichen muß.

Noch steht die Arbeitsschule in den ersten Anfängen ihrer Entwicklung. Wohl haben die meisten Bundesstaaten die probeweise Einführung gestattet. Bayern hat sogar in seinem Lehrplan von 1907 das physikalische und chemische Praktikum für die Oberrealschulen vorgeschrieben und den praktischen Unterricht mit allen Einzelheiten genau geregelt. Aber trotzdem hat, nach einer Statistik von 1909, kaum ein Zehntel aller deutschen Realanstalten den Arbeitsunterricht bisher eingeführt. In Preußen waren es nach der genannten Zusammenstellung nur 40 Anstalten. Die Einführung der Arbeitsschule ist ja zweifellos ein gewagter Schritt, der sich nicht ohne weiteres durch Verfügung vom grünen Tisch aus erledigen, noch weniger aber ohne

eine gründliche Sachkenntnis erteilen läßt. Auch hierbei muß der Lehrer vor allen Dingen selber erst lernen. Manche Frage ist juristisch noch durchaus nicht geklärt, solange der verbindliche Arbeitsunterricht immer noch auf der persönlichen Verantwortung des Lehrers beruht. Die Fragen wegen der Zeit, dem Kostenpunkt, der zu großen Schülerzahl sind sicher einer gründlichen Erwägung wert, wobei in letzter Reihe nur die praktische Erfahrung einer mehrjährigen Probe entscheiden kann. Soweit aber diese Erfahrungen vorliegen — ich selbst erteile praktischen Unterricht schon seit 20 Jahren, darunter seit 4 Jahren nur den verbindlichen der Arbeitsschule — sind alle bekannt gewordenen Äußerungen der Lehrer recht günstig. Die Zeit läßt sich ohne weiteres aus der Stundenzahl des bisherigen Unterrichts herausfinden, sobald eine Anzahl gedächtnismäßiger Details des bisherigen Lehrstoffes in Wegfall kommen. Was dabei an Umfang eingebüßt wird, findet seinen reichlichen Ersatz in einer tieferen, gründlicheren Behandlung des Stoffes. Der Kostenpunkt ist nicht höher als der des normalen Demonstrationsunterrichts, weil die teuren Apparate in Fortfall kommen und durch einfachere Schülerapparate ersetzt werden. Durch Teilung der allzu großen Klassen in zwei Abteilungen, unter gleichzeitiger Beiziehung eines anderen naturwissenschaftlichen oder eines technischen Faches, läßt sich in einem mittelgroßen Laboratorium auch Raum für die größte Klasse schaffen. Schwierigkeiten bereitet bei einer solchen Teilung unter Umständen der Stundenplan, doch auch hier ist bei gutem Willen eine brauchbare Regelung möglich. Immer läßt sich vermeiden, daß eine Klasse durch den Arbeitsunterricht eine Verminderung ihrer freien Nachmittage erleidet; im Gegenteil wird meistens durch Fortfall der fakultativen Fächer ein schulfreier Mittag für die Schüler gewonnen. Lassen sich so die äußeren Schwierigkeiten erfolgreich bekämpfen, so darf man wohl hoffen, daß auch die inneren nicht unüberwindlich sein werden. Kleinliche Bürokratie, der geborene Feind jeder freien Weiterentwicklung, ebenso vorgefaßte Meinungen und persönliche Bequemlichkeit mögen ja zweifellos noch manche Verzögerung für den allgemeinen Einzug der Arbeitsschule bedeuten, aber an ein Unterdrücken dieser Bewegung ist heute nicht mehr zu denken.

Zuschriften an die Herausgeber.

Einwände gegen die Relativitätstheorie.

Auf Seite 92 der *Naturwissenschaften* äußert sich Herr Born über die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände, und ich möchte mir gestatten, hierzu einige Bemerkungen zu machen.

Daß diese Einwände die glatte Zustimmung aller Leser finden würden, war von vornherein ausgeschlossen, da die Theorie der Relativität viele und darunter hervorragende Anhänger gefunden hat, von denen Herr Born einige nennt.

Was den ersten Einwand anlangt, so scheint mir Herr Born zuzugestehen, daß es bisher nicht möglich ist, rotatorische Bewegungserscheinungen relativtheoretisch

zu behandeln. Wenn Herr Born dies aber von der Zukunft erwartet, so tut er, was er selbst gegen Herrn Abraham einwendet: er eilt den Kenntnissen seiner Zeit voraus.

Herr Born sieht nicht ein, warum das Relativitätsprinzip von anderen Gesichtspunkten aus als irgendwelche beliebigen physikalischen Behauptungen zu beurteilen ist. Dies kommt daher, weil das Relativitätsprinzip gewisse Grundlagen philosophischer Natur berührt, was bei den meisten physikalischen Behauptungen nicht der Fall ist. Ferner wundert sich Herr Born, daß es einen Unterschied mache, ob man den Michelsonschen Versuch als *Voraussetzung* oder als *Folgerung* der Theorie ansieht. Wenn das Verhältnis dieses Versuches zum Relativitätsprinzip so einfach wäre wie das Verhältnis der von Herrn Born gegenübergestellten Sätze $a=b$ und $a^2=b^2$ zueinander, so wären wir allerdings mancher Schwierigkeiten in der Elektrodynamik bewegter Körper behoben. Aber Herr Born wird wissen, daß man den Michelsonschen Versuch auch auf andere Weise erklären kann als gerade durch die Einsteinsche Interpretation der Lorentzschen Gleichungen. Der Michelsonsche Versuch steht nicht in umkehrbarem Verhältnis zum Relativitätsprinzip.

Was den zweiten Einwand gegen die Relativitätstheorie anlangt, so ist die von Herrn Born vorgebrachte Entgegnung mehrdeutig. Ich will die Ausführungen von Herrn Born so deuten, daß er meint, die Synchronisierung der Uhren im System K sei zulässig; dann kann ich seinen Worten nur die weitere Deutung geben, daß er die vom Standpunkt des berechtigten Systems K' aus vorgenommene Synchronisierung der Uhren in K' nicht für zulässig erachtet. Hierin läge aber ein Widerspruch zum Relativitätsprinzip, da nunmehr das System K' nicht mehr mit K gleichberechtigt ist. Dieser Widerspruch wird dadurch nicht aus der Welt geschafft, daß man, wie Herr Born, auf die *Minkowskische* Darstellung der Relativitätstheorie zurückgeht.

Ich möchte hinzufügen, daß nach meiner Meinung die Relativitätstheorie ebensowenig wie eine Äthertheorie imstande ist, die Annahme eines *ausgezeichneten* Bezugssystems zu vermeiden. Man kann das ausgezeichnete Koordinatensystem auch dadurch nicht loswerden, daß man es durch einen besonderen Grundsatz *verbietet*; zuvor müßte feststehen, daß dieses Verbot mit den sonstigen Annahmen der Theorie verträglich ist. Die Ansicht, daß die *Relativität* gleichförmiger Translationen mit einem *von der Geschwindigkeit abhängigen Zeitablauf* logisch vereinbar sei, bildet meines Erachtens den fundamentalen Fehler der Relativitätstheorie. Es kam in meinen Ausführungen auf *diesen* Widerspruch der Theorie *in sich*, nicht auf Widersprüche gegen altgewohnte Anschauungen an.

Ich glaube auch der Meinung von Herrn Born widersprechen zu müssen, daß diese Zeitschrift nicht der Ort sei, wo wissenschaftliche Meinungsdivergenzen — Herr Born sagt Fehden — zum Ausdruck gebracht — Herr Born sagt ausgefochten — werden können. Ich meine, daß gerade diese neue Zeitschrift, die sich an ein großes Publikum wendet, hierfür sehr geeignet ist, und ich müßte einen Kulturfortschritt darin erblicken, wenn auch solche Fragen, über die die Meinungen noch geteilt sind, mehr als bisher in breiter Öffentlichkeit besprochen und von allen Seiten beleuchtet würden. Es sollte mich freuen, wenn hiermit ein Anfang gemacht wurde.

Berlin, 28. 1. 1913.

E. Gehrcke.

Besprechungen.

Einführung in die praktische Chemie. Von Prof. Dr. Felix B. Ahrens. Zweite Auflage, durchgesehen, verbessert und erweitert von Prof. Dr. F. W. Hinrichsen. Mit 2 farbigen, 4 schwarzen Tafeln und zahlreichen Textabbildungen. Verlag von Ernst Heinrich Moritz in Stuttgart, broch. M. 3,50, geb. M. 4,50.

Das Buch gibt eine Einführung in die praktische Chemie für die weitesten Kreise; es wendet sich nach den Worten des ersten Verfassers an alle, die nicht gedankenlos in den Tag hinein leben, sondern wissen wollen, unter welchen Bedingungen unsere Existenz auf der Erde ermöglicht wird, wie sich die Wandlungen im Weltall vollziehen, was die Natur für Gaben für uns bereitet und wie der Mensch sie verwertet, um sein Leben besser, angenehmer und schöner zu gestalten.

Aus diesem Grunde ist die Darstellung so gehalten, daß sie jedem auch nur einigermaßen gebildeten Laien bei einem Nachdenken verständlich werden soll. Inwiefern dies gelungen ist, kann ein chemisch gebildeter Referent nur schwer beurteilen, doch spricht der Erfolg der ersten Auflage durchaus dafür. Der zweite Herausgeber hat sich nach dem Tode von Ahrens der mühevollen Aufgabe unterzogen den Text den neueren Forschungen entsprechend zu ergänzen, ohne die Anordnung und Form der Darstellung wesentlich zu verändern. Er hat es mit außerordentlichem Geschick verstanden, denselben populären Ton zu treffen und die Einheitlichkeit des Werkes zu wahren. Gänzlich umgearbeitet wurde nur das Kapitel über die Nahrungsmittel Eiweiß, Kohlehydrate und Fette, da sich unser Urteil über den Wert der Eiweißnahrung neuerdings stark verschoben hat. Der Herausgeber kämpft mit Wärme gegen die Überschätzung der Eiweißnahrung und hebt überzeugend alle die Vorteile hervor, die in hygienischer und wirtschaftlicher Hinsicht durch eine Einschränkung der Fleischkost gewonnen werden können. Gerade dieses neue Kapitel wird sicherlich dazu beitragen, den Leserkreis des wertvollen Buches zu vergrößern und damit der Chemie neue Anhänger und Freunde zu gewinnen.

O. Sackur.

Conférences sur quelques Thèmes choisis de la Chimie Physique pure et appliquée. Faites à l'Université de Paris du 6 au 13 Mars 1911 par Svante Arrhenius. Paris, Librairie Scientifique A. Hermann et Fils 1912. 112 S. Prix 3 Frcs.

Die vorliegende Schrift gibt den Wortlaut von 5 Vorträgen wieder, die Arrhenius in Paris gehalten hat, nämlich 1. Die Molekulartheorie, 2. Die Suspensionen und die Erscheinungen der Adsorption, 3. Die freie Energie, 4. Die Atmosphäre der Planeten und 5. Die physikalischen Bedingungen des Planeten Mars.

Wenn ein Autor wie Arrhenius an hervorragender Stelle über die wichtigsten Gebiete seiner Wissenschaft spricht, so kann man erwarten, daß nicht nur ein weiterer Hörerkreis über den neuesten Stand der Forschung in allgemein verständlicher Weise orientiert wird, sondern daß auch der engere Fachmann durch die persönliche Stellungnahme des Vortragenden Anregungen erhält und Förderung erfährt. Wer mit solchen Hoffnungen die vorliegende Veröffentlichung in die Hand nimmt, wird sie sicherlich mit großer Befriedigung lesen, selbst wenn er mit dem Verfasser nicht durchweg einer Meinung ist. Der erste Vortrag behandelt in sehr schöner und klarer Darstellung die glänzenden Triumphe, die die Molekulartheorie im letzten Jahrzehnt gefeiert hat, vornehmlich die neuesten Bestimmungen der molekularen Dimensionen und der Elementarladung des Elektrons. Der zweite Vortrag befaßt sich mit der Adsorptionsfähig-

keit der kolloidalen und amorphen Stoffe, und zwar vornehmlich von dem physikalischen Gesichtspunkte aus, daß die Adsorption durch die gewöhnlichen Attraktionskräfte der Atome und Molekeln hervorgerufen wird. Diese Theorie wird durch umfangreiche Tabellen, die wohl z. T. neu berechnet wurden, gestützt. Der dritte Vortrag, über die freie Energie bringt nach einer allgemeinen thermodynamischen Einleitung eine Reihe von Berechnungen, die jedoch gerade in neuester Zeit schon wieder überholt zu sein scheinen, da der Verfasser das Nernstsche Wärmetheorem nicht genügend berücksichtigt hat und die jüngsten Erfolge, die die Thermodynamik im Verein mit der Quantentheorie gezeigt hat, nicht voraussehen konnte. Um so größeres Interesse beanspruchen jedoch die beiden letzten Vorträge über kosmische Probleme. Hier steht dem Referenten zwar kein Urteil über den Inhalt zu, die Form der Darstellung ist jedoch so überzeugend und anregend, daß jeder naturwissenschaftlich gebildete Laie sie mit großem Genusse lesen wird. In ausführlicher Weise wird dargetan, daß unsere Erde im Laufe der Jahrtausende oder -millionen voraussichtlich in einen Zustand kommen wird, in dem sich jetzt der Mars befindet und auf welchem kein organisches Leben mehr möglich ist. Insbesondere wird die bekannte Theorie der berühmten Marskanäle, die als Produkte einer planmäßigen Tätigkeit intellektueller Wesen aufgefaßt wurden, widerlegt. Zahlreiche Abbildungen erleichtern auch dem Laien das Verständnis.

Die Arrheniussche Schrift wird daher hoffentlich auch in Deutschland einen größeren Leserkreis finden.

O. Sackur.

Hilzheimer, Dr. M. Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. I. Hälfte. — Fische (von Dr. O. Haemphel) — Amphibien — Reptilien (von Dr. M. Hilzheimer). 374 pg. 245 Textfiguren. Stuttgart, Ferd. Enke, 1912.

Der Titel dieses Buches ist irreführend, in zwei Richtungen. Einmal pflegt man unter „Handbuch“ eine ausführliche und vollständige Darstellung zu verstehen; demgegenüber wäre dieses Buch eher als ein Compendium zu bezeichnen, denn es gibt meist nur einen kurzen Überblick, bei dem die einschlägigen Befunde bestenfalls vollständig aufgezählt, aber nicht dargestellt sind. Demgemäß ist es nicht als selbstständiges Nachschlagewerk, sondern nur zur Gewinnung von Gesichtspunkten zu verwenden und kann mit rechtem Nutzen wohl nur vom Fachmann gelesen werden. Zweitens ist das, was darin behandelt wird, nicht Biologie, sondern vorwiegend vergleichende Morphologie, von funktionellen Gesichtspunkten behandelt. Dieser Punkt tritt besonders in den von Hilzheimer selbst behandelten Gruppen zutage. Aber auch bei dieser Absicht scheint mir das Problem nicht glücklich gelöst. Es beginnt jetzt jedes Kapitel mit einer anatomisch-physiologischen Übersicht, die den Stoff etwa mit der Ausführlichkeit eines Lehrbuches der Zoologie und Paläontologie bringt. In diesem Teil sind, oft ziemlich gezwungen, Anpassungen an die Lebensgewohnheiten als erklärende Momente hereingezogen, dabei aber auch alle möglichen Organisationspunkte behandelt, für welche diese Betrachtungsart nichts auszusagen gestattet. Dann kommen in einem zweiten Abschnitt die Anpassungserscheinungen an das umgebende Medium, wobei vielfach die gleichen Verhältnisse zum zweiten Male erörtert werden. Bei der offenbar durch den Plan des ganzen Werkes gebotenen Beschränkung sind beide Hälften nicht völlig befriedigend; es wäre nach meiner Ansicht vorteilhafter gewesen, die Grundlagen der Anatomie als bekannt vorauszusetzen und nur die mit der Lebensweise in Beziehung stehenden Veränderungen im

Zusammenhang und genauer zu besprechen. Es fehlen, besonders in den von *Hilzheimer* bearbeiteten Teilen, viele der sonst zur Biologie gerechneten Abschnitte; sie umfassen nur die Anpassungen an das umgebende Medium sowie einen Abschnitt über „Lebensäußerungen in Beziehung zu anderen Lebewesen“. Dieses begreift einerseits Fortpflanzung und Zusammenleben, andererseits Nahrung, Waffen und Schutzeinrichtungen sowie Nutzen und Schaden. Auch hier tritt aber das eigentliche biologische Moment, die Beobachtung am einzelnen Tier, zu gunsten der vergleichenden Morphologie ganz zurück. Der Nutzen und Schaden der Reptilien wird beispielsweise auf einer Seite abgehandelt. *Hilzheimer* betont selbst in der Vorrede seine „von den meisten abweichende Auffassung der Biologie“. Ich glaube jedoch, daß für seinen Standpunkt Biologie ein viel zu umfassender Ausdruck ist.

Abgesehen von diesen prinzipiellen Einwendungen sind die von *Hilzheimer* selbst gegebenen Abschnitte sehr anzuerkennen, da sie mit voller Beherrschung des großen Stoffes und sehr selbständiger Verarbeitung geschrieben sind. Einige kleine Irrtümer fallen demgegenüber durchaus nicht ins Gewicht; unverständlich ist mir nur eine Ausführung, Seite 260, über den Kreislauf der Reptilien geblieben. Sehr weitgehend zieht *H.* die Paläontologie heran, deren Verwertung für die Biologie der rezenten Formen in neuerer Zeit verschiedentlich mit Erfolg versucht ist. Gerade dieser Teil des Buches hat m. E. besonderen Wert. Unbequem wirkt beim Lesen, daß der Verfasser die ausführliche anatomische Darstellung bei den Reptilien gibt, trotzdem aber die Amphibien voranstellt und sich bei ihnen dauernd auf das Folgende bezieht.

Während die Ausführungen *Hilzheimers* sehr anregend und lesenswert sind, allerdings weniger für Laien, selbst jüngere Studenten, ist die Bearbeitung der Fische durch *Haempel* weit weniger befriedigend ausgefallen. Sie nähert sich in dem Umfang und der Einteilung des Stoffes viel mehr dem üblichen Begriff der Biologie; der Verfasser beherrscht aber das Gebiet in keiner Weise und kommt nicht über eine oberflächliche Kompilation heraus, bei der ihm zudem auf allen Gebieten oft unglaubliche Verstöße unterlaufen. Zur Charakteristik begnüge ich mich mit einigen Zitaten.

In der anatomisch-physiologischen Übersicht: Seite 7, Schädel: „Bei *Amphioxus* ganz fehlend, erscheint er bei den Neunaugen knorpelig oder sogar häutig, bleibt hier demnach noch auf dem Embryonalstadium stehen.“

Seite 27. Zu den Hautsinnesorganen müssen endlich die Leuchtorgane der marinen Fische gerechnet werden.

Seite 33. Teleskopaugen: Das Charakteristikum dieser Augen, dem sie auch den Namen verdanken (sic!), besteht in der Lage derselben. Während nämlich bei allen Fischen die Augen an den Seiten des Kopfes liegen und jedes Auge sein eigenes Gesichtsfeld besitzt, sind die Teleskopaugen stets parallel gelagert und können nur auf ein und dasselbe Gesichtsfeld gerichtet werden. (Verwechslung mit Stereoskop.)

Seite 36. Sehen der Fische: Nach physikalischen Gesetzen werden bekanntlich Lichtstrahlen, die aus der Luft ins Wasser einfallen, nach dem Einfallslot gebrochen. Das Fischauge . . . erblickt daher einen Gegenstand viel höher, als er in Wirklichkeit ist. Ein am Ufer gehender Mensch erscheint demnach dem Fische in der Luft über der Erde sich zu bewegen (sic!).

In dem Abschnitt über die Zusammensetzung des Wassers: Seite 76: Im Gegensatz zum Süßwasser enthält das Meerwasser einen Salzgehalt von im Mittel 3,5% und besteht zu 89% aus Chlorverbindungen

Seite 88. Die „Zweihundertfadenleine“ (!).

Seite 89. Auch machen sie auf Lichtverhältnisse keinen besonderen Anspruch.

Seite 92. Pelagische Fische: Als Bewohner des offenen Meeres nähern sie sich nur auf ihrer Nahrungssuche (!) der Küste.

Seite 99. Flugfische: Wiewohl (!) dieselben keineswegs mit Vorrichtungen zur Luftatmung oder Verbindung einer Austrocknung des Kiemenapparates ausgestattet sind, vermögen sie doch auf kurze Zeit (bis 20 Sekunden) das feuchte Element mit der Luft zu vertauschen.

Seite 102. Wie bei den höheren Wirbeltieren, so treten auch bei den Fischen in Korrelation mit der Reifung der Geschlechtsdrüsen . . . die primären (!) Geschlechtscharaktere auf.

Seite 164. Als schlimmster Feind der Fische muß indes der Mensch angesehen werden. Ich nenne hier als hauptsächlichste Schädigungen durch denselben den Diebstahl (!), die Raubfischerei (!), die Wasserbauten und die Verunreinigung der Gewässer.

Diese Zitate sowie die Behandlung der lateinischen Namen (*dyphicerk*, *Myxipterygium*, *Lymnaea*, *Anquilla*, *Anquillidae*, *anquillaris* (durchgehend!), *Trutta irridea* (viermal) u. v. a. beweisen wohl zur Genüge, daß die Bearbeitung dieses Teiles nicht auf einer hinreichend hohen Stufe steht, was im Interesse des Gesamtwerkes sehr zu bedauern ist.

O. Steche.

O. Bütschli: *Vorlesungen über vergleichende Anatomie.*

2. Lieferung Leipzig 1912, W. Engelmann. Preis M. 9.

Zu der ausgezeichneten ersten Lieferung des Werkes, welche außer der vielleicht zu wenig umfangreich ausgeführten vergleichenden Anatomie der Protozoen eine eingehende Darlegung des Integumentes (der äußeren Körperbedeckung) und des Skeletts der höheren Tiere brachte, ist vor kurzem die zweite Lieferung hinzugekommen. Mit meisterhafter Reife wird in dieser das Wesentliche von der allgemeinen Körper- und Bewegungsmuskulatur und vom Nervensystem geboten und durch originale und kritisch übernommene Zeichnungen erläutert, von denen viele gleichsam die Quintessenz einer ausgebreiteten Spezialliteratur vor Augen führen. Praktisch ist jede ein Muster für Wandtafelfiguren zu allen zoologischen Vorlesungen, die sich vom Notwendigen am Gegenstand beherrschen lassen.

Die Behandlung des gesamten Stoffes nach Organsystemen läßt eine gewisse Unmittelbarkeit der Einsicht in die wachsende Kompliziertheit und verschränkten Beziehungen der einzelnen Stufenfolgen im Tierreich zu. Da die Muskulatur der Wirbellosen auch bei reichlicher Ausbildung sehr oft nur in einfachen Schemen gehalten ist, wenn man Gliedertiere (Arthropoden) und Tintenfische außer acht läßt, so ergibt sich ein breiteres Eingehen auf die Wirbeltiere als natürliche Folge. Jeder aber wird doppelt dankbar sein, der die ähnliche Ausführung gerade dieser Partie in anderen Lehrbüchern kennt. Überhaupt findet die Darstellung der Wirbeltiere, wie sie durch das ganze Buch geht, in keinem deutschen allgemeinen Lehrbuch der Zoologie ihresgleichen. Prächtig zusammengefaßt ist auch das Anhangskapitel zur Muskulatur über die bestimmten Fischarten zukommenden elektrischen Organe, die ja in den meisten Fällen als umgewandelte Muskulatur gelten können. Wiederum wird hier mehr gegeben als beispielsweise in den Lehrbüchern von *Wiedersheim*, *Schimkewitsch* u. a. Auch der Abschnitt über das Nervensystem hat denselben Geist der Klarheit und strenger Sachlichkeit; überall wird mit sicherem Blick gleichsam die Einfachheit aus der Natur herausgeholt.

Wenn es auch durch die individuellen Verschiedenheiten der Verfasser begründet ist, daß die Resultate

einer Disziplin verschiedene Darstellungen erfahren und daher beim Studium möglichst viele Werke heranzuziehen sind, so wird man doch in diesem Falle jeden, der sich über morphologische Fragen eingehender aufklären will, an erster Stelle auf das Werk *Bütschlis* verweisen müssen. Es wäre sehr zu wünschen, daß wir unsere Dankbarkeit bald auch für die letzte Lieferung des Buches aussprechen könnten, die die restlichen Organsysteme umfassen soll.

Lehnhöfer, Innsbruck.

Ruhland, W. Über die Aufnahme von Kolloiden durch die pflanzliche Plasmahaut. (Jahrbücher f. wiss. Botanik. Bd. LI. 1912. 376—431.)

Die zurzeit noch dominierende Vorstellung über den Vorgang der Diffusion bei lebendem Protoplasma ist die von *Overton*. *Overton* nahm bekanntlich an, daß die äußerste Schicht des Protoplasmas, die Plasmahaut, Plasmamembran der Autoren, mit Lipoidstoffen, einem Gemisch von Cholesterin und Lezithin, imprägniert sei, und daß alle die Stoffe in das Zellinnere zu gelangen vermöchten, die in diesen Lipoiden löslich wären. Einen Beweis hierfür sah man unter anderen darin, daß basische, lipoidlösliche Anilinfarben ein Vitalfärbungsvermögen aufwiesen. *Küster* zeigte dann aber, daß „eine ansehnliche Zahl von Sulfosäurefarbstoffen, welche lipoidunlöslich und nach *Overtons* Theorie keine Permeierbarkeit erwarten lassen sollten, leicht und reichlich in die Pflanzenzellen hineingeht“. Nachdem dann *Küster* für eine Gesetzmäßigkeit zwischen Permeierbarkeit und Kolloiditätsgrad eingetreten war, verfolgte *Ruhland* neuerdings das Problem weiter und kam zu überraschenden Resultaten, die — außer dem pflanzenphysiologischen Interesse was sie beanspruchen — auch in ihrer allgemeinen Bedeutung für die Frage nach der chemisch-physikalischen Natur des Protoplasmas eine eingehendere Besprechung verlangen.

Ruhland prüfte 30 basische und 89 saure Farbstoffe auf ihre Aufnahmefähigkeit durch die Zelle. Zu den Versuchen über die Aufnahme der basischen Stoffe wurden Schnitte von Zwiebelschalen und Spirogyraalgenfäden in die verdünnten Lösungen eingetragen. Zur Feststellung der Permeierbarkeit der sauren Farbstoffe dienten junge ganze Pflanzen von *Vicia Faba*, „welche mit der unteren Schnittfläche in die zu untersuchende meist 0,05% Lösung hineingestellt wurden“. Während die basischen Farbstoffe mit wenigen Ausnahmen sehr schnell permeieren, ist bei den sauren Farbstoffen die Aufnahme wie auch die Geschwindigkeit der Aufnahme eine sehr verschiedene. „Fehlen die durch die Transpiration bedingten Saugkräfte, so gebrauchen selbst die am schnellsten permeierenden sulfosauren Farbstoffe meist mehrere Tage, um vital sichtbar zu werden, wenn es überhaupt dazu kommt, bevor die Giftwirkung dem Versuch ein Ende macht.“

Welches ist nun die Ursache der vitalen Aufnehmbarkeit und der verschiedenen Aufnahmegeschwindigkeit? Elektrolytfällbarkeit, Dialyse gegen Wasser, Kapillardiffusion in Fließpapier, alles Untersuchungen zur Feststellung des Dispersitätsgrades der von *Ruhland* geprüften Stoffe, ließen keine Rückschlüsse zu bezüglich der Struktur der Plasmahaut. Wohl stellte sich heraus, daß Fällbarkeit durch Elektrolyte, wie auch die Diffusibilität Eigenschaften sind, welche für die Aufnahme der Farbstoffe hervorragende Bedeutung haben, immerhin brachten aber diese Versuche noch kein volles Verständnis. Erst Untersuchungen über die Beweglichkeit der fraglichen Lösungen in Gelen, klärten die Situation mit einem Schlage auf.

Die Versuche ergaben nämlich eine völlige Parallelität mit der Aufnehmbarkeit und Aufnahmegeschwindigkeit

der Farbstoffe. Während die basischen Farbstoffe mit wenigen Ausnahmen sehr große Diffusibilität zeigen in Gelen (auch die schwer dialysierbaren und angeblich hochkolloiden) ist die Geldiffusion der Sulfosäurefarbstoffe ganz beträchtlich geringer. Die Mehrzahl von ihnen ist schwer oder gar nicht mehr beweglich im Gel. Mit diesen Befunden steht das physiologische Verhalten ganz in Übereinstimmung: die überhaupt nicht im Gel diffundierbaren Stoffe sind ausnahmslos auch nicht vital aufnehmbar, bei den langsam diffundierenden Sulfosäurefarbstoffen bedarf es, wie wir sahen, Stunden und Tage bis zur Aufnahme in die lebende Zelle. Die Beweglichkeit der Kolloide in Gelen hängt aber, wie besonders seit *Bechholds* Arbeiten bekannt, von der Teilchengröße der dispersen Phase ab. „Die lebende Zelle verhält sich darnach vermöge ihrer semipermeablen Plasmahaut gegenüber Kolloiden wie ein mit hohen Drucken arbeitendes Ultrafilter.“

E. W. Schmidt.

Katalog der historischen Abteilung der ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung (Ila) zu Frankfurt a. Main 1909 von Dr. L. Liebmam und Dr. G. Wahl, Bibliothekar der Senkenbergischen Bibliothek zu Frankfurt a. M. Druck und Verlag: Wüsten & Co., Frankfurt a. M. 1912. Preis geb. M. 33,—.

Die große Bedeutung, die die erste Internationale Luftschiffahrtsausstellung zu Frankfurt a. M., die Ila, für die Entwicklung der deutschen Luftschiffahrt gewonnen hat, geht besonders aus den drei Buchwerken hervor, die von ihren wissenschaftlichen Kommissionen herausgegeben sind. Während der Ausstellung erschien wöchentlich die recht bemerkenswerte Originalarbeiten enthaltende Ilawochenschrift und kurz nach Schluß der Ausstellung in zwei Bänden die von Prof. *Wachsmuth* und Prof. *Lepsius* herausgegebene „Denkschrift der ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung“, die in Monographien die auf der Ila ausgeführten wissenschaftlichen Arbeiten zusammenfassend darstellte. In dem vorliegenden Buch reiht sich daran der Katalog der historischen Abteilung, die auf der Ausstellung in besonderen Räumen untergebracht war und ihrem Wert nach wohl zu den besten Abteilungen der Ausstellung gehörte. Der 513 Seiten umfassende Band enthält die genaue Zusammenstellung der in dieser Sonderausstellung gezeigten Bilder und Bücher. Da eine große Anzahl wichtiger Bibliotheken und Institute die Ausstellung beschenkt haben, liegt das große Material von 1554 Gegenständen vor. Von den Besckern seien genannt: die Kgl. Bibliothek in Berlin, die Bücherei des Reichs-Patentamtes, der große Generalstab Berlin, die Hochschulbibliotheken in Bonn, Gießen, Göttingen, Heidelberg, Karlsruhe, Leipzig, Marburg, München und Tübingen, die Stadtbibliotheken von Bremen, Breslau, Dresden, Frankfurt-Main, Hamburg, Köln, Mainz, Nürnberg, Straßburg, Stuttgart und Ulm. Von den wichtigsten Bildern sind sehr gute Abbildungen nachgedruckt. So dürfte von den 80 Abbildungen besonders interessieren: das mit damals kühner Phantasie entworfene Bild: „Folgen der Erfindung der Luftkugeln“, der mißglückte Flugversuch des Schneiders von Ulm, die Denkmünzen auf die Ballonfahrten während der Belagerung von Paris 1870/71, ein Faksimile der Abrechnung von *André Jacques Garnerin* für einen Fallschirmabsturz, ein Brief *Otto Lilienthals* und eine Anzahl von Ballonbriefen aus dem belagerten Paris.

Das Buch wird als Nachschlagewerk für Luftschifferkreise wertvolle Dienste leisten.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Dr. Max Groll, *Tiefenkarten der Ozeane*, mit Erläuterungen. (Veröffentlichungen des Institutes für Meereskunde zu Berlin, Neue Folge, Geograph.-naturwissenschaftliche Reihe. Heft 2.) Berlin, E. S. Mittler & Sohn, Juli 1912. 91 Seiten und 3 Karten. Preis Mark 5,25.

Das Zeitalter der Entdeckungen ist noch lange nicht abgeschlossen; wir brauchen nur, abgesehen vom innersten Afrika und Asien, an den neuen, sechsten Kontinent zu denken, der von Jahr zu Jahr deutlicher rund um den Südpol sich heraushebt, noch dazu mit einer ziemlich sicher berechneten mittleren Meereshöhe von 2—3000 m, die ihresgleichen auf der Erde nicht hat. Aber selbst wenn wir sagen könnten, daß die über Wasser befindlichen Teile der Erdkruste in ihren allgemeinen Zügen uns alle bekannt seien, so bliebe noch der weitaus größere Teil der Erdoberfläche, der unter Wasser befindliche, klarzulegen; und Jahrhunderte werden noch vergehen, bis das Bodenrelief, das die weiten Wasserwüsten decken, der Menschheit in allen wesentlichen Maßen bekannt sein wird. Seit rund 60 Jahren vermögen wir ja überhaupt erst die Tiefseelotungen mit hinreichender technischer Zuverlässigkeit auszuführen.

Das nun, was in diesem Zeitraum, seit etwa 1850, auf den Sondergebiete der Meereskunde, teils infolge praktischer Bedürfnisse der Küstenvermessung oder Kabelverlegung, teils durch rein wissenschaftliche Tiefsee-Expeditionen an Material zusammengebracht ist, hat in dem oben bezeichneten Kartenwerk *Grolls* einen ungemäin einheitlichen, zuverlässigen, kartographisch klaren und die Kenntnisse bis Januar 1912 einschließenden Ausdruck gefunden.

Sind die Karten auch eine echt geographische Leistung und von rein geographischen Gesichtspunkten aus angelegt, so haben wir doch in ihnen ein Endergebnis von allgemeiner naturwissenschaftlicher Bedeutung zu sehen. Denn auch der Geologe, der Geodät, der Geophysiker, der Seismologe, der Biologe u. a. m. muß bei den verschiedensten Fragen an die Fundamentalfolge nach der Gestaltung der *gesamten* Erdoberfläche herantreten. Nirgends findet er nun derart neue, in flächentreuen Netzentwürfen gegebene, durch zahlreiche Farbtonungen sofort verständliche Abbildungen der unterschiedlichen Tiefen der Weltmeere wie in *Grolls* Arbeit. Der Maßstab aller 3 Karten ist 1 : 40 000 000, so daß kein Kartenblatt eine handliche Größe überschreitet; die Karte des Stillen Ozeans mißt rund 50 × 50 cm. Es sind stumme Karten; die Landflächen, soweit sie erscheinen, enthalten auch keine Isohypsen, doch die wichtigsten Stromläufe. Die ganze Darstellung konzentriert sich auf die Ozeane; hier finden wir zunächst die 200-m-Tiefenlinie, deren Verlauf den Sockel der Kontinente umsäumt. Darauf folgt die 1000-m-Tiefenlinie (Isobathe) und von da ab, gemäß der gewaltigen mittleren Weltmeertiefe (die jetzt auf 3680 m \pm 100 m berechnet ist), die Isobathen in Vertikalabständen von 1000 zu 1000 m. Aber auch viele Hunderte von Einzelzahlen sind unter genauer Fixierung der Örtlichkeit, für die sie gelten sollen, eingetragen, so daß fast überall der Benutzer selbst ein Urteil gewinnen kann, wie weit die Tiefenlinien sichergestellt, wie weit sie nach Analogieschlüssen gezogen sind, wo sie auf rein hypothetischer Annahme basieren.

Gewiß mag man auf der einen Seite zugeben, daß wir noch erschreckend wenig von den Tiefenformen der wasserbedeckten Erdoberfläche wissen — wir wiesen ja schon oben darauf hin —, aber auf der anderen Seite enthüllen uns gerade diese verhältnismäßig kleinen Übersichtsblätter ganz anders als die Lotzahlen auf den großen einzelnen Seekarten bereits heute eine stattliche

Reihe von prinzipiell wichtigen Tatsachen der Morphographie der Meeresräume, für die man nur beim Blick sozusagen aus der Vogelperspektive den richtigen Gesichtswinkel findet. Und wenn *Eduard Sueß* in seinem unsterblichen Werke uns die Züge im Antlitz hauptsächlich der festländischen Erdoberfläche sehen und in vieler Hinsicht verstehen gelehrt hat, so werden diese Tiefenkarten solche Züge auch am Meeresgrund immer zahlreicher und schärfer ablesen lassen; hierin erblicke ich die allgemeine Bedeutung dieser Karten. Man betrachte nur die große, den Atlantischen Ozean von Norden nach Süden durchziehende, zentrale, unterseeische Schwelle, die sich einer Erklärung noch vollkommen entzieht; man sehe die für fast die ganze Umrandung des Stillen Ozeans typischen Tiefseegräben, deren geographische Verbreitung durch grelle rote Farbtöne in glücklicher Weise herausgehoben ist. Unter ihnen findet sich auch der die Ostküste der Philippinen begleitende Graben, in dem jüngst S. M. S. „Planet“ die bis heute größte aller Meerestiefen mit 9788 m nordöstlich von Mindanao in dem vergleichsweise sehr geringen Küstenabstand von rund 100 km gelotet hat. Schuppenförmig, in zweifellos gesetzmäßiger Anordnung finden sich solche Gräben auch östlich von den Palauinseln, östlich von Yap, südöstlich von den Marianen, südöstlich von den Liu-Kiu-Inseln, östlich von den japanischen Inseln, südlich von den Aleuten, westlich von der peruanisch-chilenischen Küste, östlich wieder von den Tongainseln, also rund um den Ozean. Und wie lehrreich ist das bis auf je eine Ausnahme offenbare Fehlen solcher grabenförmiger Risse im Bereiche der atlantischen und indischen Gewässer! Am Nordpol hat *Pearcy* 1909 mit 2743 m den Boden noch nicht erreicht; nach den Nansenschen Lotungen zu schließen, dürfen wir am Pol eine Meerestiefe von etwas über 3000 m annehmen, einen Betrag, der in eigenartiger Weise der von *Amundsen* für den Südpol beobachteten Seehöhe von 3070 m die Wage hält.

Weitaus mehr, als der einfache und sorgfältige Rechenschaftsbericht Dr. *Grolls* bringt, läßt sich diesen Karten je nach dem Standpunkt, von dem man an die Karten herantritt, entnehmen. Wir zweifeln nicht, daß sie in dieser Hinsicht ihre Rolle spielen und als zurzeit unbedingt beste Grundlage anerkannt werden. Das Institut für Meereskunde aber darf in personeller und sachlicher Hinsicht zu diesem Ergebnis beglückwünscht werden.

G. Schott, Hamburg.

Kleine Mitteilungen.

Ein neuer Meteoreisenfall in Japan. (*Zeitschrift für anorganische Chemie* 77 (1912), 197.) „Am 7. April 1904 um 6½ Uhr morgens fiel ein Meteor in das Dorf *Okano*, in der Nähe der Stadt *Sasayama*, Provinz *Tamba*, Japan. Ein Bauer bemerkte, daß eine weißglühende Masse vom nördlichen Himmel mit wunderbarem Geräusch kam und in einen nicht weit entfernten Wald fiel. Er suchte sofort nach der Fallstelle und fand so einen Eisenblock, der mit der langen Spitze nach oben, ca. 80 cm tief in den Lehm Boden eingedrungen war. Das Loch war teilweise ringsum mit schwarzen Metalloxyden umgeben.“ Ein anderer Augenzeuge dieses Meteorfalles — ein Lehrer —, der sich etwa 30 km nördlich vom Fundorte befand, berichtete folgendermaßen darüber: „Auf dem nordwestlichen Horizont, fast 70° hoch erschien plötzlich eine weißglühende Masse. Sie hatte hinten einen Schwanz, von dem eine

Schmelze in Tropfen niederfiel. Die Erscheinung war nach 1 bis 2 Stunden am südöstlichen Himmel verschwunden, während ihr Weg noch ca. 8 Minuten lang deutlich durch einen weißen Rauch erkennbar blieb. Einige Minuten nach dem Verschwinden hörte man einen starken donnerähnlichen Schall, der ca. 1 Minute anhielt.“ Da in vielen Fällen der wahre Ursprung meteorähnlicher Eisenmassen nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann, ist es natürlich von besonderem Wert, daß über die meteorische Herkunft dieses Okanoeisens ein Zweifel nicht bestehen kann. Das Meteor ist in den Besitz des metallurgischen Institutes der Kaiserlichen Universität von Kyoto übergegangen, wo eine eingehende Untersuchung stattfand. Das ursprüngliche Gewicht des Okanoeisens betrug 4742 g; seine Gestalt war eine unregelmäßige Birnenform; es ist stark magnetisch und hat ein spezifisches Gewicht von 7,98. Die chemische Analyse ergab die folgende Zusammensetzung:

Eisen	94,85 %
Nickel	4,44 %
Kobalt	0,48 %
Kupfer	Spur
Phosphor	0,23 %

Dies entspricht einer mineralogischen Zusammensetzung aus 98,52 % Nickeleisen und 1,48 % Phosphor-Nickeleisen ($[\text{FeNiCo}]_3\text{P}$, Schreibersit, Rhabdit). Demnach ist das Eisenmeteor ungewöhnlich arm an Nickel, und infolge dessen traten auch beim Ätzen die Widmannstättischen Figuren nicht auf; dagegen zeigten sich nach der Behandlung mit Salpetersäure die sog. Neumannschen Linien, welche nach einer neueren Untersuchung von *Fraenkel* und *Tammann* (Zeitschr. f. anorg. Chem. 60 [1908] 416) als die Spuren von Translationsebenen (Gleitflächen) zu betrachten sind, die durch übermäßige Druckbeanspruchung des Materials entstehen. Die Grundmasse des Okanoeisens ist hexaedrisches Nickeleisen; in ihr liegt eingebettet das Phosphornickeleisen (Schreibersit, Rhabdit), das meist nadelförmige Kristalle bildet, die besonders schön nach elektrolytischem Ätzen hervortreten. Beim Erhitzen dieses meteorischen Eisens auf etwa 1300° tritt eine — äußerlich nicht erkennbare — Strukturänderung ein; die ursprüngliche Grundmasse nimmt ein körniges Gefüge an, die Neumannschen Linien zeigen sich nicht mehr und auch die Rhabditkristalle sind verschwunden, wahrscheinlich infolge Diffusion in die Grundmasse während der Erhitzung. Diese Beobachtungen bestätigen in erwünschter Weise einige neuere Erfahrungen über das meteorische Nickeleisen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß dies Naturprodukt eine völlig andere — und viel kompliziertere — Struktur aufweist als ein Kunstprodukt gleicher Zusammensetzung, und *Fraenkel* und *Tammann* konnten den Nachweis erbringen, daß das Meteornickeleisen diesem gegenüber eine *labile* Form darstellt, die beim Erhitzen in die stabile Form — mit körniger Struktur — übergeht. Es ist aber bisher nicht gelungen, die instabile Struktur mit unseren Hilfsmitteln nachzuahmen; sollte dies aber glücken, so dürfte man hoffen, gerade aus diesen Versuchen neuen Aufschluß über die Bildungsverhältnisse der Eisenmeteore zu erhalten.

Kpl.

Über Beobachtungen, die möglicherweise auf bisher unbekannte Eigenschaften der reibenden Flüssigkeiten hindeuten, berichtet *H. Sanders* in seinen Untersuchungen über die **Bewegungen einer zähen Flüssigkeit unter einer rotierenden Platte**. Die Untersuchungen wurden in der Weise angestellt, daß auf der Oberfläche der Versuchsflüssigkeit (flüssiges

Paraffin oder Wasser) eine Kreisscheibe durch einen Elektromotor in gleichförmige Umdrehung versetzt und durch Sonden in verschiedenen Abständen vom Boden des Flüssigkeitsgefäßes der hierdurch hervorgerufene gleichförmige Bewegungszustand in der Flüssigkeit ermittelt wurde. Das nebenstehende Diagramm (Fig. 1) gibt für 4 verschiedene Drehungsgeschwindigkeiten der Kreisscheibe in den Kurven *a*, *b*, *c* und *d* die Beziehung der Winkelgeschwindigkeit *W* der Flüssigkeit zu dem Abstand *A* vom Boden des Gefäßes. Bei der Kurve *d*, welche geringen Drehgeschwindigkeiten der Kreisscheibe entspricht, sind die Ordinaten der Deutlichkeit wegen in 10-facher Vergrößerung gegeben. Diese Kurve besteht aus zwei ineinander übergehenden Stücken, einer Geraden, die im Nullpunkte beginnt, und einer krummen Linie, welche konvex gegen die

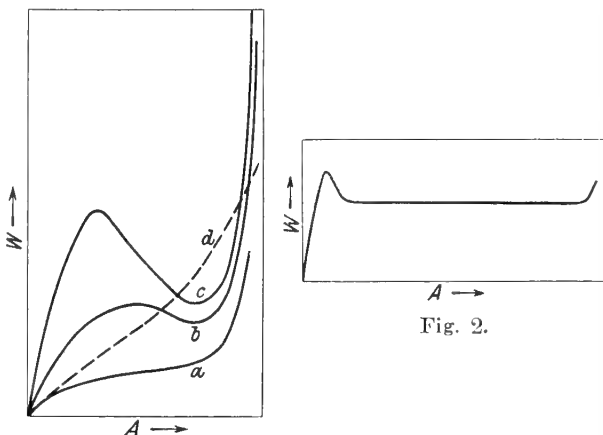


Fig. 1.

Fig. 2.

Abszissenachse ist und sich allmählich der Drehgeschwindigkeit der Platte nähert. Bei Vergrößerung dieser Drehgeschwindigkeit geht dann diese Kurve in eine andere Form über, wie dies die Kurven *a*, *b* und *c* andeuten. Bei großen Drehungsgeschwindigkeiten zeigt die Kurve in der Nähe des Bodens einen rasch ansteigenden, gegen die Abszissenachse konkaven Ast, und geht durch einen Wendepunkt in ein fast geradliniges Stück über, um dann in einem zweiten gegen die *A*-Achse konvexen Ast sich der Plattengeschwindigkeit zu nähern. Bei den Versuchen mit Paraffinöl trat der Wendepunkt stets in gleichem Abstände von der Platte auf, wie groß auch immer die Flüssigkeitshöhe war. Bei den Versuchen mit Wasser schiebt sich bei großer Flüssigkeitshöhe ein geradliniges Stück zwischen das Maximum in der Nähe des Bodens und das Minimum nahe der Platte, so daß die Kurve das Aussehen von Fig. 2 erhält. Längs dieser Geraden ist *W* konstant, so daß in diesem Bereiche eine Wirbelbewegung ähnlich wie in einer idealen Flüssigkeit auftritt. Durch turbulente Bewegungen ist diese merkwürdige Erscheinung nicht hervorgerufen. Zureichende Erklärungen sind zurzeit nicht dafür zu geben. (*Verh. d. deutsch. Phys. Ges.* 4, 799, 1912.) Mk.

Über die Anwendung von Luftresonatoren bei Telephontönen. (*Max Wien*, Jena, *Phys. Ztschr.* 13, 1034, 1912¹⁾). Zur Verstärkung einer Grund- oder Oberschwingung bei Telephontönen kann man

¹⁾ Referat aus Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie.

zwischen Platte und Ohr mit gutem Erfolg einen Luftresonator einschalten. Die Helmholtzschen offenen Kugelresonatoren eignen sich für tiefe und auch sehr schwache Töne bis etwa 500 Schwingungen recht gut hierzu. Für höhere Töne verwendet man besser geschlossene Kugelresonatoren. Die von *Rayleigh* und *Thiesen* für diese Resonatoren aufgestellte Theorie wird durch das Experiment geprüft und bestätigt. Es gelingt also durch Luftresonanz reine Töne von beliebiger und bekannter Höhe zu erzeugen. Besondere Bedeutung gewinnt das Telephon mit Luftresonator in seiner Anwendung als Nullinstrument für die Wechselstrombrücke, da für hohe Töne alle anderen Instrumente, die auf eine ausgesprochene Schwingungszahl eingestimmt sind, zu unempfindlich werden. Einen Wechselstrom mit konstanter Frequenz, wie er bei der scharfen Resonanz der Luftresonatoren erforderlich ist, erhält man für diese Zwecke leicht aus den gedämpften Schwingungen von Kondensatorentladungen. In der drahtlosen Telegraphie mit tönenden Funken könnte man daran denken, beim Empfang von Nachrichten den Telephonon durch Luftresonatoren zu verstärken, jedoch gehen bei schnellem Telegraphieren infolge der ausgeprägten Resonanz die Zeichen — Punkte und Striche — ineinander über. Um mit Erfolg hier die Luftresonanz anwenden zu können, müßte man also langsamer telegraphieren.

W. Birnbaum.

Über die Umwandlung grüner Flagellaten in farblose. Unter den Flagellaten gibt es, wie auch unter den Kieselalgen, farbige und farblose Arten. Nimmt man an, daß sich die farblosen Arten im Laufe der phylogenetischen Entwicklung aus farbigen Arten gebildet haben, so drängt sich die Frage auf, ob auch noch heute farblose Formen aus farbigen entstehen, und ob eine allenfalls heute entstandene Farblosigkeit sich auch auf die Nachkommen vererbt. Es wurde bereits durch *H. Ziumstein* (Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. Jahrb. f. wiss. Bot., 1899, S. 149—196) nachgewiesen, daß *Euglena gracilis* sich auch ohne die Tätigkeit ihrer Chloroplasten in einem geeigneten Substrate ernähren kann, da sie auch bei vollständigem Lichtabschluß in bestimmten organischen Nährlösungen ausgezeichnet gedeiht und sich lebhaft vermehrt. In einer solchen Dunkelkultur verliert *E. gracilis* das Chlorophyll, der Augenfleck bleibt jedoch erhalten, ebenso die phototaktische Reizbarkeit. Ans Tageslicht gebracht ergrünt das farblos gewordene Individuum („hyaline Dunkelform“) wieder und kann nun im Lichte auch wieder in rein anorganischen Nährlösungen in normaler Weise gedeihen. *Charlotte Ternetx* (Beiträge zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. Jahrb. f. wiss. Bot., 1912, S. 435—514) hat nun einwandfrei festgestellt, daß farblose Individuen der *E. gracilis* in eiweißhaltigen Nährlösungen auch unter normalen Beleuchtungsverhältnissen entstehen können. Diese farblosen Individuen („hyaline Lichtform“) unterscheiden sich aber von der früher erwähnten „hyalinen Dunkelform“ dadurch, daß sie die Fähigkeit des Ergrünes für sich und ihre Nachkommen dauernd eingebüßt haben. Dies ist darin begründet, daß die „hyaline Lichtform“ keine Chromatophoren mehr besitzt. Bei fortgesetzter Reinkultur dieser Form hat sich in einem Zeitraum von $4\frac{1}{2}$ Jahren kein einziger Rückschlag zur grünen Form ergeben. Die Vermehrungsgeschwindigkeit ist bei der „hyalinen Lichtform“ bedeutend geringer als bei der grünen

Normalform. Heliotaktische Reizbarkeit konnte bei der „hyalinen Lichtform“ nicht festgestellt werden, es fehlte ihr auch der rote Augenfleck. Auch ist diese Form durch den Mangel eines Ruhestadiums, also durch das Unvermögen, Dauercysten zu bilden, ausgezeichnet. Die „hyaline Lichtform“ entsteht sowohl als direkter Abkömmling eines normalen, grünen Individuums, als auch bei der Teilung aus abweichend gebauten Individuen („Zwischenform“). Letztere ergeben bei ihren Teilungen Individuen von der Beschaffenheit der grünen Normalform und konstant farblose Individuen. *Ch. Ternetx* führt die Entstehung der „hyalinen Lichtform“ in diesem Falle darauf zurück, daß bei einzelnen Individuen die farblos gewordenen Chloroplasten vollständig degenerieren und dabei resorbiert werden, im zuerst genannten Falle jedoch darauf, daß bei der Teilung chloroplastenarmer Individuen einzelne Tochterindividuen bei der Durchschnürung der Zelle keine Chloroplasten mitbekommen haben. Da eine Neubildung von Chromatophoren (nach der Schimper-Meyerschen Theorie können sich überhaupt Chromatophoren nur durch Teilung aus anderen Chromatophoren bilden) nicht erfolgt, ist auch ein Ergrünen derartiger hyaliner Individuen ausgeschlossen.

F. Knoll.

Ein ernstes Bedenken gegen die Verwendung des Aluminiums an Stelle des Kupfers für elektrische Leitungen ergibt sich aus den Untersuchungen *Wilson*s über die **Änderung des elektrischen Widerstandes von Aluminiumlegierungen** (*Engineering* 94, 413). Hiernach erhöht eine Aluminiumlegierung mit 2,6 Prozent Kupfergehalt in 10 Jahren ihren Widerstand um 25 Prozent. Duralumin, eine Kupfer-Mangan-Legierung mit 0,5 Prozent Magnesium, erfährt in fünf Jahren eine Widerstandszunahme von 15 Prozent und auch beim unlegierten Handelsaluminium, das nur Spuren von Silizium und Eisen enthält, wird der Widerstand in 10 Jahren um 16 Prozent vermehrt. Bei der über diese Untersuchung in der British Association 1912 geführten Diskussion machte *Pitavel* auf den möglicherweise gleichzeitig eintretenden Verlust an mechanischer Festigkeit aufmerksam, der die Erbauer von Flugzeugen veranlasse, von den leichten Legierungen zum Stahl überzugehen. *Wilson* wies auch darauf hin, daß Kraftleitungen aus Aluminium in Amerika in kurzer Zeit verdorben seien, wenn sie sich in der Nähe von Salzwasser befunden hätten. *Mk.*

Berichtigungen.

In der Mitteilung über die Beschleunigung von Oxydationsvorgängen durch Überschwefelsäure (Heft 1, S. 22) muß es Z. 5 v. o. heißen: mikroskopisch-histologischen (nicht: physiologischen).

Der Titel des Aufsatzes von Dr. *Alfred Reis*, Karlsruhe (Heft 2, S. 38) soll heißen: Über neue Versuche betreffend das Wesen chemischer Lichtwirkung (nicht: zur Erklärung usw.).

In dem von *J. Schawel*, Jena, erstatteten Referat über den Vortrag von *Max Verworn*, Kausale und konditionelle Weltanschauung (Heft 2, S. 51) muß es im vorletzten Absatze heißen: die Früchte solcher Exkursionen (anstatt: seiner).

In der Mitteilung über die Entstehung der Pflanzenzellen (Heft 5, S. 128) ist Zeile 23 hinter Gläsern einzuschieben: mit Kulturflüssigkeit.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 8. 21. Februar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünf- und zwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 1. Allgemeines. Von *Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg*. S. 177.

Die Kanalstrahlen und ihre Bedeutung für die Erforschung der Konstitution der Materie. Von *Dr. H. v. Dechend, Freiburg i. B.* S. 181.

Zellforschung und Entwicklungsgeschichte. Von *Privatdozent Dr. Julius Schacel, Jena*. S. 184.

Sedimentpetrographie im Dienste der Paläogeographie. Von *Privatdozent Dr. K. Andrée, Marburg i. H.* S. 187.

Zuschriften an die Herausgeber: *Born*, Einwände gegen die Relativitätstheorie. S. 191.

Besprechungen. S. 192.

Kleine Mitteilungen. S. 199.

VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN IN BRAUNSCHWEIG

Vor kurzem erschien:

Theorien der organischen Chemie

Zugleich zweite Auflage der „Neueren
theoretischen Anschauungen auf dem Gebiete der organischen Chemie“

VON

Dr. Ferdinand Henrich

a. o. Professor an der Universität Erlangen

Mit 13 Abbild. im Text. XII, 402 S. 8°. Preis geh. M. 10.—, in Leinenbd. M. 11.—

Zum erstenmal wird in dieser zusammenfassenden Weise ein Überblick über die wichtigsten Theorien der organischen Chemie gegeben. An der Hand eines kurzen geschichtlichen Überblickes werden die Begriffe festgelegt und die Hypothesen entwickelt, die den heutigen Zustand der organischen Chemie beherrschen. Dabei sind besonders die Probleme, die augenblicklich im Vordergrund der Diskussion stehen und deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, wie der Zusammenhang zwischen Farbe und chemischer Konstitution, Spektrochemie, Substitutionsproblem im Benzolkern u. a., eingehend erörtert und unter Berücksichtigung der neuesten Forschungen dargelegt. Am Schlusse ist auch eine Einleitung in das Studium jener Theorien gegeben (von J. U. Nef, Michael, A. Werner, R. Abegg u. a.), die nicht allgemein angenommen sind, aber vermutlich in der Zukunft eine Rolle spielen werden. Die Literatur ist überall eingehend mitgeteilt.

Die zweite Auflage ist weitgehend ergänzt und in allen Fragen auf den augenblicklichen Stand der Wissenschaft gebracht.

Ausführl. Prospekt sowie Spezialkatalog „Chemie“ auf Wunsch gern zu Diensten

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

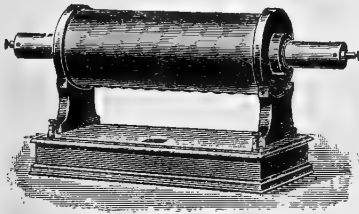
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer

Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke

bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Biologie des Menschen.

Aus den wissenschaftlichen Ergebnissen der Medizin für weitere Kreise dargestellt.

Unter Mitwirkung von

Dr. Leo Heß, Professor Dr. Heinrich Joseph, Dr. Albert Müller,

Dr. Karl Rudinger, Dr. Paul Saxl, Dr. Max Schacherl

herausgegeben von

Dr. Paul Saxl und Dr. Karl Rudinger.

Mit 62 Textfiguren. — Preis M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 9,40.

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig

Die Lehre von den Tonempfindungen

Als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik von

Hermann von Helmholtz

Sechste Ausgabe

besorgt und mit einem Vorwort versehen von Professor Dr. R. Wachsmuth.

XVI, 668 Seiten. Gr. 8°. Mit dem Bildnis des Verfassers und 66 Abbildungen.

Mark 9.—, in Leinenband Mark 10.50

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Franz Deuticke, Leipzig u. Wien: Seite IV — H. R. Mecklenburg, Berlin C: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite II, III, IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite I u. II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Gebr. Bischoffhausen, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite IV — C. Warmbach, Dresden: Seite III.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit¹⁾.

1. Allgemeines.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg,

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Im Oktober des abgelaufenen Jahres konnte die Physikalisch-Technische Reichsanstalt auf ein 25-jähriges Bestehen zurückblicken.

Die Geschichte der Anstalt reicht bis in den Anfang der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Zu jener Zeit setzte eine lebhafte Bewegung ein, welche darauf zielte, der alten präzisionsmechanischen Kunst, die in dem jungen Deutschen Reiche nicht mehr auf ihrer früheren Höhe zu stehen schien, eine besondere Förderung angedeihen zu lassen, um ihre Konkurrenzfähigkeit dem Auslande gegenüber zu erhöhen. Insbesondere waren es Prof. *Schellbach* und Prof. *Foerster*, die durch namhafte Gelehrte unterstützt, den damaligen Kronprinzen, späteren Kaiser Friedrich, für diese Bestrebungen zu interessieren wußten. Im Jahre 1873 berief Generalfeldmarschall Graf *von Moltke* als Vorsitzender des Zentralkomitees der Vermessungen im Preussischen Staate eine Fachkommission, deren „Vorschläge zur Hebung der wissenschaftlichen Mechanik und Instrumentenkunde“ die Grundlage für eine im Jahre 1876 dem preussischen Abgeordnetenhaus übergebene Denkschrift bildeten. Der Erfolg war, daß in Aussicht genommen wurde, ein preussisches Institut zur Hebung der Präzisionsmechanik zu gründen und beim Neubau der Technischen Hochschule in Charlottenburg die Bereitstellung der erforderlichen Räume vorzusehen.

Als im Jahre 1882 die Verhandlungen aufs neue aufgenommen wurden, hatten sich die Verhältnisse und damit auch die Wünsche der interessierten Kreise wesentlich geändert. Inzwischen waren nämlich alte Industrien, welche ihre Wurzeln in der Physik haben, zu neuer Entwicklung gelangt. Die optische Technik war unter der Führung *Abbes* auf dem Wege, neue große Erfolge zu erringen und der Entfaltung der zu ihr in nahen Beziehungen stehenden Glastechnik waren durch wissenschaftliche Untersuchungen auf optischem und thermischem Gebiete neue Bahnen gewiesen. Insbesondere aber verlangte die mächtig aufblühende Elektrotechnik die zu ihrer Erstarkung notwendig erscheinende staatliche Förderung.

So entstand der Gedanke, statt des preussischen Institutes zur Hebung der Präzisionsmechanik ein Reichsinstitut mit der Aufgabe zu gründen, sich in den Dienst der gesamten physikalischen Technik zu stellen. In einer Beziehung konnte der geplanten Anstalt die seit Gründung des Deutschen Reiches

zum Reichsinstitut gewordene Kaiserliche Normal-Eichungs-Kommission als Vorbild dienen, welcher die Pflege des gesamten Maß- und Gewichtswesens im Reiche obliegt, und welche einem dringenden Bedürfnis Rechnung tragend sich bereits mit der Prüfung und Beglaubigung von Thermometern befaßte. In ähnlicher Weise mußte dem neuen Reichsinstitute die Aufgabe zufallen, Apparate und Meßinstrumente aus allen übrigen Gebieten der Physik für Industrie und Technik zu untersuchen und den Interessenten die Resultate der Untersuchung bekanntzugeben.

Doch damit nicht genug. Der neuen Anstalt sollte daneben noch eine weitere bedeutsame Aufgabe zugewiesen werden, wofür es damals an einem Vorbild überhaupt noch mangelte, die Aufgabe der freien physikalischen Forschung, die unbekümmert um die augenblicklichen Forderungen der Technik der reinen Wissenschaft lebt.

Die physikalische Forschung ist seit jeher in den physikalischen Laboratorien der Universitäten und später auch in den technischen Hochschulen heimisch gewesen, und die meisten bedeutenden Entdeckungen haben dort ihren Ursprung. Aber der Hochschulprofessor ist ja in erster Linie der Lehrer der Jugend, der er nicht nur die Kenntnis von Tatsachen, sondern auch die Fähigkeit, selbst zu forschen, vermitteln soll. So geht ein großer Teil seiner Kraft und Leistungsfähigkeit der eigenen Forschungsarbeit verloren. Außerdem sind Arbeitsräume und Arbeitsmittel in den physikalischen Hochschullaboratorien in erster Linie auf die Lehrtätigkeit des Professors zugeschnitten, und gar häufig muß eine Aufgabe, deren Verfolgung nötig und nützlich erscheint, aus diesem Grunde zurückgestellt werden. *Werner von Siemens* sagt hierüber in einem Schreiben vom 20. März 1884:

„Je tiefer die Wissenschaft in das geheime Walten der Naturkräfte eingedrungen ist, desto schwieriger sind die zu lösenden Aufgaben geworden, desto schärfer müssen die Prüfungsmethoden, desto exakter Messungen und Wägungen sein, durch welche die Natur selbst dem Forscher die Frage nach dem sie beherrschenden Gesetz beantwortet. Zur Anstellung entscheidender naturwissenschaftlicher Versuche gehören heute geeignete, gut gelegene und vor äußeren Störungen geschützte Räume, ausgezeichnete und kostspielige Instrumente und die vollständige Hingabe des mit allen Kenntnissen ausgerüsteten Gelehrten an die Lösung der unternommenen Aufgabe. Dazu sind die Lehrsäle und die Laboratorien der dem Lehrzwecke gewidmeten Universitäten und Schulanstalten nicht geeignet.“

Über den Nutzen der gewünschten Organisation sagt *Werner von Siemens* im gleichen Schreiben folgendes: „Dem Reiche würden aus einer naturwissenschaftlichen Arbeitsstätte, wie sie geplant ist, sowohl materielle wie ideelle Vorteile von großem Gewicht erwachsen. Bei dem jetzt so lebhaft geführten Kon-

¹⁾ Mit diesem Aufsatz beginnt die Veröffentlichung einer Serie von 4 Berichten über die Tätigkeit der Reichsanstalt. Die Schriftleitung.

kurrenzkämpfe der Völker hat das Land ein entschiedenes Übergewicht, welches neue Bahnen zuerst betritt und die auf dieselben zu gründenden Industriezweige zuerst ausbildet. Fast ohne Ausnahme sind es neue naturwissenschaftliche Entdeckungen, oft sehr unscheinbarer Art, welche solche neue Bahnen eröffnen und wichtige Industriezweige neu erschaffen oder neu beleben. Ob die Aufdeckung einer neuen naturwissenschaftlichen Tatsache technisch verwertbar ist, ergibt sich in der Regel erst nach ihrer vollständigen systematischen Bearbeitung, d. h. oft erst nach längerer Zeit. Darum darf der wissenschaftliche Fortschritt nicht von materiellen Interessen abhängig gemacht werden. Die moderne Kultur beruht auf der Herrschaft des Menschen über die Naturkräfte, und jedes neu erkannte Naturgesetz vergrößert diese Herrschaft und damit die höchsten Güter unseres Geschlechts! Seit durch das Patentgesetz das Erfindungseigentum im Deutschen Reiche geschützt ist und durch die deutschen Unterrichtsanstalten wissenschaftliche und technische Bildung weit verbreitet sind, fehlt es nicht an Kräften und Mitteln zur technischen Verwertung wissenschaftlicher Entdeckungen. Die Begünstigung der naturwissenschaftlichen Forschung ist daher in eminentem Grade eine Förderung der materiellen Interessen des Landes! Diese meist unbewußte Erkenntnis mag wesentlich dazu beitragen, daß die naturwissenschaftliche Entdeckung dem Lande, dem sie entstammt, überall zur hohen Ehre gereicht. Nicht die wissenschaftliche Bildung, sondern die wissenschaftliche Leistung weist einer Nation die Ehrenstellung unter den Kulturvölkern an. Es erscheint daher als eine Aufgabe des Reiches, die nötigen Einrichtungen zu treffen, um diese wissenschaftliche Leistung auf die Höhe zu bringen und auf derselben zu erhalten, welche der durchschnittlichen Bildung des Landes entspricht.“

Das geplante Institut trat am 1. Oktober 1887 als Physikalisch-Technische Reichsanstalt, nach den beiden oben skizzierten Aufgaben in eine Technische und eine Physikalische Abteilung getrennt, ins Leben. Sie gehört zum Ressort des Reichsamts des Innern und untersteht einem Präsidenten, deren erster *Hermann v. Helmholtz* war. Über jeder Abteilung steht ein Direktor; der Präsident ist gleichzeitig Direktor der Physikalischen Abteilung. Jede Abteilung wieder zerfällt entsprechend den großen Hauptgebieten der Physik in eine Anzahl von Laboratorien, in denen jetzt nahezu 50 wissenschaftliche Beamte und ein großes technisches Personal tätig sind. Ein Chemisches Laboratorium und eine den Zwecken der ganzen Anstalt dienende große mechanische Werkstatt sind der Technischen Abteilung angegliedert.

Die ersten Lebensjahre der Anstalt, in denen die Physikalische Abteilung in gemieteten Räumen ein bescheidenes Dasein fristete, die Technische Abteilung provisorisch Räume in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg inne hatte, war im wesentlichen der Organisation des Prüfungswesens gewidmet. Erst im Herbst 1890 konnte die Physikalische Abteilung ihr Dienstgebäude beziehen, das an der Marchstraße in Charlottenburg auf einem einschließ-

lich des Straßenlandes etwa 20 000 qm großen, von *Werner von Siemens* der Reichsregierung geschenkten Gelände im Werte von einer halben Million Mark errichtet worden war. Die Neubauten der Technischen Abteilung wurden, nachdem das Grundstück durch Kauf um weitere 13 000 qm vergrößert war, erst im Jahre 1896 vollendet und bezogen. Die Hauptgebäude beider Abteilungen nebst mehreren Nebenbaulichkeiten (Wohnhäuser für den Präsidenten und den Direktor, Verwaltungsgebäude, Maschinenhaus usw.) nehmen jetzt das ganze durch Marchstraße, Guerickestraße, Werner - Siemens-Straße und Fraunhoferstraße begrenzte Gebiet inmitten eines Gartens ein¹⁾, in dem in allerneuester Zeit noch ein stattlicher, allen Ansprüchen der Gegenwart genügender Neubau für das elektrotechnische Laboratorium errichtet ist. — Außerdem ist für solche Untersuchungen, welche durch die elektrischen und mechanischen Störungen der Großstadt stark behindert, wenn nicht überhaupt unmöglich gemacht werden, ein besonderes Häuschen auf dem Telegraphenberg bei Potsdam erbaut.

Bei der Auswahl der Aufgaben, mit denen sich die Reichsanstalt beschäftigt, kommt sie in erster Linie den Wünschen der Technik und Industrie entgegen. Außerdem finden aber auch Aufgaben rein wissenschaftlicher Art im Sinne von *Werner von Siemens* die ihnen gebührende Berücksichtigung. Häufig kommt es vor, daß Prüfungsanträge der Industrie die Verfeinerung der Meßmethoden verlangen und so den Anlaß zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen bilden. Hierfür ein Beispiel. Mit Hilfe der rotierenden Quecksilberluftpumpe von *Gaede* ist es möglich, stark luftverdünnte Räume mit großer, früher nicht gekannter Schnelligkeit herzustellen. Von einer solche Pumpen fabrizierenden deutschen Firma war nun der Antrag gestellt worden, die Leistungsfähigkeit ihrer Pumpen an eingesandten Modellen zu prüfen, insbesondere sollte der mit den Puppen erreichbare tiefste Druck von der Größenordnung von 0,00001 Millimeter Quecksilber gemessen werden. Da es hierfür aber zuverlässige Meßmethoden noch nicht gab, mußte eine solche in der Reichsanstalt erst ausgebildet werden. Es wurde ein sehr empfindliches Manometer konstruiert, bei dem ähnlich wie bei den bekannten Aneroid-Barometern der Druck aus den Durchbiegungen einer elastischen Membran abgeleitet wurde; da es sich aber um sehr kleine Durchbiegungen handelte, mußten zu deren Messung besondere Hilfsmittel (Verschiebung von Interferenzstreifen) angewendet werden. Mit diesem Manometer konnte dem Prüfungsantrage Genüge geschehen; doch beschränkte man sich jetzt nicht darauf, sondern benutzte das einmal vorhandene Manometer, um die Gültigkeit des Boyle-Mariotteschen Gesetzes bis zu sehr kleinen Drucken hinab zu prüfen, ferner die Bedingungen festzustellen, unter denen das arg in Mißkredit geratene Mc Leodsche Manometer auch bei kleinen Drucken noch zuverlässig ist, endlich ging man über den

¹⁾ Vergl. *E. Hagen* und *K. Scheel*. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Festschr. z. 50jährigen Bestehen des Ver. deutsch. Ing. 60—67. Berlin 1906.

Prüfungsantrag insofern hinaus, als man nicht nur die Leistungsfähigkeit der rotierenden Quecksilberluftpumpe bestimmte, sondern auch andere Evakuationsmittel, so insbesondere Kokosnußkohle in flüssiger Luft studierte.

Über die wissenschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Arbeiten der Reichsanstalt soll, soweit sie sich in die drei großen Gebiete der Physik Wärme, Elektrizität und Optik einreihen lassen, in besonderen Artikeln berichtet werden, die indessen auf Vollständigkeit keinen Anspruch erheben sollen; von einigen anderen Arbeiten möge hier kurz die Rede sein.

Noch in die erste Zeit des Aufenthaltes der Technischen Abteilung in den Räumen der Technischen Hochschule fallen zwei wichtige Arbeiten des Präzisionsmechanischen Laboratoriums, von denen die erste darauf zurückzuführen war, daß zur Förderung einer internationalen, einheitlichen Stimmung Stimmgabeln für musikalische, daneben aber auch solche für technische Zwecke Gegenstand der Prüfung in der Reichsanstalt sein sollten. Die wesentliche Aufgabe war hier die Herstellung von Normalstimmgabeln und die Ausarbeitung mehrerer verschiedener Methoden, mittels deren Schwingungszahlen absolut bestimmt werden konnten. Die zweite Arbeit bezog sich auf die für die gesamte Feinmechanik wichtige Einführung und Beglaubigung einheitlicher Schraubengewinde, wichtig insofern, als dadurch die Herstellung, Abänderung und Ergänzung von Apparaten ganz erheblich erleichtert wird. Das von der Reichsanstalt angegebene Mechaniker-Gewinde ist heute vielfach im Gebrauch.

Neuerdings sind im gleichen Laboratorium Versuche über nachträgliche Längenänderungen an gehärtetem Stahl angestellt, die deswegen eine Bedeutung haben, weil fast alle in der Maschinentechnik gebrauchten Endmaßkörper aus diesem Material gefertigt sind. Die Längenänderungen sind darauf zurückzuführen, daß bei dem Prozeß des Härtens Spannungen entstehen, die sich nur sehr langsam und auch nur teilweise wieder ausgleichen. In der Praxis wendet man zur Beseitigung dieser Veränderlichkeit das Verfahren der Temperung an, welches darin besteht, daß man den gehärteten Körper vorübergehend auf eine höhere Temperatur, meist 150° C. erwärmt. Die Untersuchungen in der Reichsanstalt ergaben nun einerseits, daß die durch das Härten verursachte Veränderlichkeit der Endmaße bei aus verschiedenen Bezugsquellen stammenden Körpern sich noch über viele Jahre nachweisen läßt, daß aber eine zehnstündige Temperung bei 150° C. die Längenänderungen sicher zum Stillstand bringt.

In der Physikalischen Abteilung der Reichsanstalt wurden außer den schon oben skizzierten Beobachtungen, die sich an die Ausarbeitung der Methoden zur Messung kleiner Drucke anschließen, eingehende Untersuchungen über die elastischen Eigenschaften der Metalle angestellt. An einer großen Zahl von Körpern aus meist sehr reinem Material wurden teilweise nach verschiedenen Methoden Elastizitätsmodul, Torsionsmodul und Verhältnis der Querkontraktion zur Längsdilatation, an

den gleichen Körpern auch andere physikalische Eigenschaften, wie Elektrizitäts- und Wärmeleitung nach einer von *Kohlrausch* angegebenen Methode gemessen und so für diese bis dahin noch nicht genügend genau bekannten Materialkonstanten zuverlässige Werte aufgestellt. Ein gleiches Interesse bieten die Erscheinungen der elastischen Nachwirkung, die in der Reichsanstalt für Legierungen an der Torsion von Drähten und der Durchbiegung von Platten studiert wurden. Es ergab sich, daß die elastische Nachwirkung bei Legierungen erheblich kleiner ist als bei reinen Metallen und daß man jedesmal eine gewisse vorteilhafteste Legierung kleinster Nachwirkung erhalten kann.

Das Chemische Laboratorium der Reichsanstalt hat vielfach Veranlassung bei den physikalischen Arbeiten anderer Laboratorien hilfreich einzugreifen, es hat aber auch eine große Zahl eigener Untersuchungen mit Erfolg durchgeführt. Seit Bestehen der Reichsanstalt wendet das Chemische Laboratorium der Untersuchung des Glases, insbesondere seiner Verwitterbarkeit unter atmosphärischen Einflüssen, die durch den Alkaligehalt an der Oberfläche bedingt wird, ein großes Interesse zu. Es wurde eine sehr empfindliche Methode, die sogenannte Eosinprobe ausgebildet, mit deren Hilfe es möglich ist, die Verwitterbarkeit in wenigen Tagen, auch quantitativ zu erkennen. Durch die Prüfung der Glasgeräte mittels dieser Methode wurde die Glasindustrie veranlaßt, die Widerstandsfähigkeit ihrer Produkte zu erhöhen. Ein weiteres physikalisch wichtiges Arbeitsgebiet des Chemischen Laboratoriums ist die Darstellung reiner Metalle sowie die Aufdeckung sehr geringer Verunreinigungen in diesen Metallen, welche dessen physikalische und chemische Eigenschaften, Korrosion, Sprödigkeit usw. wesentlich verändern. Die bisherigen Versuche dieser Art erstreckten sich auf Platin, Gold, Eisen, Zink, Cadmium, Blei usw. — Neuerdings ist durch gemeinsame Versuche des Chemischen Laboratoriums und der Werkstatt über die Herstellung verschiedenartiger Metallbeizen ein dringendes Bedürfnis der mechanischen Praxis befriedigt worden.

Die Prüfungstätigkeit der Reichsanstalt ist eine sehr vielseitige. Sie wird in der Weise ausgeübt, daß die Reichsanstalt alle ihr von der Industrie und Technik übergebenen Apparate und Instrumente, soweit das nach physikalischen Methoden geschehen kann, einer Untersuchung unterzieht und das Resultat dieser Untersuchung bescheinigt oder die mit Erfolg vollzogene Prüfung sonstwie — etwa durch Aufstempeln des Reichsadlers — an dem Instrument kenntlich macht. Hierbei kann es sich, wie z. B. bei Fieberthermometern, entweder nur um die Untersuchung handeln, ob ein Instrument innerhalb gewisser, ein für allemal festgesetzter Fehlergrenzen richtig ist, oder aber die Prüfungsbescheinigung kann das Resultat einer Untersuchung zahlenmäßig wiedergeben, mit anderen Worten, sie enthält Mitteilungen darüber, um wieviel ein Meßinstrument in seinen Angaben von der Wahrheit abweicht.

Die Prüfung von Gegenständen durch die Reichsanstalt kann von Industrie und Technik aus zweier-

lei Gründen begehrt sein. Einerseits soll durch die Prüfung der Verkaufswert und die Verkaufsfähigkeit eines Instrumentes erhöht werden, insofern als der Käufer, namentlich auch derjenige im Ausland, meist lieber ein Instrument kauft, dessen Richtigkeit ihm durch die Reichsanstalt verbürgt ist, als ein solches, bei dem er sich nur auf die Angaben des ihm meist unbekannten Fabrikanten verlassen kann. Andererseits läßt die Industrie häufig Gegenstände lediglich zur Feststellung ihrer eigenen Leistungsfähigkeit prüfen, sei es zur eigenen Kontrolle, sei es um den Vorsprung vor der Konkurrenz zu zeigen. Im einzelnen mögen folgende Angaben ein Interesse haben, die indessen die Prüfungstätigkeit der Reichsanstalt nicht erschöpfend wiedergeben.

Im Präzisionsmechanischen Laboratorium werden Teilungen, Endmaße, Leitspindeln für Drehbänke, Schraubennormalien, Kreisteilungen, Stimmgabeln, Gyrometer, Tachometer, Zentrifugen u. a. m. geprüft sowie Bestimmungen der thermischen Ausdehnung und des spezifischen Gewichts der Materialien ausgeführt.

Das Elektrische Laboratorium untersucht Meßapparate für Spannung (Voltmeter), Strom (Ampereometer), Leistung (Wattmeter) und Arbeit (Elektrizitätszähler), ferner Kapazitäten, Induktivitäten, Wellenmesser, Dynamomaschinen und Transformatoren, Isolationsmaterialien, Kabel- und Drahtleitungen, Schalter, Sicherungen und radioaktive Substanzen; weiter für Schwachstrommessungen Normalwiderstände und Normalelemente, Akkumulatoren und galvanische Elemente, endlich magnetische Materialien und Meßgeräte.

Die Zahl der im Laboratorium für Wärme und Druck geprüften Thermometer betrug seit Gründung der Reichsanstalt weit über 300 000, in den letzten 5 Jahren allein etwa 70 000 Stück, von denen der größte Teil auf ärztliche (Fieber-) Thermometer entfällt. Der andere noch recht erhebliche Teil sind Normalthermometer für wissenschaftliche Untersuchungen, Instrumente für meteorologische Zwecke, Siedethermometer für Höhenbestimmungen, Thermometer zur Messung von Meerestiefen, Beckmannsche Thermometer und Thermometer für kalorimetrische Zwecke, Fabrikthermometer usw. Unter ihnen reichen die Quecksilberthermometer, oberhalb 575° als Quarzglas-Quecksilberthermometer, bis 750° und sind für Messungen in höheren Temperaturen unter 20 bis 25 Atmosphären Druck gefüllt. Für tiefe Temperaturen dienen Alkohol, Toluol und Pentan als thermometrische Substanzen. Zu diesen Flüssigkeitsthermometern gesellen sich jährlich fast 1000 Stück Widerstandsthermometer und Thermoelemente, meist aus Edelmetallen mit hohem Materialwert und optische Temperaturmeßvorrichtungen. Endlich werden in dem Laboratorium Kalorimeter, Barometer, technische Druckmesser, Indikatorfedern, Sicherungen für Dampfkessel und Apparate zur Untersuchung von Erdölen auf Entflammungspunkt, Zähigkeit und Zusammensetzung aus verschiedenen hoch siedenden Bestandteilen u. a. m. geprüft.

Im Optischen Laboratorium werden jährlich etwa 1000 Lampen, darunter 100 Normal-(Hefner-) Lampen, meist aber technische Lampen der verschie-

densten Art auf ihre Lichtstärke untersucht, Kohle- und Metallfadenlampen, Nernstlampen, Bogenlampen mit Kohle- und Quecksilberelektroden, Brenner für Gasglühlicht, Petroleum, Spiritus und Acetylen. Ein großer Teil dieser Prüfungen sind sogenannte Dauerprüfungen, durch die die Lebensdauer, bzw. die Helligkeitsabnahme der Lampen im Laufe des Betriebes festgestellt werden soll. Die Zahl der Brennstunden beträgt hierbei jährlich fast eine Viertelmillion. Andere Prüfungen beziehen sich auf Lampenarmaturen, Photometer, Lichtschwächungsvorrichtungen, Projektionsapparate, Quarzplatten für Saccharimeter, Lichtdurchlässigkeit von Glasarten und Fernrohren u. a. m.

Die jährliche Anzahl der Prüfungen in der Reichsanstalt beträgt durchschnittlich etwa 20 000, die Einnahme hieraus gegenwärtig nahezu 100 000 M.

Die Zunahme der Prüfungstätigkeit sowie der Wunsch nach Dezentralisierung hat dazu geführt, für einzelne Massenartikel in der Nähe ihrer Produktionsorte besondere Prüfungsstellen zu schaffen, die bis zu einem gewissen Grade selbständig sind, aber in technischer Hinsicht der Oberaufsicht der Reichsanstalt unterstehen. Am frühesten wurde der Wunsch nach einer solchen Prüfungsanstalt für Thermometer im Herzen Thüringens laut, die als Großherzoglich Sächsische Prüfungsstelle für Glasinstrumente in Ilmenau gegründet wurde und nun fast ebensolange wie die Reichsanstalt selbst besteht. Ihr folgte im Jahre 1898 die Einrichtung der Herzoglich Sächsischen Prüfungsstelle für ärztliche Thermometer in Gehlberg. Beide Anstalten haben in den letzten fünf Jahren zusammen mehr als 350 000 Thermometer geprüft und damit der Reichsanstalt eine erhebliche Arbeitslast abgenommen. — Eine zweite Gruppe solcher Organisationen sind die teils staatlichen, teils städtischen bisher bestehenden acht Elektrischen Prüfstellen in Barmen, Bremen, Chemnitz, Frankfurt a. M., Hamburg, Ilmenau, München und Nürnberg, deren Prüfungstätigkeit sich hauptsächlich auf Elektrizitätszähler erstreckt, wobei teilweise recht erhebliche Zahlen (z. B. im Jahre 1911 München 12 661 Zähler, 630 Tarifuhren, 126 andere Meßgeräte) erreicht werden.

Nach dem Muster der Reichsanstalt sind in neuerer Zeit auch in England (National Physical Laboratory in Teddington) und Amerika (Bureau of Standards in Washington) Staatsinstitute entstanden, und in anderen Ländern ist die Gründung solcher Einrichtungen erwogen worden. In Frankreich werden die entsprechenden Arbeiten zum Teil vom Laboratoire Centrale d'Electricité ausgeführt. Es liegt in der Natur der Sache, daß in Fragen von internationaler, wissenschaftlicher und technischer Bedeutung, so namentlich auf dem Gebiete der Maßeinheiten die großen Anstalten Fühlung miteinander suchen und Hand in Hand arbeiten. Insbesondere ist in allerneuester Zeit die Frage der elektrischen Einheiten durch Konferenzen in Berlin und einen von 22 Staaten beschickten Kongreß in London sowie durch gemeinschaftliche Untersuchungen in Washington, an denen Vertreter der erwähnten vier Institute sich beteiligten, einer allgemein befriedigenden Lösung entgegengeführt.

Die Kanalstrahlen und ihre Bedeutung für die Erforschung der Konstitution der Materie.

Von Dr. H. v. Dechend, Freiburg i. B.

Wenn man ein evakuiertes Glasrohr mit 2 eingeschmolzenen Elektroden mit den Polen einer starken Hochspannungsquelle, z. B. eines Induktatoriums, verbindet, so zeigen sich darin bekanntlich, vorausgesetzt, daß die Luftverdünnung in ihm groß genug ist, die sogenannten Kathodenstrahlen. Diese gehen von der negativen Elektrode (der Kathode) aus geradlinig in den Gasraum hinein, ganz unabhängig davon, wo sich die Anode befindet, und erregen auf ihrer Bahn die Gasreste zum Leuchten und da, wo sie auf die Glaswand treffen, zeigt sich hellgrüne Fluoreszenz. Bringt man in ihre Bahn ein für sie undurchlässiges Objekt, zum Beispiel einen Draht, so zeichnet sich in dem Fluoreszenzfleck scharf und deutlich dessen Schatten ab. Daraus geht hervor, daß diese Strahlen von der Kathode *weggerichtet* sind. Bringt man einen Magneten in die Nähe der Röhre, so läßt sich das ganze Strahlenbündel ablenken: man erkennt dies an der Biegung des bläulich leuchtenden Bündels oder noch besser an der Verschiebung des Fluoreszenzflecks. Läßt man das Bündel zwischen zwei Platten hindurchgehen, von denen die eine positiv, die andere negativ geladen ist, so ändert sich die Strahlenrichtung ebenfalls: der Strahl wird von der negativen Platte abgestoßen, von der positiven angezogen. Beide Versuche zusammen führen zu der bekannten Erklärung der Kathodenstrahlen, der zufolge sie aus sehr schnell von der Kathode wegfliegenden negativ geladenen Teilchen bestehen.

Eine weitere Frage ist: woraus bestehen diese Teilchen, sind es Moleküle oder Atome oder Komplexe von solchen, wie groß ist ihre elektrische Ladung und wie groß ihre Geschwindigkeit?

Der Messung zugänglich ist die Größe der Ablenkung im elektrischen und magnetischen Feld, ferner deren Intensität. Je größer nun die Geschwindigkeit ist, mit der die Teilchen durch diese Felder hindurchfliegen, um so weniger werden diese zur Wirkung kommen können, um so geringer wird daher die Ablenkung sein. Auf der anderen Seite werden die von den elektrischen und magnetischen Feldern ausgeübten Kräfte um so größer sein, je größer die Elektrizitätsmenge ist, mit der das fliegende Teilchen behaftet ist. Je schwerer ferner die Teilchen sind, um so kleinere Wirkung werden die Kraftfelder an ihnen tun können. Jedenfalls erhalten wir durch diese Ablenkungen Beziehungen zwischen Masse, Ladung und Geschwindigkeit der Kathodenstrahlteilchen. Aus diesen relativ einfachen Beziehungen kann man dann unschwer das Verhältnis von Ladung zur Masse, die sog. *spezifische Ladung* (e/m) berechnen, und die Geschwindigkeit. Die Resultate derartiger Messungen waren kurz folgende:

(1) Die Geschwindigkeit der Teilchen ist abhängig von der Spannung, mit der die Röhre be-

trieben wird, und zwar beträgt sie bei einer Spannung von 10 000 Volt zirka $\frac{1}{2}$ der Lichtgeschwindigkeit, $6 \cdot 10^9$ cm pro Sek.

(2) Das Verhältnis der Ladung zur Masse (e/m) ergibt sich zu etwa $1,8 \cdot 10^7$, und zwar ganz gleichgültig, ob das Gas in der Röhre Wasserstoff oder Sauerstoff oder sonst irgendein beliebiges Element ist, ob die Elektroden aus Platin, Aluminium oder sonst einem Metall bestehen. Wir kommen so zu der grundlegenden Erkenntnis, daß die Kathodenstrahlen nicht etwa aus den in der Röhre anwesenden Elementen bestehen, sondern aus einer Substanz, die allen Elementen gemeinsam sein muß.

Es liegt nahe, mit der oben gefundenen Zahl für die spezifische Ladung eine andere zu vergleichen: eine Zahl aus dem Gebiet der Elektrolyse, bei der ja ebenfalls die Stromleitung durch bewegte elektrische Teilchen erfolgt. Die Zersetzung irgendeiner leitenden Flüssigkeit, z. B. der Salzsäure (HCl), durch den elektrischen Strom ist ja nach den heutigen Anschauungen der Elektrochemie in folgender Weise zu deuten:

Die Salzsäure zerfällt in Chloratome und in Wasserstoffatome, diese laden sich elektrisch, sie gehen in sog. Ionen über, die Chloratome in negative, die Wasserstoffatome in positive. Unter dem Einfluß des zwischen den Elektroden bestehenden elektrischen Feldes wandert das negative Chlorion nach der positiven Elektrode, das positive Wasserstoffion nach der negativen Elektrode. Nun wissen wir, wie viel Elektrizitäts-Einheiten nötig sind, um ein Gramm Wasserstoffionen auszuschcheiden. Diese Zahl ist nichts anderes, als das, was wir oben als „spezifische Ladung“ bezeichnet haben. Die spezifische Ladung des elektrolytischen Wasserstoffions ist 10^4 . Vergleichen wir mit dieser Zahl den für Kathodenstrahlteilchen gefundenen Wert $1,8 \cdot 10^7$, so sehen wir, daß der letztere 1800 mal größer ist. Entweder ist also die *Ladung* eines Kathodenstrahlteilchens 1800 mal größer als die des elektrolytischen Wasserstoffions oder die *Masse* des Kathodenstrahlteilchens ist 1800 mal *kleiner* als die eines Wasserstoffatoms. Entscheiden konnte hier nur eine Bestimmung der Ladung oder der Masse unabhängig voneinander. Bei dem elektrolytischen Ion ist die Schwierigkeit nicht groß, da die Masse eines Wasserstoffatoms aus verschiedenen Daten berechenbar ist, und man daher auch die Ladung kennt, die es bei der Elektrolyse mit sich trägt.

Auch bei den Kathodenstrahlteilchen ist die Bestimmung gelungen, dank den genial erdachten Versuchen von J. J. Thomson: Die Ladung der Kathodenstrahlen erwies sich als ganz gleich mit der eines elektrolytischen Wasserstoffions. Damit war entschieden, daß die Kathodenstrahlteilchen eine Masse besitzen, die 1800 mal kleiner ist als die des Wasserstoffatoms. Und zwar ist jedes Element imstande, solche Teilchen von sich abzuspalten, mit andern Worten, *das Kathodenstrahlteilchen* ist ein gemeinschaftlicher Bestandteil sämtlicher Atomarten, *ein allen Stoffen gemeinschaftlicher Baustein*. Die Ladung dieses „Elektron“ genannten Gebildes ist immer dieselbe, und seine Masse ist

immer dieselbe. Die Ladung ist nach den neuesten Bestimmungen $4,8 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische c. g. s.-Einheiten, die Masse der 1800ste Teil eines Wasserstoffatoms.

Die alte Anschauung, daß die kleinsten Teile, in die wir die Elemente zerlegen können, die Atome sind, und daß diese nichts allen Elementen Gemeinsames mehr enthalten, muß nunmehr auf Grund dieser Tatsachen aufgegeben werden. Damit haben wir das Fundament der modernen Anschauungen über die Konstitution der Materie gewonnen. Aber auch nur das Fundament. Wir kennen einstweilen nur eine Art von Baustein, das Elektron. Die anderen, die noch vorhanden sind, kennen wir nicht; wie viele vorhanden sein müssen und wie sie angeordnet sein müssen, um einem Atom gerade die Eigenschaften zu verleihen, die wir an einer bestimmten Atomart, z. B. am Eisenatom, feststellen, wissen wir damit noch keineswegs.

Zur weiteren Entwicklung einer solchen Theorie der Materie hat die Erforschung der Kanalstrahlen eine ähnliche Bedeutung, wie die der Kathodenstrahlen.

Die *Kanalstrahlen* sind in gewissem Sinne das Gegenstück zu den Kathodenstrahlen. Sie lassen sich in einem Entladungsraume der Form Fig. 1

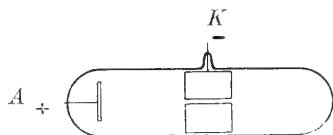


Fig. 1.

relativ leicht beobachten. *K* ist die Kathode, *A* die Anode. Die Kathode *K* ist durchbohrt. Wenn man den Druck hinreichend erniedrigt, so gehen von *K* nach links Kathodenstrahlen, gleichzeitig aber erstreckt sich aus der Bohrung der Kathode nach rechts hinten in den dort befindlichen Gasraum ein leuchtendes strahlenartiges Gebilde. Wo es auf die Glaswand trifft, fluoresziert diese, aber nicht in grüner Farbe, wie beim Auftreffen von Kathodenstrahlen, sondern in braunroter (bei gewöhnlichem Geräteglas wenigstens). Die Strahlen haben in der Kathode einen Kanal zu durchlaufen, ihr Entdecker *Goldstein* hat ihnen deshalb den Namen Kanalstrahlen gegeben.

Die erste Frage nach ihrer Entdeckung¹⁾ war natürlich die, ob sie mit den Kathodenstrahlen verwandt sind. Ein Versuch, sie mit magnetischen Kräften zu beeinflussen, wurde von *Goldstein* selbst angestellt, führte aber zu keinem Resultat. Ebenso wenig gelang eine elektrische Ablenkung. Damit fiel zunächst jeder Anhaltspunkt zu einer Theorie dieser Strahlen weg. In dem Jahrzehnt 1886—1896 entwickelte sich indessen unsere Kenntnis der Kathodenstrahlen und damit der elektrischen Entladung überhaupt, und man begann ein übersichtliches Bild über dieses Gebiet zu bekommen. In dieses Bild paßte es sehr gut hinein, in den

Kanalstrahlen positiv geladene Teilchen zu erblicken.

Der Raum zwischen der Kathode und der Anode eines Entladungsrohrs wird nämlich durch den Kathodenstrahl zu einem guten Leiter. Da nun die Leitfähigkeit eines Gases immer daher rührt, daß die einzelnen Atome oder Moleküle sich in einen positiv und einen negativ geladenen Bestandteil spalten, so folgt daraus notwendig, daß außer den negativen, den Kathodenstrahlteilchen, auch positive Teilchen vorhanden sein müssen. Diese müssen dann durch die elektrischen Triebkräfte auf die Kathode zu getrieben werden. Ist diese durchbohrt, wie im Falle der Figur, so sind diese Teilchen imstande, die Kathode zu durchsetzen und müssen sich auf der anderen Seite strahlenartig im Raume fortbewegen. Wenn *Goldstein* gefunden hatte, daß diese Strahlen nicht magnetisch ablenkbar waren, so konnte dieses möglicherweise auch nur daran liegen, daß die angewandten Magnetfelder nicht stark genug waren. *W. Wien*¹⁾ hat im Jahre 1898 in der Tat den Nachweis führen können, daß die Kanalstrahlen durch hinreichend starke magnetische Felder ablenkbar sind. Gleichzeitig gelang ihm auch der Nachweis der *elektrostatischen* Ablenkbarkeit der Kanalstrahlen. Der Sinn der Ablenkung entsprach, wie zu erwarten, positiv geladenen Teilchen. Aber es zeigte sich sofort eine Schwierigkeit. Nicht der ganze Kanalstrahl war ablenkbar, sondern nur ein Teil. Der Rest blieb unablenkbar und setzte seine Bahn geradlinig fort. *W. Wien* hat erst sehr viel später auch diese Erscheinung aufzuklären vermocht, er wandte sich damals zunächst der Aufgabe zu, die erhaltenen Ablenkungen auch messend zu verfolgen und mit ihrer Hilfe ebenso, wie oben bei den Kathodenstrahlen gezeigt worden ist, den Wert für die spezifische Ladung der Kanalstrahlen und ihre Geschwindigkeit zu bestimmen. *Wien* fand, daß die Geschwindigkeit genau so wie bei den Kathodenstrahlen mit zunehmender Spannung wuchs, und zwar betrug sie für etwa 20 000 Volt Entladungsspannung $2 \cdot 10^8$ cm pro Sekunde, also fast $\frac{1}{100}$ der Lichtgeschwindigkeit, und die spezifische Ladung war gleich 10^4 , genau gleich der des elektrolytischen Wasserstoffions. *W. Wien* hatte in seinen Röhren Wasserstoff; daß sich nun derselbe Wert wie für das elektrolytische Wasserstoffion ergibt, legt daher die Vermutung nahe, daß die *Kanalstrahlen des Wasserstoffs aus nichts anderem bestehen als aus dem elektrolytischen Wasserstoffion*. Kurze Zeit später gelang *W. Wien* auch die Herstellung ablenkbarer Sauerstoffkanalstrahlen. Bei diesen fand sich das Verhältnis der Ladung zur Masse 16 mal kleiner. Die Kanalstrahlen bestanden also demzufolge aus den positiv geladenen Atomen des im Rohr anwesenden hochverdünnten Gases. Damit war auch noch eine andere wichtige Erkenntnis erlangt. Während wir nämlich oben gesehen haben, daß die Träger der negativen Elektrizität — die Elektronen des Kathodenstrahls — immer dieselbe Ladung und Masse besitzen un-

¹⁾ *Goldstein*, Berl. Ber. 39, 691, 1886.

¹⁾ *W. Wien*, Wied. Ann. 65, 447, 1898.

abhängig davon, woraus die Gasfüllung besteht, sind die Kanalstrahlen spezifisch von einander verschieden, je nach der Gasfüllung. Ein positives Elektrizitätselementarquantum (positives Elektron), ähnlich dem negativen, läßt sich also im Kanalstrahl wenigstens nicht nachweisen. (Der Nachweis von solchen „positiven Elektronen“ ist auch auf anderem Wege bisher nicht gelungen.)

Die sehr große Schwierigkeit der Ablenkungsversuche hat weitere Untersuchungen in dieser Richtung für mehrere Jahre hintangehalten. Erst im Jahre 1906 kam dann eine sehr wichtige neue Entdeckung hinzu. Das Licht, das die Kanalstrahlen auf ihrer Bahn aussenden, läßt sich mit Hilfe eines Spektroskops untersuchen: Wasserstoffkanalstrahlen senden das Wasserstoffspektrum aus, Sauerstoffstrahlen das Sauerstoffspektrum usw. Nun besitzen aber die Kanalstrahlenteilchen eine enorme Geschwindigkeit. Das Spektrum, das sie aussenden, muß sich also notwendig wenigstens *etwas* von demjenigen unterscheiden, das ruhende Teilchen aussenden, d. h. den *Dopplereffekt* zeigen: Sämtliche Spektrallinien, welche die Kanalstrahlen aussenden, müssen, vorausgesetzt, daß die in schneller Bewegung befindlichen Teilchen es sind, welche das Licht aussenden, eine kleine Verschiebung nach dem violetten oder roten Ende des Spektrums zu erlitten haben, je nachdem die Strahlen auf das Spektroskop zu laufen oder von ihm weg. Eine strenge spektroskopische Untersuchung hat dann auch in der Tat gestattet, diesen Effekt nachzuweisen. *Johannes Stark* — damals in Göttingen — hat das Verdienst diese sehr wichtige Entdeckung gemacht zu haben¹⁾. Nicht nur an Wasserstoff- und Sauerstoffkanalstrahlen ließ sich der *Dopplereffekt* nachweisen, sondern auch an einer Reihe anderer Gase und Dämpfe. Die Deutung der gefundenen Resultate war aber eine unsichere. *W. Wien* hatte nämlich inzwischen auch die Natur der unablenkbaren Teile der Kanalstrahlen aufzuklären gesucht und dabei folgendes festgestellt: Er nahm zunächst dem Kanalstrahl durch ein erstes Magnetfeld seine ablenkbaren geladenen Teilchen weg und der unablenkbare Rest trat ein kurzes Stück später abermals in ein magnetisches Feld, und es zeigte sich, daß er nunmehr zum Teil ablenkbar geworden war. Behandelte er den vorher ablenkbaren Strahl in üblicher Weise, so zeigte sich, daß dieser teilweise unablenkbar geworden war. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß in einem Kanalstrahl ein fortwährender Wechsel zwischen geladenem und ungeladenem Zustand der Teilchen stattfindet. Da man aber jetzt nicht mehr wissen konnte, was bei den Starkschen *Dopplereffekt*-Versuchen nun das leuchtende gewesen war, das positive oder das neutrale Atom, also die Centren der Lichtemission hypothetisch blieben und damit alle Folgerungen für die Optik zweifelhaft wurden, war man darauf angewiesen, um die Grundlagen der Kanalstrahlenforschung sicherzustellen, auf die Wiensche Methode der Ablenkung im elektrischen und magnetischen Felde

wieder zurückzugreifen¹⁾. Zunächst ist *J. J. Thomson* in Cambridge mit solchen Versuchen hervorgetreten. Die Ergebnisse seiner Versuche standen aber zunächst in vollstem Widerspruch mit den Wienschen und haben jahrelang eine außerordentliche Unsicherheit in dieses Gebiet gebracht. *Thomson* fand nämlich, daß in seinen Röhren nur Kanalstrahlen von Wasserstoff vorkamen, ganz gleich, ob er dieses Gas oder irgendein anderes in dieselben einfüllte. Nur Helium bildete eine Ausnahme. *Thomson* zog aus seinen Ergebnissen im Gegensatz zu den Resultaten der Wienschen und Starkschen Untersuchungen, die ja die Existenz von Sauerstoff- und anderen Kanalstrahlen gezeigt hatten, den Schluß, daß alle Elemente, wenn sie derartigen Bedingungen unterworfen sind, Wasserstoffkanalstrahlen aussenden, was unzweifelhaft ein ganz außerordentlich wichtiges Resultat gewesen wäre. Obwohl *Wien* den Arbeiten *Thomsons* seine früheren abweichenden Resultate entgegenhielt, blieb *Thomson* bei seinen Ansichten und fand in vielen weiteren Versuchen noch Stützen dafür. Es ist begreiflich, daß daraufhin das Problem im Jahre 1910 von verschiedenen Seiten in Angriff genommen wurde. Die Entscheidung fiel durchaus im Sinne der Wienschen Auffassung aus. Solche Versuche wurden von *Gehrcke* und *Reichenheim*, *I. Königsberger* und seinen Schülern *Kilchling* und *Kutschewski* und vom Verfasser in Gemeinschaft mit *W. Hammer* durchgeführt. Sie brachten durch die Anwendung der modernen Mittel der Hochvakuumtechnik eine wesentliche Verfeinerung der Messungen und lieferten eine hinreichend sichere Grundlage für die weitere Entwicklung. Die Existenz einer Reihe von Ionenarten von verschiedenen Elementen in den Kanalstrahlen wurde sichergestellt, und es besteht kein Zweifel mehr, daß es möglich ist, jedes Element in Kanalstrahlenform überzuführen. Kurz nach der Veröffentlichung dieser Arbeiten gab *Thomson* ganz neue Versuche bekannt, auf Grund deren er nunmehr selbst zu der Wienschen Auffassung zurückkehrte, so daß man schließen darf, daß nunmehr auf diesem Gebiete völlige Uebereinstimmung erzielt ist. Nur eine Divergenz bestand noch darin, daß die Kanalstrahengeschwindigkeit, wie *Thomson* und im Anschluß an ihn auch andere gefunden hatten, merkwürdigerweise unabhängig war von der Entladungsspannung. Später konnte jedoch festgestellt werden, daß das normalerweise nicht der Fall ist und nur unter Umständen bei komplizierten Bedingungen eintreten kann. Diese Frage rief dann den Versuch einer direkten Geschwindigkeitsmessung hervor. Eine solche ist von *W. Hammer* durchgeführt worden durch direkten Vergleich der Zeit, die ein Kanalstrahl braucht, um eine Länge von etwa 50 cm zu durchlaufen, mit der Zeit, in der ein sehr schnell schwingendes Wechselfeld seine Richtung ändert. Die sehr schwierigen Versuche haben einen

¹⁾ Zusammenstellung der ganzen Literatur bis 1911 im Bericht über die Kanalstrahlen im elektrischen und magnetischen Feld von *H. v. Dechend* und *W. Hammer*, Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik VIII, S. 34, 1911.

¹⁾ *J. Stark*, Annalen der Physik, 21, S. 401, 1906.

noch hypothesenfreieren und greifbareren Beweis für die Natur der Kanalstrahlen geliefert, als die Ablenkungsversuche allein. Es sei erwähnt, daß die zur Messung benutzten Teilchen eine Geschwindigkeit von $2,51 \cdot 10^{-8}$ cm pro Sekunde besaßen und dementsprechend Zeiten von 10^{-7} Sekunden genau zu messen waren. Gleichzeitig dienten sie zu einer exakten Bestimmung der spezifischen Ladung der Wasserstoffkanalstrahlen, deren Ergebnis bis auf 3—4 % mit dem Wert für das elektrolytische Wasserstoffion übereinstimmte.

Die Bedeutung der Tatsache, daß jedes Element in Kanalstrahlenform übergeführt werden kann, also jede Atomart mit einer Geschwindigkeit, die etwa ein Hundertstel der Lichtgeschwindigkeit beträgt, abgeschossen werden kann, ist nicht leicht zu überschätzen. Man weiß, daß die α -Strahlen, welche radioaktive Substanzen ausschleudern, nichts anderes sind, als sehr schnell bewegte, positiv geladene Heliumatome. Die Kanalstrahlen erlauben uns also gewissermaßen künstliche α -Strahlen herzustellen, und zwar nicht nur aus dem chemisch trägen Gase Helium, sondern aus jedem beliebigen Element. Zwischen beiden Strahlarten besteht aber ein sehr großer Unterschied darin, daß die Kanalstrahlen trotz ihrer sehr viel geringeren Geschwindigkeit auf phosphoreszierenden Substanzen Leuchten erregen, Gase leitfähig machen, auf die photographische Platte wirken usw., während die sehr viel schnelleren α -Strahlen, wenn sie auf eine Geschwindigkeit herabgesunken sind, die sogar zehnmal größer sein kann, als die der schnellsten Kanalstrahlen, von diesen Wirkungen keine einzige mehr ausüben können. Gerade die Aufklärung dieses merkwürdigen Unterschiedes wird einen wichtigen Beitrag zu einer Theorie der Konstitution der Materie zu liefern vermögen.

Das Studium der Kanalstrahlen hat neuerdings ein Anwendungsgebiet von größter Bedeutung für die Chemie erschlossen. Jedes Element vermag, wie gesagt, in Kanalstrahlenform übergeführt zu werden. Wenn wir also in ein Rohr, etwa von der Form der Fig. 1, ein Gasgemisch einfüllen — wir brauchen dazu außerordentlich wenig, da der Druck ja höchstens einige hundertstel Millimeter beträgt —, so muß jeder seiner Bestandteile im Kanalstrahl nachweisbar sein. Erzeugen wir also in dem Rohr einen solchen und bringen ihn in ein Magnetfeld, so zerfällt das Kanalstrahlenbündel in einzelne Teile. Wir messen deren Ablenkung und erhalten aus der Größe der Ablenkung direkt das Atom- oder Molekulargewicht der betreffenden Elemente, aus denen das Gemisch besteht. Vergleichen wir diese mit der Atomgewichtstabelle, so wissen wir, woraus sich der Gasinhalt des Rohres zusammengesetzt hat. Der naheliegende Gedanke, die Ergebnisse der Kanalstrahlenforschung in diesem Sinne zu verwenden, ist wohl zuerst von Thomson ausgesprochen worden¹⁾. Seine Ausführung ist allerdings keineswegs so einfach, wie es hier beschrieben ist. Gerade die Tatsache, daß ein Experimentator wie Thomson vor einigen Jahren nicht im-

stande war, andere Kanalstrahlen nachzuweisen, als die des Wasserstoffs, zeigt am deutlichsten, mit welcher großen Schwierigkeiten hier zu rechnen ist. Wie weit die Methode zu führen vermag und wie weit sie verbessert werden kann, muß die nächste Zukunft lehren. Wenn sie das hält, was sie theoretisch verspricht, so ist ein *analytisches Hilfsmittel gewonnen von einer Feinheit, wie es die Spektralanalyse nicht entfernt liefern kann*. Wenn man bedenkt, daß man durch mikroskopische Betrachtungen der Phosphoreszenzschirme, auf die die Strahlen auffallen, ein einzelnes Atom nachweisen kann — dieser Nachweis ist von W. Hammer und dem Verfasser durch die Beobachtung der scintillatorischen Phosphoreszenz geführt worden —, so kann man sagen, daß die untere Grenze der Empfindlichkeit tatsächlich das einzelne Atom ist. Die Methode gestattet aber nicht nur den quantitativen Nachweis irgendeiner Substanz, sondern sie liefert gleichzeitig auch deren Atomgewicht. Bei Aufindung irgendwelcher neuen Elemente oder Verbindungen ergibt sich daher sofort eine ihrer wichtigsten Konstanten und ihre Stellung im periodischen System der Elemente. Die Methode wird vielleicht ihre größte Rolle bei der Chemie der radioaktiven Elemente zu spielen berufen sein.

Da ferner die Temperatur der Kanalstrahlen dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit proportional ist, also für mittlere Entladungsspannungen ungefähr 10 Millionen Grad beträgt, so eröffnet sich außerdem noch der Ausblick auf eine Chemie der extremsten Temperaturen.

Auch dieses Gebiet ist bereits nicht ohne Erfolg betreten worden.

Zellforschung und Entwicklungsgeschichte.

Von Privatdozent Dr. Julius Schaxel, Jena.

Der biologischen Forschung ist es bei dem gegenwärtigen Stande ihrer Technik oft unmöglich, ihre Resultate allein durch die Untersuchung lebender Objekte zu gewinnen. Wo die Lebensvorgänge nicht unmittelbar verfolgt werden können, muß der Umweg über die Leiche gemacht werden. Das ist z. B. der Fall, wenn die intracellulären Prozesse bei der Entwicklung eines tierischen Individuums ermittelt werden sollen. Durch Fixierung der Stadien halten wir den Fluß der Veränderungen in Etappen auf, um rasch Enteilendes und Unsichtbares dauernd sichtbar zu machen. Die so erhaltenen Momentbilder dürfen nur als Indizien gelten für Zustände, die der direkten Beobachtung entzogen sind. Wenn wir uns dessen bewußt sind, so mag es einstweilen dahingestellt bleiben, in welcher Weise das angewandte Präparationsverfahren (Fixierung, Härtung, Konservierung, Einbettung, Färbung) das Objekt verändert hat. Wir sind trotz der künstlichen Veränderungen imstande, die vitalen festzustellen, indem wir aus dem verschiedenen Verhalten desselben Objekts zu verschiedenen Zeiten bei gleichbleibender Technik auf vitale Veränderungen schließen. Die Vergleichung der in Reihen

¹⁾ J. J. Thomson, Philosophical Magazine 1911.

geordneten Momentbilder zeigt den Wechsel in der Konstellation der Teile. Aus den erstarrten Phasen ergeben sich dann die Bewegungen des Vorganges. Die Cytologie interpretiert hier also Prozesse. Sie treibt Physiologie nach morphologischen Indizien. Wo sich die Zellforschung im Dienste der zahlenmäßigen Chromosomenprobleme darauf beschränkt, die Lokalisation der chromatischen Substanz während der Kernteilung auf ihr exaktes Zustandekommen zu prüfen (Individualität der Chromosomen), oder wo der Zellfärber sich mit der Freude an der Buntheit seiner Microsomen begnügt, wird die in Material und Technik begründete Grenzstellung der Cytologie nicht bemerkt und man findet es darum auch müßig, ihr methodisch gerecht zu werden.

Die modernste Biologie steht im Banne einer Idee, die zwar bei uns geboren ist, aber doch erst mehr und mehr Gläubige gewinnt, seit sie von Amerika aus nachdrücklich genug empfohlen wird. Die gewiß aussichtsreiche Hoffnung, daß der Organismus als chemische Maschine zu verstehen sein werde, droht zu einer viel zu radikalen Vernachlässigung alles Morphologischen auszuarten. So verkündet unter dem Druck dieser Idee die sog. „neue Zellenlehre“, daß von der Zelle als organischer Einheit nicht mehr die Rede sein könne, und der postulierten Chemie der lebenden Substanz ist es beinahe unbequem, daß diese Substanz die Neigung hat, in Form von Zellen aufzutreten. Man beabsichtigt anscheinend ein physiologisches Gegenstück zu der morphologischen Einseitigkeit zu liefern, die zu Beginn der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts den Organismus schlechthin als die Summe der ihn zusammensetzenden Zellen ansah. Gewiß sind physiologische Betrachtungen möglich, die des Zellenbegriffes entbehren können; aber gerade für die Entwicklungsvorgänge wird erst dann ein Entscheid zu treffen sein, wenn besonders darauf gerichtete Untersuchungen die Frage ventilieren haben, inwieweit die ontogenetischen Vorgänge von dem cellulären Prinzip beherrscht sind, d. h. in welchem Maße die in den Einzelzellen ermittelten Prozesse das Verhalten des Keimganzen bedingen.

Zur Ermittlung des Zusammenwirkens der Zellbestandteile während des Zellenlebens sind wir auf die cytomorphologische Forschung angewiesen. Auch bei der in-vitro-Kultur lebender Gewebsteile ist zur feineren Untersuchung das an die Abtötung gebundene Präparationsverfahren unumgänglich, dessen methodologische Bedeutung wir eingangs kennzeichneten. Erst muß auf diesem Wege die allgemeine Erscheinung und die Struktur der organischen Maschine aufgedeckt werden, ehe die in ihr vor sich gehenden physikalisch-chemischen Vorgänge untersucht werden können. Nur im Rahmen des cytomorphologisch Ermittelten ist die Arbeit der physikalisch-chemischen Analysis zu leisten.

Die Ergebnisse der cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge seien durch den Hinweis auf einige Beispiele erläutert, die zugleich ein

Licht auf die Frage nach der Bedeutung des cellulären Prinzips für die Ontogenese werfen¹⁾.

Die Furchung der Ringelwürmer geht nach dem Spiraltypus vor sich, d. h. es kommt beim Übergang des 4-Zellen-Stadiums in das von 8 der eine Zellkranz auf den anderen nicht so zu liegen, daß Zelle auf Zelle und Zellgrenze auf Zellgrenze sich befindet, sondern die Zellen trennen sich derart voneinander, daß auf den Zellgrenzen des einen Kranzes die Zellen des anderen abgelagert werden. Da die seitliche Verschiebung bei einem bestimmten Standpunkt des Betrachters im Sinne des Uhrzeigers erfolgt, so spricht man von einem rechtswendigen Teilungsschritt. Der nächste Teilungsschritt geht in der entgegengesetzten Richtung, also linkswendig vor sich, und weiterhin findet ein regelmäßiges Abwechseln rechts- und linkswendiger Teilungen statt. Untersuchen wir bei dem Ringelwurm *Aricia* die Sachlage cytologisch, so finden wir, daß die Furchungsteilungen von der Eizelle ihren Ausgang nehmen, die eine eigentümliche asymmetrisch-exzentrische Lokalisation ihres Inhalts aufweist. Wir stellen weiter fest, daß diese Lokalisation während der Eibildung unter dem Einfluß des Oocytenkerns zustande gekommen ist und daß das Spermatozoon bei der Besamung nichts daran ändert. Während die Hauptmasse des Eileibes von bestimmt geschichtetem Dotter erfüllt ist, beobachten wir asymmetrisch und exzentrisch gelegen einen dotterarmen Bezirk von der Gestalt eines Ellipsoids, dessen Mitte der Kern einnimmt. In diesem Bezirk beginnen die Teilungsbewegungen so, als würde eben durch ihn die zu teilende Zelle vorgestellt. Die übrigen Zellpartien werden um so weniger in das Teilungsgetriebe einbezogen, je weiter entfernt sie von dem Teilungsbezirk liegen. So fällt die erste Teilung in bestimmter Weise inäqual aus. Indem nun die Blastomeren die Inhaltsanordnung des Eies übernehmen, herrscht für die ferneren Teilungen hinsichtlich ihres Ortes, ihrer Richtung und ihrer Größe eine wesentliche Übereinstimmung mit der ersten Teilung. Jede Teilung geht nach Maßgabe der Bedingungen in der sich teilenden Zelle selbständig vor sich. Die Lage der Blastomeren im Keim ist auf den Ausfall der Teilungen nur insofern von Einfluß, als die gegenseitige Abplattung der Zellen ihre Form und dadurch die Anordnung ihres Inhaltes mitbedingt. Es kommt also der Spiraltypus der Furchung durch Faktorenkomplexe zustande, die bei jeder einzelnen Teilung gleichartig wirksam sind. Die Spiralfurchung ist die Resultante aus gleichsinnig verlaufenden Einzelereignissen, in denen die Lebensbetätigung der den Keim zusammensetzenden Einzelzellen besteht.

Es lassen sich Maßnahmen treffen, daß im *Aricia*-Ei die asymmetrisch-exzentrische Lokalisation der Substanzen aufgehoben oder über die Norm gesteigert wird. Dann sind statt der normal

¹⁾ Näheres in meinem Versuch einer cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge. Erster Teil in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. Bd. 34, 1912. Zweiter Teil ebenda Bd. 35, 1913. Ein dritter und vierter Teil folgen in Bälde.

inäqualen' adäquale oder übermäßig inäquale Teilungen zu beobachten, die die Kennzeichen der Spiralfurchung vermissen lassen und sich dem Radiär- oder Discoidaltypus nähern.

Entsprechendes wie für die Spiralfurchung des Ringelwurms *Aricia* ergibt sich für die der Schnecke *Pleurobranchaea*. Hier besteht zwar nicht von Anfang an eine Volumendifferenz unter den Blastomeren, wohl aber sind Unterschiede hinsichtlich des Inhalts festzustellen, die zunächst in der Sonderungsrichtung und erst im Weitergang der Teilungen in der Größe der Teilstücke zum Ausdruck kommen.

Die Furchung des Seeigels *Strongylocentrotus* und Seesterns *Asterias* zeigt, wie die anfänglich gleiche prospektive Potenz der Eiteile und die Äqualität der Teilungen, die folgende vorübergehende Inäqualität und die endgültigen Unterschiede in der Verteilung der prospektiven Potenzen im Zusammenhang stehen mit dem Substanzbestand und dem entsprechenden Verhalten der Einzelzellen.

Aus den bisher angeführten Beispielen erhellt, daß die Anordnung der Zellen im Keime während der Furchung durch Faktoren bedingt wird, die im Ei und dann in den einzelnen Blastomeren liegen. Es wird nun zu ermitteln sein, in welcher Weise die Bestandteile der Einzelzelle sich betätigen. Ferner erhebt sich die Frage nach den cytomorphologischen Ergebnissen über die der Furchung vorausgehende Geschlechtszellenbildung und die ihr folgende histologische Differenzierung der Organanlagen. Alles, was hierüber festzustellen ist, findet seinen allgemeinsten Ausdruck in den Beziehungen von Kern und Zelleib, in der Wechselwirkung der in diesen Territorien lokalisierten Substanzen.

Bei der Geschlechtszellenbildung, besonders bei der Eibildung, und bei der histologischen Differenzierung handelt es sich um die Produktion von Plasma und Plasmaderivaten (Sekrete verschiedenster Art, fibrilläre Differenzierungen usw.). Die Produktion geht im Zelleib oder als Abscheidung aus dem Zelleib vor sich; aber der Kern nimmt daran in ganz bestimmter Weise teil. Die Untersuchung der verschiedensten Objekte hat mit Sicherheit die zeitliche Folge und die Örtlichkeit der Produktionsprozesse in der Zelle konstatieren lassen. Alle produktiven Leistungen der Zelleibsubstanzen werden durch Vorgänge eingeleitet, die im Kern ihren Anfang nehmen. Ferner ist das Verhalten der Zellbestandteile vor und nach der Produktion ein bestimmtes und die Lebensgeschichte der Zelle auf diese nicht umkehrbare Reihenfolge der Vorgänge beschränkt, wenngleich sie in manchen Fällen eine mehrmalige Wiederholung zuläßt. Das ist das Wesentliche. Im Spezialfall offenbaren die Erscheinungen entsprechend der Mannigfaltigkeit der organischen Gebilde vielfache Verschiedenheiten.

Wo sich die Zellen einfach vermehren, z. B. während der Vermehrungsphase der Geschlechtszellenbildung, während der Furchung, in den Meristemen der Pflanzen, oder wo Zellmaterial undifferenziert verhartet, z. B. in der präpygidialen

Wachstumszone der Ringelwürmer oder in den Regenerationsherden zeigen die in Teilungsrue befindlichen Zellkerne ein besonderes Aussehen. Sofern nicht in Erwartung oder in der Folge einer Teilung formierte Chromosomen vorhanden sind, enthält der Kern ein saftreiches Reticulum, nur blaßfärbbares Chromatin und keine oder wenig färbbare Nucleolen.

Bevor dann bei allen auf der Produktion von Plasmaderivaten beruhenden Differenzierungen im Zelleib sich irgendwelche Veränderungen wahrnehmen lassen, ist im Kern eine Anreicherung von Chromatin zu bemerken. In vielen Fällen gelangt ein Übertritt chromatischer Substanzen aus dem Kern in den Zelleib zur Beobachtung. Der Kernaktion folgen die produktiven Leistungen des Cytoplasmas. Dabei spielt ein neuerdings viel genannter Bestandteil des Cytoplasmas, die Mitochondrien und Chondriosomen namentlich bei der Sekretbildung und bei fibrillären Differenzierungen eine Rolle. Die Entwicklung eines einzigen Tieres, z. B. des Ringelwurmes *Aricia*, gewährt Einblicke in das Verhalten der Zellen in den verschiedenen Geweben, besonders auch in das Schicksal der Zellbestandteile nach Abschluß der Wachstums- und Differenzierungsvorgänge. Die larvalen Hautdrüsen sind nach einmaliger Sekretbildung erschöpft, indem ihr Kern nach der Chromatimission der Degeneration verfällt. Die die Borstensubstanz bildenden Zellen der Parapodien sind zu mehrmaliger Produktion fähig. Ihre Kerne wiederholen nach periodischen Ruhepausen die Emission. In den Darmzellen, den Muskelbildnern und vielen anderen Geweben nimmt der Kern nach der Produktion vorausgehenden Aktivitätsphase eine Struktur an, die er während der Funktion der von diesen Zellen und ihren Derivaten zusammengesetzten Organe beibehält. Solche Kerne sind in verschiedenen ausgebildeten Geweben einander sehr ähnlich. Sie sind kleiner als die Kerne produzierender Zellen und enthalten spärliches auf einem Reticulum in Anhäufungen verteiltes Chromatin und einen verhältnismäßig großen Nucleolus. Wir finden sie in denjenigen somatischen Zellen, die sich physiologisch betrachtet auf den Betriebsstoffwechsel beschränken.

Während der Furchung und in den Organanlagen vor der Produktion sehen wir nur wohl individualisierte Zellen. Erst während der Produktion kommt es in manchen Fällen, wie in den Borstendrüsen von *Aricia*, zu einem von den Kernen der Ausgangszellen beherrschten Syncytium oder es treten zugunsten des von vielen Zellen gelieferten kontinuierlichen Gebildes die Bildnerinnen zurück, wie es die Muskelbildung von *Aricia* zeigt.

Die vorhin aufgeworfene Frage, in welchem Maße die in den Einzelzellen durch die Cytomorphologie ermittelten Prozesse das Verhalten des Keimorganen bedingen, beantworten wir auf Grund der angedeuteten Untersuchungsergebnisse folgendermaßen: Die Furchung erscheint als die Ausführung der in der Eibildung geleisteten Vorentwicklung. Im Verlaufe der Entwicklung er-

geben sich die die Furchung bestimmenden Keimbezirke Schritt für Schritt für jede Teilung, so daß das Verhalten des Keimganzen nur die Resultante aus dem gleichsinnigen Verhalten der Einzelzellen darstellt. Bei den Differenzierungsprozessen der Organbildung wirken die Zellbestandteile stets in prinzipiell derselben Weise zusammen. Es handelt sich immer um die Kooperation zweier Substanzgruppen, zu deren Zustandekommen eine räumlich und quantitativ bestimmte Zuordnung notwendig ist, eben um aus Kern und Zelleib bestehende Zellen. Allein mit der Zellformation der Furchung und der Zellproduktion der Organbildung sind die ontogenetischen Erscheinungen nicht aufgezählt. Über die die Blastomeren zusammendrängenden Kräfte und über die Zellverschiebungen und Zellbewegungen, wie sie z. B. zwischen dem Furchungsende und der Formierung der Organanlagen stattfinden, vermag die Cytomorphologie nichts zu ermitteln. Es sind das rein physiologische Fragen, über die mit unserer Methode nichts ausgesagt werden kann, weil dazu ihre theoretischen und technischen Mittel nicht ausreichen. Nicht sachliche, sondern methodische Gründe beschränken hier also den Geltungsbereich des cellulären Prinzips.

Mancherlei Ausblicke eröffnen sich bei der cytologischen Betrachtung entwicklungsgeschichtlicher Vorgänge. Nur auf zweierlei sei hier noch hingewiesen.

Die Entwicklungsmechanik gibt einem neuen Vitalismus Nahrung, wenn sie dem äußeren Anschein nach nicht Weiteraufzulösendes als Unauflösbares ansieht. Man hat in der Tat auf Grund entwicklungsmechanischer Versager eine zum Verzicht auf weitere Forschung verleitende Autonomie des Lebens proklamiert. Das Beispiel der Spiralfurchung lehrt aber, daß die einfachen Mittel der Cytomorphologie die Analysis weiter und tiefer zu treiben gestatten, indem sie die als Ganzes schwer verständliche Erscheinung in Partialkomplexe wesentlich gleichartiger Wirkungsweisen zerlegen.

Für die Frage nach sogenannten Vererbungs-substanzen sind die cytomorphologischen Ergebnisse sicher von größter Bedeutung. Auf den ehemals angestrebten Entscheid, ob den Kernsubstanzen ein Vererbungsmonopol zukomme, oder ob Caryo- und Cytoplasma zusammen die gleiche oder jedes seine eigene Rolle bei der Vererbung spiele, wird zugunsten einer erneuten Klärung der Begriffe Entwicklung, Determination und Vererbung zu verzichten sein. Man wird natürlich erst dann nach vererbenden Substanzen zu suchen haben, wenn man sich entschließt, aus der Gesamtheit der Entwicklungsvorgänge einen bestimmten Komplex als Vererbungsmechanismus zu isolieren. An dieser Stelle soll darauf nicht näher eingegangen werden, da dergleichen im dritten Teil meiner oben zitierten cytologischen Analysis der Entwicklungsvorgänge eine ausführliche Behandlung erfährt.

Auf jeden Fall haben wir bereits festgestellt, daß die Furchung nur die Ausführung der in der Eibildung geleisteten Vorentwicklung darstellt. Die Beherrschung der ersten Entwicklung durch rein mütterliche Faktoren muß da zu denken geben,

wo sich reziproke Bastarde verschieden verhalten. Bei beiden Kombinationen ist zwar, sofern Amphimixis eintritt, die Kernkonstitution die gleiche, aber der Furchungsverlauf kann sehr wohl ein verschiedener sein. Wenn dann die Kerne bei der Organbildung zur Aktion kommen, so haben sie in den beiden Fällen eine verschiedene Anzahl von Teilungen, vor allem aber eine verschiedene Ernährung während ihrer inaktiven Phase hinter sich und ein verschieden beschaffenes Cytoplasma zur Produktionsanregung zur Verfügung. Es sind also genug Bedingungen gegeben, die zu einer erheblich differenten Entwicklung führen können.

Die in den Verlauf der Entwicklung wiederholt eingeschobenen Inaktivitätsphasen der Zellkerne, in denen eine Stoffentnahme aus dem sie umgebenden Plasma, mittelbar aus dem Medium der Zellen statthat, sind bedeutsam als Gelegenheiten für Induktionen, die auf die folgenden Produktionsvorgänge verändernd einwirken. Soll von Vererbung gesprochen werden, so sind diese Zeiten der Vorbereitung als sensible Phasen für vererbungsändernde Einflüsse namhaft zu machen. Wir kennen eine solche Phase während der Chromosomenrekonstruktion in der wachsenden Oocyte, während der Furchung und in den sich unproduktiv verhaltenden Zellen etwaiger Wachstumszonen und Regenerationsherde. Während des Eiwachstums mögen Induktionen statthaben, deren Effekt uns als Mutation des aus dem Ei entwickelten Individuums entgegentritt. Verschiedenartige Beeinflussung freilebender Furchungsstadien, in deren Kernen die Amphimixis sich allmählich vollzieht, kann die Potenzen der väterlichen und der mütterlichen Anteile in mannigfacher Weise fördern oder hemmen, so daß wir Tiere von patroklinen, matroklinen oder Misch-Charakteren erhalten. Einwirkungen auf die inaktiven Reserven der Wachstumszone und Regenerationsherde geben zu Mißbildungen verschiedener Art Anlaß.

Die auf bestimmte technische und theoretische Mittel angewiesene cytomorphologische Forschung ist, wie die angeführten Beispiele zeigen, sehr wohl geeignet, Einsicht in die Entwicklungsvorgänge zu geben, namentlich auch deswegen, weil die experimentellen Eingriffe in den normalen Verlauf (die entwicklungsmechanischen Versuche) nur mit ihrer Hilfe eine hinreichende Analysis erfahren können. Dazu ist es freilich unerlässlich, daß die Voraussetzungen und Ziele eine genügende Klarstellung erfahren. Die Bedeutung der Zellenlehre für die Entwicklungsgeschichte erhellt dann von selbst.

Sedimentpetrographie im Dienste der Paläogeographie¹⁾.

Von Dr. K. Andrée, Marburg i. H.,

Privatdozent für Geologie und Paläontologie an der Universität.

Paläogeographie im weitesten Sinne des Wortes ist der Inbegriff alles dessen, was man als Natur-

¹⁾ Vorliegende Mitteilung ist ein kurzer Auszug aus einer längeren, im Druck befindlichen Abhandlung, welche auch die nötigen Literaturangaben bietet.

geschichte der Vorzeit bezeichnen könnte, soweit sie sich auf an der Erdoberfläche haftende Vorgänge bezieht. Fast jeder Geologe und jeder Paläontologe trägt daher durch seine Arbeit Bausteine herbei, welche das Gebäude dieser so umfangreichen Wissenschaft vergrößern und verstärken. Paläogeographie als Wissenschaft ist erst jungen Datums, und dennoch ist ihr bereits eine ganze große Literatur gewidmet worden. Beschränkten sich die ersten paläogeographischen Versuche darauf, die Grenzen der Festländer und Meere der Vorzeit festzulegen, wobei schon frühzeitig das Problem der Permanenz der Ozeane auftrat, so sind neuerdings viele andere Aufgaben hinzugetreten, z. B., um nur einiges herauszugreifen, die Verbreitung von Vulkanismus und Gebirgsbildung in der Vorzeit, das Auftreten von Eiszeiten, der Ablauf und die Wiederholung von Abtragungszyklen, die Meerestiefen und der Verlauf der Meeresströmungen der Vorzeit, Paläoklimatisches und vieles andere mehr. Die nicht zu umgehende Basis aller dieser Untersuchungen ist aber eine genaue Zeitbestimmung der Erscheinungen der Vorzeit, weil erst eine sichere Erkenntnis der Gleichzeitigkeit, beziehungsweise des direkten Aufeinanderfolgens bestimmter Vorgänge die Verbreitung derselben und ihre kausalen Zusammenhänge ergibt. Während absolute Zeitbestimmungen von Erscheinungen der Vorzeit in völlig einwandfreier Weise bis heute noch nicht gelungen sind, haben wir doch Mittel, eine relative Zeitbestimmung auszuführen, d. h. mit Sicherheit zu bestimmen, ob eine Schicht, ob ein geologischer Vorgang älter oder jünger als eine andere Schicht, als ein anderer Vorgang ist. Diese relative Zeitbestimmung ist Sache der Stratigraphie oder Formationskunde, welche ihrerseits mit Hilfe der Lagerung der Gesteine und mit ihrem fossilen Inhalte, den Leitfossilien, arbeitet. Sogenannte „geologische Zeiten“ sind aber eher Millionen als Tausende von Jahren; und es ergibt sich schon hieraus, daß eine Paläogeographie von wissenschaftlichem Wert erst entstehen konnte, nachdem die Stratigraphie ihren jetzigen hohen Stand der Entwicklung erreicht hatte, und daß erst in kommenden Zeiten mit der weiteren Verfeinerung ihrer Methoden und ihrer Schichtgliederungen Bilder von der Erdoberfläche vergangener Zeiten und ihrer Erscheinungen entworfen werden können, die wirklich Momentaufnahmen darstellen und nicht übereinandergeprägte Sammelbilder aus einem langen Zeitraum. Das Ideal der Paläogeographie, von dem wir noch recht weit entfernt sind, muß daher sein, von jedem durch stratigraphische Forschungen unterscheidbaren Zeitabschnitt, und mag derselbe durch eine noch so dünne Schicht repräsentiert werden, ein geographisches Bild zu entwerfen.

Unter den Methoden, welche die Paläogeographie anwendet, sind besonders zwei zu unterscheiden, die petrographische und die paläontologische. Die paläontologische Methode ist viele Jahrzehnte hindurch fast ausschließlich geübt worden. Und wie dieses in der Entwicklung unserer Wissenschaft begründet liegt, kann es nicht ein-

mal bedauert werden, da erst die Kenntnis des fossilen Inhalts der Gesteine eine Stratigraphie ermöglicht hat, deren Errungenschaften Vorbedingung für jede Paläogeographie sind und bleiben werden. Es braucht kaum erwähnt zu werden, in welcher Weise die paläontologische Methode arbeitet. Eine Kalkbank mit marinen Fossilien z. B. zeigt, daß an einer bestimmten Stelle (wenn nicht bedeutende Lagerungsstörungen vorliegen) und zu einer bestimmten Zeit ein Meer geherrscht hat; eine Tonschieferschicht mit Sumpfgewächsen, deren Wurzelgeflecht in situ erhalten ist, deutet auf eine festländische Sumpfbildung hin. Berücksichtigen wir nun, wie große Gebiete der Erdoberfläche noch unbekannt sind, ganz abgesehen davon, daß fast drei Viertel der Lithosphärenoberfläche durch Bedeckung mit dem Weltmeer der Untersuchung unzugänglich sind, so ergibt sich, daß diese Methode der Untersuchung durch Fragestellungen pflanzen- und tiergeographischer Art ergänzt werden muß, um Aufschluß über noch unbekannte oder der Forschung, wie eben gesagt, für immer unzugängliche Gebiete zu erhalten oder endlich auch für Fälle, wo eine spätere Abtragung ganze Schichtenkomplexe wieder entfernt hat.

Auf paläontologischem Wege Paläogeographie zu treiben, ist naturgemäß nur soweit möglich, wie Fossilien vorhanden sind, d. h. vorderhand zurück bis zum UnterCambrium. Für das infolge schlechter Erhaltungsmöglichkeit für Versteinerungen und nachträglicher Umwandlungsvorgänge so gut wie fossilfreie Präcambrium kann die paläontologische Methode der Paläogeographie Verwendung nicht mehr finden. Hier hat die petrographische Methode auszuhelfen, welche neuerdings in immer mehr steigendem Maße berufen ist, der Paläogeographie wertvolle Aufschlüsse zu geben.

Der Weg aber, den eine Sedimentpetrographie, welche solche Ziele im Auge hat, gehen muß, ist kein direkter. Die einfache petrographische Untersuchung, die chemische Analyse und anderes mehr, tun es nicht allein, wenn sie auch stets die Grundlage weiterer Forschungen sein müssen. Wie es der Petrographie der Eruptivgesteine erst mit Hilfe des Experiments und unter Heranziehung physikalisch-chemischer Untersuchungsmethoden und Betrachtungsweisen gelungen ist, Licht in die Gesetze zu werfen, welche die Erstarrung magmatischer Schmelzlösungen regeln, so haben sich die Anfänge einer rationellen Sedimentpetrographie erst entwickeln können, nachdem man gelernt hatte, die Sedimentgesteine nicht als etwas Fertiges, sondern als etwas Gewordenes zu betrachten, mit anderen Worten, nachdem man auch auf sie das Prinzip von *van't Hoff* und *Lyell* anzuwenden vermochte, daß erst das Studium gegenwärtiger Vorgänge uns eine naturgemäße Aufklärung solcher der Vorzeit zu liefern vermag. Hieraus aber erklärt sich die Jugend einer rationellen Sedimentpetrographie als Wissenschaft überhaupt, da wir erst in den letzten Jahrzehnten durch Meeres- und Wüstenforschung über viele Fragen aktueller Ereignisse unterrichtet worden sind, deren Kenntnis zum vollen Verständnis fossiler Gesteine

unerlässlich ist. Das erste, dem sich ein Sedimentpetrograph, welcher der Paläogeographie dienen will, hinzugeben hat, ist daher das Studium rezenter Sedimentbildung. Die Probleme aber, welchen er hierbei begegnet, sind zum Teil geographischer Natur; erst eine geographische Betrachtungsweise enthüllt die Gesetze, welche die Sedimentation sowohl nach ihrem Ort, wie nach ihrer Art regeln. Allerdings ist die Anwendung des Aktualitätsprinzips auf die Entstehung der fossilen Sedimente nicht überall möglich. Z. B. ist seine Verwertung für die fossilen Salzlager nur unter gewissen Voraussetzungen zulässig, die besondere Forschungsmethoden, chemisch-physikalischer Art, nötig machen. Hierauf kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Nur soviel sei gesagt, daß die Tatsache des Fehlens rezenter mariner Salzsedimentationen in dem deutschen Zechsteinsalz vergleichbarem Umfange gerade dafür spricht, daß seinerzeit abnorme geographische Verhältnisse geherrscht haben; und hierdurch ließe sich recht fertigen, diese „chemischen“ Sedimente gleichsam als „pathologisch“ zu betrachten.

Bei der normalen Sedimentation kann man ganz allgemein festländische und marine Sedimentation unterscheiden, entsprechend den festländischen und marinen Vertiefungen der Erdrinde, welche, gerade weil sie als Vertiefungen gegenüber ihren Umgebungen bestehen, infolge des überwiegenden Einflusses der Schwerkraft auf die die verschiedenen Transportarten auslösenden Faktoren, den Denudationsschutt der höher gelegenen Umgebung in sich als Sammeltröge hineinziehen. Nur der Wind ist befähigt, der Schwerkraft entgegen große Staub- und Sandmassen zu verfrachten, aber auch diese sind nicht ganz den der Schwerkraft folgenden Transportkräften des Wassers entzogen und erleiden langsame Verschiebung deren Sinne entsprechend.

Das Material, welches in den genannten Vertiefungen der Lithosphäre zu neuen Sedimenten zusammentritt, kann nun z. T. gar nicht, kann z. T. aber auch auf sehr verschiedene Art und sehr verschieden weit transportiert worden sein, so daß wir es nach seiner Herkunft in eine autochthone und in eine allochthone Gruppe von Komponenten zerlegen. Die allochthone Gruppe zerfällt naturgemäß nach der Transportart weiter in verschiedene Unterabteilungen, wobei wir sehr verschiedene Transportmöglichkeiten unterscheiden, nämlich durch 1. die Schwerkraft allein (Schutthalden, Bergstürze, Muren usw.), 2. das Eis (als Gletscher-, Fluß-, Seeis; Eisberge), 3. das Wasser (Flüsse, Meeresströmungen), 4. den Wind (Sand- und Staubstürme), 5. vulkanische Explosionen, 6. Organismen (passiv im Wurzelgeflecht von Pflanzen, die an Flußufern losgerissen werden, mit Treibholz usw., aktiv in der Form der Magensteine der verschiedensten Land- und Wassertiere).

Während diese sechs Transportmöglichkeiten für die „klastischen“ Trümmerprodukte zerstörter Gesteine in Frage kommen, gilt für andere allochthone Komponenten der Sedimente nur ein Teil dieser Transportarten, so für gelöste Salze

z. B. nur der Transport durch Wasser. Hier aber im einzelnen auf diese Dinge einzugehen, ist nicht möglich. Gesagt sei nur, daß eine weitere Zerlegung der Komponenten zweckmäßig ist, und zwar nach ihrer Art, ob minerogenen oder biogenen Ursprungs, und daß die biogenen Komponenten ihrerseits naturgemäß nach dem Lebensbezirk, dem die betreffenden Organismen angehörten, einem benthogenen, nektogenen oder planktogenen Anteil zuteilen sein werden.

Die Untersuchung eines jeden rezenten Sedimentes sieht sich nun vor die Aufgabe gestellt, den Anteil dieser einzelnen Komponenten an dem Aufbau derselben auf Grund ihrer durch die Art der Zerstörung und der Transportart oder durch ihre sonstige Herkunft bedingten Eigenart zu ergründen. Daß diese Aufgabe nicht immer leicht, ja vielfach undurchführbar ist, darf nicht davon abhalten, den Versuch zu wagen, da erst hierdurch wichtige Aufschlüsse über die Ursachen der Sedimentation zu erhalten sind. Feinstes, eckiges Gesteinsmehl bildet z. B. den Hauptbestandteil der „glazialmarinen“ Sedimente, welche in breitem Gürtel den antarktischen Kontinent umziehen, und dieses Gesteinsmehl ist die ins Meer verfrachtete Gletschermilch des kontinentalen antarktischen Inlandeises. Ein einziger glazialgeschrammter Block in einem marinen Sediment ist ein Hinweis auf die Entfernung, welche Eisbergtransport erlangt hat. Festländische Pflanzenreste in den Tiefen des amerikanischen oder australasiatischen Mittelmeeres deuten darauf hin, welch weite Reisen solches Material unternommen haben kann, bevor es in einem Sediment zur Ruhe kam. Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie wichtige Schlüsse aus einer derartigen systematisch angestellten Untersuchung zu ziehen sind, und welche Ausblicke sich nunmehr für die Paläogeographie eröffnen, wenn es gelingt, das gleiche für fossile Sedimente durchzuführen.

Die Eigenschaften fossiler Sedimente, wie sie dem Sedimentpetrographen vorliegen, sind aber häufig vollkommen andere, als die der ursprünglichen Ablagerung. Der Grund hierfür liegt in einer großen Zahl von Umwandlungen, die verschiedener Art sind und sich in zwei Gruppen zusammenfassen lassen, nämlich in solche, welche unter normalen Verhältnissen auf jedes Sediment, wenn auch verschieden stark und verschieden schnell, einwirken, und zweitens in alle übrigen, mehr zufälligen Erscheinungen, wie Kontakt-, Thermo-, Druck- und Regionalmetamorphose oder auch schließlich die Verwitterung. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die erste Gruppe mit einem besonderen Namen zu bezeichnen, als welchen wir mit Joh. Walther, dem wir viel Anregung auf dem in Rede stehenden Gebiete verdanken, den Ausdruck „Diagenese“ wählen wollen. Die Diagenese der Sedimente möchte nun der Verfasser auf diejenigen molekularen und chemischen Umlagerungen beschränken, welche das sedimentierte Material unter dem Einfluß des Mediums, in welchem es abgelagert wurde, erleidet und welchen es eventuell auch noch nach Heraushebung aus diesem Medium

durch die gewöhnliche Bergfeuchtigkeit oder durch zirkulierende vadose Wässer unterlegen ist, soweit dieselben keine fremden (von außerhalb des Sedimentes stammenden) Stoffe gelöst enthalten. Es ist unmöglich, hier die Gesamtheit der in Frage kommenden Vorgänge zu behandeln, erwähnt seien nur als besonders wichtig die Erhärtung der ja anfangs meist lockeren Sedimente, Umkristallisierungen in der Form von polymorphen Umwandlungen oder als Kornvergrößerungs- (Kornegalisierungs-) Vorgang, Konkretionsbildung und Entsalzung. Auch chemische Umsetzungen sind unter Umständen möglich, wenn nämlich das sedimentierte Material unter abweichende Bedingungen des Drucks und der Temperatur gerät, unter welchen einzelne Mineralkomponenten nicht mehr bestandfähig sind, wie das bei Sedimenten als möglich angenommen werden muß, welche unterhalb großer Mächtigkeiten neuer jüngerer Sedimentmassen in größere Tiefen der Lithosphäre hinabrücken. Diese Erscheinungen, welche in weit vorgeschrittenem Stadium in großen Tiefen schließlich zur Herausbildung kristalliner Schiefer führen, sind in ihrer Bedeutung für die Sedimente bis vor kurzem kaum genügend gewürdigt worden, scheinen aber für die Salzlagerstätten nicht ohne Bedeutung zu sein. Gerade bei den Salzen tritt aber ein weiteres hinzu, daß nämlich solche Änderungen auch nach Herstellung der ursprünglichen Bedingungen (durch Wiederheraushebung) deshalb nicht immer wieder rückläufig werden, weil ein Teil der Komponenten (z. B. das Kristallwasser) entwichen sein kann. Wenn wir daher noch bis vor kurzem sagten, daß das Zustandekommen gewisser Salze nach den Angaben der Physikochemiker beträchtliche Temperaturen erfordere und daher eine hohe Bildungstemperatur dieser Lagerstätten voraussetzen lasse, so müssen wir heute erklären, daß die Diagenese der Salzgesteine die Entstehungsbedingungen gleichsam gefälscht haben kann, und daß nicht jede Mineralparagenese, welche wir in einem fossilen Sediment antreffen, ohne weiteres als ein geologisches Thermometer, wie man gesagt hat, für die Entstehungszeit der betreffenden Sedimente abgesehen werden darf. Die Lehre, welche wir auch hieraus ziehen, ist, daß, wer Sedimentpetrographie zum Zwecke des Studiums der Paläogeographie treiben will, sich vertraut zu machen hat mit den Vorgängen der Diagenese, um trotz dieser Umwandlungen die Zusammensetzung des Gesteins aus den oben genannten Komponenten, deren Transportarten und die Art der in letzter Linie für jedes Sediment anzunehmenden Zerstörungsvorgänge älterer Gesteine sowie manche andere Bedingungen aufdecken zu können.

Da jede Sedimentation in unserem Sinne an der Erdoberfläche vor sich geht, bildet jede Schichtfläche eines Gesteins ein Stück der Lithosphärenoberfläche vergangener Zeiten. Der Untersuchung der Sedimentgesteine auf die Beteiligung der einzelnen Komponenten und auf deren Diagenese wird sich daher eine Untersuchung dieser alten Oberflächen anschließen haben. Sie enthüllt z. B. Auflösungsvorgänge, welche bereits sedimentierten und verhärteten

Kalk am Meeresboden zerstörten und so die Ätztaturen schuf, die manche marine Kalke auszeichnen, oder sie lehrt Zerstörungsvorgänge kennen, welche durch eine bodenlebende Tierwelt den Schichtflächen und den oberen Gesteinslagen eingeprägt wurden. Andere Erscheinungen kennzeichnen festländische Schichtflächen, wie Trockenrisse, Steinsalzpseudo-morphosen, Tierfährten, Regentropfeneindrücke u. a. m., auf die hier nicht mehr näher eingegangen werden soll.

Fassen wir aber zusammen, was im obigen auseinander gesetzt wurde, so können wir aussprechen: Nur mit dem Rüstzeug der Kenntnis rezenter Sedimentbildung und deren geographischer Bedingtheit, sowie der Kenntnis der so mannigfaltigen diagenetischen Umbildungsvorgänge gehe der Sedimentpetrograph an die Lösung paläogeographischer Probleme.

Die Fälle sind wohl selten, wo ernstliche Schwierigkeiten bei der Unterscheidung mariner und kontinentaler Bildungen entstehen können. Früher zwar war es anders. Erst Schritt für Schritt hat sich die Überzeugung Bahn gebrochen, daß neben den überwiegenden marin entstandenen Schichtgesteinen auch eine große Masse festländischer Sedimente zu unterscheiden seien, und es war unter anderen A. Penck in seiner „Morphologie der Erdoberfläche“, welcher mit Nachdruck für diese nicht nur durch die Eigenschaften der Gesteine, sondern auch schon durch allgemeine geographische Erwägungen gestützte Anschauung eingetreten ist. Aber es ist oft nicht leicht, nun innerhalb dieser beiden großen Sedimentationsbereiche feinere Unterscheidungen zu machen und die kausalen Zusammenhänge aufzudecken, wie es eine moderne Paläogeographie verlangen muß.

Wie hier zu arbeiten ist, auch nur an einer kleinen Zahl von Beispielen zu erläutern, ist in dem Rahmen dieser Darstellung nicht möglich. Nur ein Fall sei besprochen, bei dem die kritische Überprüfung der petrographischen Eigenschaften eines Gesteins unter Berücksichtigung der geographischen Bedingtheiten Zusammenhänge aufzudecken vermag, welche zeitweise in ganz anderen Richtungen gesucht wurden.

Der typische Löß ist, wie heute ziemlich allgemein angenommen wird, ein feinstes äolisches Staubabsatz und besteht zum großen Teil aus Quarzsplittern, aber auch anderen Mineralien und einem bis über 30 % hinausgehenden Kalkgehalt. Diese letztere Eigenschaft teilt der Löß mit der Hauptmasse einer Gruppe ganz andersartiger Gesteine, nämlich mit den glazialen Grundmoränen. Diese oder die Geschiebemergel sind nichts anderes als kalkhaltige, Geschiebe führende Tone. Bekanntlich können beide Gesteine in der Nähe der Oberfläche infolge von Verwitterung ihren Kalkgehalt verlieren, sie können „verlehen“, und es entsteht Lößlehm, beziehungsweise Geschiebelehm. Wegen dieser Parallelität der Erscheinungen ist ein Zusammenhang vermutet worden zwischen Grundmoränenbildung, d. h. zwischen Vergletscherungen und Lößbildung. Ein solcher Zusammen-

hang besteht ohne Zweifel in Mitteleuropa, indem unser Löß in der Hauptsache das Ausblasungsprodukt der vom Gletscher soeben verlassenen, großen und kahlen, von Grundmoränen gebildeten Landoberflächen darstellt, sowohl in den Interglazialzeiten wie in der Postglazialzeit. Daß die Schotterfelder glazialer Schmelzwässer und Flüsse ebenfalls Material dazu lieferten, ist durchaus glaubhaft; auch aus den Schotterbetten des Rheinstroms werden noch heute bei niedrigem Wasserstand lößähnliche Staubmassen ausgeblasen. Dieser Zusammenhang der Lößbildung mit Vergletscherungen kann aber nicht ohne weiteres, wie das für den chinesischen Löß von Schantung geschehen ist, auf alle Lößvorkommnisse übertragen werden; mag dasselbe vielleicht auch für Südamerika zutreffen, wo starke Vergletscherungen der Diluvialzeit mit mehreren Interglazialzeiten feststellbar sind, für Ostasien kann es nur sehr beschränkte Geltung haben. Zwar kennen wir Spuren einer ausgedehnten diluvialen Vereisung im Himalaya und Tianschan, aber es fehlen dem Inneren Asiens doch die riesigen Flächen von Grundmoränen, welche man nach jener Annahme für die ungeheuren Massen des chinesischen Lösses fordern müßte. Das Ausgangsmaterial dieses Lösses muß ein anderes sein. Verfolgen wir hierzu die Entstehung seines Kalkgehaltes. Bei der chemischen Verwitterung von Silikatgesteinen wird Lösliches von Unlöslichem gesondert, und z. B. der Kalk der Kalkfeldspäte in Lösung fortgeführt. Dieser Kalk gelangt ins Flußwasser, das ja hauptsächlich diese Substanz in Lösung enthält, und schließlich ins Meer. Das Meerwasser enthält aber bekanntlich sehr wenig kohlen-sauren Kalk, da eine Anreicherung desselben wohl dadurch verhindert wird, daß viele Organismen dem Wasser den Kalk entziehen und in ihren Hartteilen aufspeichern. Wesentlich auf diese Vorgänge geht in letzter Linie die Entstehung aller marinen Kalksteine und die Entstehung des Kalkgehalts der Sedimente zurück, soweit nicht sekundär klastische Kalkkomponenten, Kalkgerölle und Kalksand, zu neuem Gestein verkittet wurden. Alle Fälle aber, in denen ein Kalkgehalt auf wässrigem Wege transportiert wurde, sind für die Deutung des Kalkgehaltes sowohl beim Löß wie bei der Grundmoräne auszuscheiden. Wir schließen hieraus auf einen Transport ohne Beteiligung des Wassers, der ja für die Komponenten beider Gesteine zutrifft. Es ist klar, daß auch der Kalkgehalt des Lösses (und der Grundmoräne) in letzter Linie auf chemische Verwitterungsprozesse zurückgeht. Daß diese aber auch in der Wüste nicht stillstehen, zeigt z. B. die Schutzrindenbildung ebenso wie der hohe Kalkgehalt der Wüsten- und Trockengebiete Innerasiens. Nehmen wir diesen aber als gegeben an, so erklärt sich der Kalkgehalt des chinesischen Lösses ungezwungen aus dem Vorherrschen der mechanischen Zerstörungsvorgänge und dem Fehlen wässrigen Abtransportes dieser verhältnismäßig leicht löslichen Substanz in den genannten Trockengebieten. Beides aber ist der Entstehung des Geschiebemergels und des Lösses gemeinsam: Am

Anfang steht chemische Verwitterung kalkhaltiger Gesteine. Die weiteren Zerstörungsvorgänge sind wesentlich mechanischer Natur, auf der einen Seite Frostverwitterung und Gletscherschliff, auf der anderen die zersprengende Kraft großer Temperaturunterschiede (Insolation), auskristallisieren der Wüstensalze und der Windschliff. Hierdurch nun wird durchaus verständlich — so verschieden auch der Entwicklungsgang im einzelnen verlaufen ist —, daß der chinesische Löß als das ausgeblasene Material der innerasiatischen Trockengebiete so große Übereinstimmungen mit anderen, mitteleuropäischen und südamerikanischen Lößgesteinen zeigt, die über den Umweg der kalkhaltigen Grundmoräne entstanden sind, deren Komponenten bereits andersartigen, allerdings in gleicher Weise wesentlich mechanischen Zerstörungs- und Transportvorgängen unterlegen hatten.

Hiermit will ich schließen. Möge der Leser den vorstehenden Zeilen entnommen haben, welche hohe Bedeutung für die Paläogeographie einer modern betriebenen Sedimentpetrographie innewohnt, von welcher, um ein Wort *F. Zirkels* zu gebrauchen, allerdings eher als von der Eruptivgesteinspetrographie das stolze Anerbieten an die Nachbarn ausgehen darf: „do ut des, ich gebe, damit du gibst.“

Zuschriften an die Herausgeber.

Einwände gegen die Relativitätstheorie.

Zu den Bemerkungen des Herrn *Gehrcke* auf Seite 170 der Naturwissenschaften möchte ich folgendes erwidern:

1. Ich habe nicht zugestanden, daß es bisher unmöglich ist, rotatorische Bewegungserscheinungen relativtheoretisch zu behandeln. Vielmehr sind alle diese Fragen prinzipiell vollkommen erledigt, vor allem durch die schönen Arbeiten von *Herglotz*¹⁾. Wenn Herrn *Gehrcke* die einschlägige Literatur nicht bekannt ist, bin ich gern bereit, ihm genauere Angaben zu machen.

2. Die philosophischen Grundlagen der Relativitätstheorie haben mit seiner logischen Zulässigkeit nichts zu tun. So beweisen z. B. die Mathematiker die logische Zulässigkeit einer nicht-euklidischen Geometrie, bei der die Winkelsumme im Dreieck nicht zwei Rechte beträgt; ob aber diese nicht-euklidische Geometrie in unserer physischen Welt verwirklicht ist, bleibt dabei völlig unentschieden. Man kann diese letztere Frage philosophisch nennen. Der Physiker aber hat nur zu entscheiden, ob die aus der Theorie gezogenen Folgerungen mit den Messungen übereinstimmen. Hierin verhält sich das Relativitätsprinzip genau so wie jede andere physikalische Behauptung. Ferner ist ein eindeutiger Schluß aus einem Experiment auf ein allgemeines Prinzip wohl nie möglich; es ist daher ungebührlich, zu verlangen, daß der Michelsonsche Versuch sich auf keine andere Weise als durch die Relativitätstheorie erklären lasse. Daß er sich durch diese Theorie auf besonders einfache Art verstehen läßt, spricht in derselben Weise für diese Theorie, wie etwa die Einfachheit der Erklärung der magnetischen Ablenkung von Kathoden-

¹⁾ Die wichtigste dieser Arbeiten findet sich in den Ann. d. Phys. (4), 36, S. 493, 1911.

strahlen durch die Annahme der Korpuskularstrahlung für diese Annahme spricht.

3. Es seien zwei berechnete Systeme K und K' gleichförmig gegeneinander bewegt. Ein Beobachter A in K mache mit Hilfe von Lichtsignalen die Uhren in K synchron; ein Beobachter B in K' mache in derselben Weise die Uhren von K' synchron. Dann beobachtet der Beobachter A von K aus, daß die Uhren in K' nicht synchron gehen; der Beobachter B aber beobachtet von K' aus, daß die Uhren von K nicht synchron gehen. Das ist die Behauptung der Relativitätstheorie. Nun ist zweierlei möglich: entweder meint Herr Gehrcke in diesen Sätzen eine Auszeichnung des einen Systems vor dem anderen zu entdecken (vielleicht weil ich erst K und dann K' aufgezählt habe? Ich bin gern bereit, die Reihenfolge umzukehren), dann würde jede Verständigung zwischen uns hoffnungslos sein; oder, und das führt zu Punkt

4. Herr Gehrcke sieht in obigen Sätzen einen logischen Widerspruch. Ich will nicht noch einmal auf den einfachen *mathematischen* Beweis der Zulässigkeit dieser Behauptungen hinweisen, weil Herr Gehrcke offenbar für solche Argumente unzugänglich ist. Dagegen möchte ich ihm wiederum dringend empfehlen, sich mit dem Cohnschen Modell zu beschäftigen. Dieses besteht aus Maßstäben und Uhren aus Holz, Messing und Eisen, die zwei relativ zueinander bewegte Systeme darstellen. Es genügt, nur eine kurze Zeit mit dem Modell zu spielen, um einzusehen, wie die Zeit- und Längenmessung der Relativitätstheorie zustande kommt, ja, wie man naturgemäß dazu kommen muß. Was man in Holz, Messing und Eisen vor sich sieht, von dem wird man schwerlich behaupten, daß es logisch unzulässig sei.

Durch die Erklärung des Herrn Gehrcke, es handle sich beim Relativitätsprinzip um eine „Massensuggestion“, scheint mir keine bloße „Meinungsdifferenz“ zum Ausdruck gebracht. Herr Gehrcke hat dieselbe krankende Behauptung auch in der von ihm besorgten Neuausgabe von *Drudes* Optik aufgestellt. Ist es zugänglich, daß der Herausgeber eines klassischen Werkes in einem prinzipiellen Punkte seine auf kein eindringendes Studium gestützte Meinung in so verletzender Form zum Ausdruck bringt? Wer dies bejaht, mag auch daran Anstoß nehmen, daß ich statt „Meinungsdifferenz“ lieber „Fehde“ sage.

Göttingen, 3. 2. 1913.

M. Born.

Besprechungen.

Amundsen, Roald, Die Eroberung des Südpols. Einzig berechnete Übersetzung aus dem Norwegischen ins Deutsche von P. Kläiber. 2 Bände von zusammen 980 S. Mit 300 Abbildungen, 8 Vierfarbendruckbildern nach Ölgemälden von Prof. W. E. Lehmann und 15 Karten und Plänen; geb. M. 22.—. J. F. Lehmanns Verlag in München, 1912.

Als am 6. April 1909 der Amerikaner Rob. E. Peary nach jahrelangen, immer wiederholten und auf das sorgsamste vorbereiteten Vorstößen endlich den Nordpol erreicht hatte, blieb eigentlich nur noch eine große geographische Entdeckertat alten Stiles auf der Erde übrig, die Erreichung des Südpols.

Wie allgemein bekannt, gelang sie dem kühnen norwegischen Seefahrer Roald Amundsen.

So denkbar fern voneinander die Schauplätze dieser beiden großen geographischen Entdeckertaten räumlich liegen mögen, ein innerer Zusammenhang zwischen ihrer rasch aufeinanderfolgenden Entschleierung besteht dennoch. Im Eingangskapitel des II. Abschnittes des vor-

liegenden Reisewerkes weist Amundsen selber mit folgenden Worten darauf hin: „Der Nordpol erreicht! . . . Im September 1909 war die Nachricht bei uns eingetroffen. In demselben Augenblick war mir auch vollständig klar, daß der ursprüngliche Plan der dritten Framfahrt — die Erforschung des Nordpolarmeeres dicht um den Pol herum, des ‚Nordpolbeckens‘ — auf dem Punkte war, zu scheitern. Jetzt mußte rasch und ohne Zögern gehandelt werden, wenn unser Unternehmen gerettet werden sollte. Und ebenso schnell als das Kabel uns die Neuigkeit zugeführt hatte, ebenso schnell war ich auch entschlossen, die Richtung meiner Fahrt zu ändern — nämlich: ganz umzudrehen und den Kiel der ‚Fram‘ nach Süden zu wenden.“

Wie nun die Fahrt zur Durchführung dieses mannhafte schnell und ohne Zagen gefaßten Entschlusses im einzelnen sorgsamst vorbereitet wurde, wie dann der Mannschaft nach der Abfahrt vorerst bis Madeira diese Planänderung verheimlicht wurde, wie weiter auf dem alten treuen Nansenschen¹⁾ Polarschiff „Fram“ („Vorwärts“) auf geradem Wege gen Süden gefahren und unter kluger Verwertung alles bisherigen Wissens die Walfischbucht an der Eiskante der sog. „Roß-Eisbarriere“ zwischen Victoria-Land und König-Eduards-VII.-Land im Roß-Quadranten der Antarktis (südlich des australischen Kontinents) zum Landungs- und Überwinterungsplatz auserkoren und die sich trefflich bewährende Winterhütte aufgebaut wurde, wie Amundsen nach der Landung (14. Januar 1911) und vor Hereinbruch der Winternacht in der Zeit bis zum 11. April 3050 kg Vorräte in drei, 9 km im Umkreis durch Flaggen gesicherten Depots bis zum 82. Grad südlicher Breite vorschob, wie endlich 12 Teilnehmer der Landungsabteilung trotz grimmigster, bis auf — 58,5° (am 13. August) sinkender Winterkälte bis zum 20. Oktober in bestem Gesundheits- und Seelenzustand im „Framheim“-Winterquartier aushielten und wie sich der Führer äußerlich und innerlich auf die große Tat des sommerlichen Vorstoßes zum Pol vorbereitete, alles dieses erfährt der Leser im trefflich übersetzten ersten Band des frisch und lebendig, bald humorvoll, bald mannhafte ernst geschriebenen Buches. Dazu findet er am Eingang dieses ersten Bandes eine eingehende Darstellung aller bisherigen antarktischen Unternehmungen, aus deren neidlos anerkennendem Ton jeder ersehen wird, wie unrecht man Amundsen getan hat, wenn man ihm Rücksichtslosigkeit und Nichtachtung seiner Vor- und Mitkämpfer, speziell der gleichzeitig mit ihm draußen arbeitenden Engländer hat vorwerfen wollen. Auf S. 151 des ersten Bandes erklärt Amundsen in dieser Hinsicht schlicht und nachdrücklich: „Scott hatte erklärt, er wolle Shackletons Weg nehmen, und damit war die Sache für mich erledigt. Während des langen Aufenthalts auf Framheim kam auch nicht ein einziger von uns auf diesen Gedanken. Scotts Weg war für uns einfach unmöglich.“ Ebenso den Verfasser ehrend sind die stets wiederkehrenden Worte der Anerkennung, welche Amundsen bei jeder Gelegenheit für seine Kameraden findet; wie er denn an den Eingang seines Werkes die Widmungsworte stellt: „Der tapferen kleinen Schar, die an jenem Abend auf der Reede von Funchal auf Madeira gelobte, mir bei der Eroberung des Südpols beizustehen.“

Im Band II erlebt dann weiter der Leser (zunächst im 6. Abschnitt, S. 501—665) das historische Ereignis der wahrhaft denkwürdigen Polarfahrt von „Framheim“ unter 78½° südlicher Breite direkt südlich bis zum Pol in den 99 Tagen vom 20. Oktober 1911 bis

¹⁾ Nansens denkwürdige Eisdrift fand 1893—1896 statt.

zum 26. Januar 1912 (hin und zurück im ganzen eine Strecke von 3000 km).

Wir begleiten die fünf todesmutigen Männer (*Amundsen, Hanssen, Wisting, Hassel und Bjaaland*) mit ihren vier Schlitten zu anfänglich 13 Hunden über die große, etwa 45 m über dem Meere gelegene Roß-Eisplatte bis hin zum über 3000 m hohen Rand des antarktischen Kontinents; wir klimmen mit hinauf und erleben die dräuenden Gefahren der Gletscherspalten des Teufels-gletschers; wir bangen um das Leben der Unverdrossenen in dem Toben der zwischen —20 bis —50° kalten antarktischen Eis- und Schneewüste; wir freuen uns mit ihnen, wenn sie am 8. Dezember 1911 die *bisher* höchste südliche Breite von 88° 23' (von *Shackleton* auf der zweiten britischen antarktischen Expedition am 9. Januar 1909 erreicht!) glücklich überschritten haben, und wir jubeln mit ihnen, als sie zwischen dem 14. und 17. Dezember 1911 in 3070 m das Land um den Südpol wirklich erreichen und frischen Mutes durchstreifen. Man muß selber lesen, wie schlicht und tief ergreifend *Amundsen* den historischen Moment der Flaggenhissung auf König-Haakon-VII.-Land schildert (Bd. 2, S. 614 ff.)!

Was sonst den zweiten Band füllt, ist selbst neben dieser denkwürdigen schlichten Reisechronik noch wertvoll genug. Kapitel 7 schildert die Rückfahrt auf der einen Tag nach Rückkehr der Südpolentdecker (genau so *pünktlich*, wie verabredet!) von ihren gefährvollen und ergebnisreichen Streifzügen im südlichen und mittleren Atlantischen Ozean nach Framheim zurückgekehrten „Fram“. Kapitel 8 berichtet über die Ergebnisse der von Framheim zu gleicher Zeit mit *Amundsen* unter Leutnant *Chr. Prestrud* ausgeführten, ergebnisreichen Schlittenreise der Ostabteilung nach König Eduard-VII.-Land (vergl. Kartenskizze Bd. 2 S. 699). Kapitel 9 schildert die *gesamten* diesmaligen Seefahrten der Fram und die auf ihr vorgenommenen wissenschaftlichen, vor allem ozeanographischen Arbeiten: 1. während der Fahrt von Norwegen bis zur Eisplatte; 2. durch den südlichen Stillen und mittleren Atlantischen Ozean via Buenos Aires, wieder zurück zur Eisplatte und endlich 3. von Hobart auf Tasmanien um Cap Horn zurück nach Europa (vergl. Karte am Ende von Bd. 2). Der Autor dieses Kapitels ist der um alle diese Fahrten des wackeren Schiffes in erster Linie verdiente Kapitän des „Fram“ *Th. Nilsen*. Er schließt seine Darstellungen mit den einfachen aber vieles verratenden Worten: (vergl. Bd. 2, S. 862) „Seit der „Fram“ am 7. Juni 1910 Christiania verließ, sind wir zweimal rund um die Erde gefahren; die zurückgelegte Entfernung beträgt ungefähr 54 400 Seemeilen (100 900 km). Am 7. Juni 1912, dem zweiten Jahrestag der Abfahrt von Christiania, reisten sämtliche Teilnehmer an der Forschungsreise mit Ausnahme von *Amundsen* und mir, nach Norwegen ab, und die *erste Hälfte des Unternehmens war damit glücklich vollendet*.“ *Nilsen* weist mit diesen letzten Worten zurück auf den Anfang der Reiseschilderung, in welcher die Abänderung des ursprünglichen Planes: einer auf 5 Jahre berechneten Drift durch das Polarmeer (von der Behringstraße aus) zugunsten des Südpolplanes geändert wurde. Es mag hier erwähnt sein, daß mittlerweile bekannt geworden ist, daß *Amundsen* diesen zweiten Teil seines Forscherplanes aus expeditionstechnischen Gründen mittlerweile um ein Jahr hinausgeschoben hat, sonst aber mehr denn je an ihm festhält und zweifellos auch leichter und reichlicher als *vor* der Südpolfahrt die Mittel dazu erhalten wird.

Nachdem dann im 10. Abschnitt des zweiten Bandes der Kommandeurkapitän *Chr. Blom* über die an *Colin Archers* Meisterwerk der „Fram“ vor der Ausreise vorgenommenen Umbauten und Verbesserungen unter Beifügung von schiffbautechnischen Tafeln Bericht gegeben

hat, folgen in Kapitel 11 vorläufige kurze Angaben über die für die Wissenschaft besonders wertvollen *meteorologischen Beobachtungen* auf „Framheim“, und zwar aus der Feder von *B. J. Birkeland*.

Als kältester Monat auf der Eisplattenstation Framheim ergibt sich hieraus der August mit einer Mitteltemperatur von —44,5°. An zusammen 14 Tagen dieses Monats sank die Temperatur unter —50°. Die niederste Temperatur wurde am 13. August mit 58,5° beobachtet, der wärmste Tag dieses Monats zeigte —24°. Im Oktober näherte sich der Frühling und im Dezember erreichte in „Framheim“ die Temperatur ein Monatsmittel von —6,6° und einen Höchstwert von —0,2° C. Eine Temperatur über Null ist selbst im wärmsten Sommer nicht eingetreten.

Die Beobachtung der durchschnittlichen *Windgeschwindigkeit* hat an der Station im Durchschnitt aller 10 Beobachtungsmomente nur 3,4 m pro Sekunde ergeben. Auch waren in dem ganzen Zeitraum nur 11 wirkliche Sturmtage. Beinahe der dritte Teil aller Winde wehte aus *Osten*. Auch die häufigste Sturmrichtung war *Osten* und Nordosten.

Sehr interessant sind die wenigen in Kap. 12 von *J. Schetelig* gegebenen Angaben über die von der Expedition mitgebrachten *Gesteinsproben*. Es handelte sich sowohl bei den 20 von *Amundsen* aus dem Bereich der Königin-Maud-Gebirgskette (in der unmittelbaren südwestlichen Fortsetzung der Gebirgszüge der von *Scott* und *Shackleton* untersuchten Hochgebirgslande des Victoria-Landes) mitgebrachten Proben sowie bei den 30 Stücken, welche Leutnant *Prestrud* vom Scott-Felsen des König-Eduard-VII.-Land erbeutete, ausschließlich um granitische Gesteinsarten und kristalline Schiefer. Es sind *keine* Proben von Sedimentgestein darunter. Vor allem auffallend erschien *Schetelig* bei seiner Untersuchung der aus zwei so weit voneinander entfernten Punkten der Antarktis stammenden Proben ihre große Ähnlichkeit untereinander sowie mit den Proben der britischen Expedition. Es scheint danach schon aus diesen wenigen geologischen Funden eine weitere Stütze für die auch auf Grund der *Amundsenschen* Kartenaufnahmen (vgl. die Karten am Ende von Bd. 1 und 2) wahrscheinliche Annahme gegeben zu sein, welche dahin geht, daß einerseits das Grundgebirge der Königin-Maud-Gebirge die unmittelbare Fortsetzung der alten Gebirgsscholle des Victoria-Landes ist, daß andererseits aber auch das Eduard-VII.-Land damit direkt verbunden ist. Dadurch wird gleichzeitig jene Vermutung unwahrscheinlich, daß das west- und ostantarktische Festland an der engsten Stelle zwischen Roß-See und Weddell-See durch einen *Meeresarm* getrennt wird, eine Vermutung, welche noch die deutsche Filchnersee antarktische Expedition bei ihrem Aussegeln im Mai 1911 hatte und welche aufzuklären oder zu verwerfen ihr als eines ihrer wesentlichen Ziele galt.

Im 13. Kapitel des Werkes finden wir endlich eine vorläufige Übersicht der im Jahre 1910 im nördlichen und im Jahre 1911 im südlichen Atlantischen Ozean (vgl. den Track der Fram auf Karte 2 des zweiten Bandes) gemachten wissenschaftlichen, *ozeanographischen Untersuchungen*. *Fritjof Nansen* und der treffliche Bergener Ozeanograph *Helland Hansen* haben sich um die Abfassung dieses Berichtes bemüht, ebenso wie sich beide bereits vor der Ausfahrt um die Aufstellung eines Erfolg versprechenden ozeanographischen Arbeitsplanes und um die Zusammenstellung der instrumentellen Ausrüstung mit den nötigen modernen Apparaten verdient gemacht hatten. Die Fahrt der „Fram“ 1910, welche als Probefahrt *vor* der eigentlichen Ausreise die Gewässer zwischen den britischen Inseln und Island zum Ziel hatte (vgl. Skizze, Bd. 2, S. 917), wurde, wie dieser

Bericht zeigt, für die Kenntnis des Golfstroms von großer Wichtigkeit, um so mehr, als diese Reise zeitlich mit einer analogen Forschungsfahrt *F. Nansens* auf dem Kanonenboot „Fritjof“ und einer solchen *A. Murrays* und *Hjorts* auf dem norwegischen Forschungsdampfer „Michael Sars“ zusammenfiel. Nicht minder ertragreich erwies sich der ozeanographische Schleifenzug der „Fram“ zwischen Südamerika und Südafrika, welchen das Schiff unter Kapitän *Th. Nilsen* im Juni—August 1911 von Buenos Aires aus im südlichen Atlantischen Ozean durchführte. (Man vgl. Näheres Bd. 2, S. 925—947 und die dort gegebenen Zeichnungen, Skizzen und Diagramme.)

Der zweite Band endet im 14. Abschnitt mit einem Brief von Oberlehrer *Anton Alexander* in Skien an *Amundsen*, nachdem der erstere die genaue Prüfung der von *Amundsen* heimgebrachten Originalbeobachtungsmaterialien zur Ortsbestimmung auf seiner Polarfahrt durchgeführt hatte. Beigegeben sind eine Reihe faktisierter Tagebuchblätter *Amundsens*, namentlich der Beobachtungstage am Pol. *Alexanders* Gutachten schließt mit folgenden Worten: „Das Ergebnis meiner Untersuchung ist, daß Sie den Südpol in einer Entfernung passiert haben, die nach der einen Seite höchstens 2½ km, nach der anderen höchstens 2 km betragen haben kann, daß Sie aber, wenn der für Polheim angenommene wahrscheinliche Ort genau richtig ist, den Polpunkt in einer Entfernung von 400 bis 600 m, ja vielleicht noch näher passiert haben.“

Überblickt man noch einmal das auf dieser Expedition Geleistete, so wird man mit den Worten aus *Nansens*, dem Werke vorangesandten, einführenden Bemerkung einverstanden sein: „Alles, das Große und das Kleine, war bis in alle Einzelheiten durchdacht — und der Plan wurde glänzend durchgeführt. Auf den Mann kommt es an, hier wie überall!“

Ebenso wird man den Worten zustimmen, welche *A. Penck* gelegentlich der glänzenden, außerordentlichen Sitzung der Gesellschaft für Erdkunde am 9. Oktober 1912 zu Berlin bei Verleihung der goldenen Humboldt-Medaille an den Forscher richtete: „Wie bei anderen Dingen, hat auch in der Polarforschung Aussicht auf Erfolg nur derjenige, der Kühnheit mit durchdringender Sachkenntnis paart. Die zahlreichen Mißerfolge, von denen die Entdeckungsgeschichte der Arktis und Antarktis erzählt, lassen sich größtenteils auf die einfache Formel zurückführen, daß dem Leiter es entweder an einem oder anderem gebrach. Möchte bei Entsendung von weiteren Polarexpeditionen immer im Auge behalten werden, daß die persönlichen Eigenschaften und die durchdringende Erfahrung des Leiters die Hauptgewähr für den Erfolg sind.“

Neben dieser großen Erfahrung, wie sie sich in der Tat *Amundsen* 1897—1899 mit *de Gerlache* in der Antarktis, 1901 in Nordostgrönland, 1903—1907 auf der kühnen „Gjøa“-Fahrt zum magnetischen Nordpol und durch die vor ihm niemals bezungene „Nordwest-Passage“ nördlich von Nordamerika erworben hatte, darf man aber eins nicht vergessen, dessen *Amundsen* sich auch stets bewußt blieb: Ohne die Erfahrungen seiner Vorgänger, vor allem der letzten beiden erfolgreichsten britischen Expeditionen im gleichen Quadranten der Antarktis unter *Scott* und *Shackleton* würde auch *Amundsen* vielleicht nicht zum Ziel gelangt sein!

Max Friederichsen, Greifswald.

Hennicke, Carl R., Handbuch des Vogelschutzes. Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung. 1912. Preis brosch. M. 6,50, geb. M. 7,50.

Der vorliegende stattliche Band behandelt nicht bloß den Vogelschutz der Jetztzeit, sondern gibt auch (von *R. Hermann* bearbeitet) eine Geschichte des Vogel-

schutzes. *Hennicke* will den Vogelschutz mehr aus ethischen und ästhetischen Rücksichten betrieben wissen und nicht, wie es früher der Fall war, lediglich aus wirtschaftlichen Gründen. Er faßt ihn als einen Teil des Heimatschutzes auf und legt den Hauptwert auf die Erhaltung möglichst sämtlicher vorhandenen Vogelarten, auch der vermeintlich schädlichen, ohne dabei in Sentimentalitäten zu verfallen. *Hennicke* ist ein Schüler *Liebes*, des Begründers des wissenschaftlichen Vogelschutzes, und wirkt ganz im Sinne seines Lehrers, der vor allem auf die Kenntnis des Vogellebens drang. Der Inhalt des Werkes zerfällt in fünf Bücher, deren erstes die Notwendigkeit des Vogelschutzes nachweist. Der Hauptgrund der Abnahme unserer Vogelwelt bzw. gewisser Arten liegt in den veränderten Kulturverhältnissen unseres Bodens. Ein zweiter Grund für die Abnahme liegt in der Verfolgung der Vögel durch den Menschen, der den Vögeln aus verschiedenen Gründen nachstellt (Fang für den Käfig, zu Nahrungs- und Modezwecken, aus wirtschaftlichen Gründen usw.). Kurz wird auch die Abnahme der Vögel durch tierische Feinde und durch natürliche Ereignisse behandelt. Das zweite Buch enthält die Begründung des Vogelschutzes; der Standpunkt des Verfassers ist schon oben angedeutet. Ausführliches bringt derselbe über die wirtschaftliche Bedeutung der Vögel. Im dritten Buche behandelt der Verfasser die Ausführung des Vogelschutzes, wobei er den Schwerpunkt auf die Beschaffung von Nistgelegenheiten legt. Zu dem Kapitel: Vogelschutz durch die Verwaltungsbehörden möchte ich ergänzend hinzufügen, daß in der Unstimmigkeit der Vogelschutzgesetze und der Jagdgesetze der einzelnen deutschen Staaten ein Hauptgrund für die Vernichtung gerade der für das Landschaftsbild wichtigen Vogelgestalten liegt. Denn was nutzt es, wenn z. B. die Eulen, Turmfalken oder Bussarde vom Vogelschutzgesetz geschützt, vom Jagdgesetz aber freigegeben sind? Eine Revision der Jagdgesetze im Sinne der Vogelschutzgesetzgebung wäre dringend vonnöten. Auch die Verteilung von Geldprämien an diejenigen, die die Erhaltung an sich schädlicher Vogelarten (ich denke hier an Uhu und Fischadler) sich angelegen sein lassen, wäre in Erwägung zu ziehen. Die Geldprämie würde einen Ersatz für den Schaden, den der betr. Grundstücks- bzw. Jagdbesitzer durch den betr. Vogel erleidet, darstellen. Das vierte Buch bietet eine Geschichte des Vogelschutzes vom Altertum bis auf unsere Zeit, während das fünfte Buch die Gesetzgebung des Vogelschutzes in den Vereinigten Staaten und den deutschen Bundesstaaten behandelt. Ein reichhaltiges Literaturverzeichnis gibt dem, der sich noch weiter mit den einzelnen Kapiteln beschäftigen will, erwünschte Fingerzeige. Das ganze Werk, das ich ein Handbuch der praktischen Biologie der Vögel nennen möchte, ist unentbehrlich für den, der sich mit Vogelschutz beschäftigen muß, und steht bisher in der Literatur einzig da. Die zahlreich eingestreuten Illustrationen sind zweckentsprechend.

Dr. Koepert, Dresden.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preuß. Akademie der Wissenschaften herausgegeben von *A. Engler*. Heft 55—57. (Leipzig 1912, Wilhelm Engelmann.) Preis Heft 55 M. 6,80, Heft 56 M. 4.—, Heft 57 M. 7,20.

Die erste Lieferung des monumentalen, reich illustrierten Werkes, das jetzt bis zum 57. Heft gediehen ist, erschien im Jahre 1900, als die von Geheimrat *Engler* herausgegebenen „Natürlichen Pflanzenfamilien“ ihrem Abschlusse nahe waren. Über dieses Werk geht das jüngere durch eine Aufzählung und Beschreibung aller bekannten Arten hinaus. Die Diagnosen sind lateinisch, alles übrige ist deutsch (außer in einigen wenigen

englisch geschriebenen Monographien). Die einzelnen Hefte umfassen entweder je eine kleinere Familie oder eine Gruppe einer größeren Familie; zuweilen sind auch mehrere kleine Familien in einem Heft vereinigt. Naturgemäß ist der Umfang der einzelnen Hefte außerordentlich verschieden; er schwankt zwischen 40 und mehr als 800 Seiten. Als Zeugnis für die Genauigkeit und Vollständigkeit der Speziesbeschreibung sei nur das Beispiel der Gattung *Carex* erwähnt, von der auf 700 Seiten nahezu 800 Arten beschrieben sind. Da die Reihenfolge des Erscheinens der einzelnen Familien nicht an das System gebunden ist, so sind erst wenige natürliche Gruppen oder „Reihen“ von Familien zum Abschluß gelangt. Es sind das von Monokotylen die an Zier- und Nutzpflanzen reiche Reihe der Scitamineen (Musaceen, Marantaceen, Zingiberaceen, Cannaceen) und die Pandanales (Typhaceen, Pandanaceen, Sparganiaceen), von Dikotylen die Primulales (Myrsinaceen, Theophrastaceen, Primulaceen). Von den monokotylen Wasserpflanzen der Reihe „Helobiae“ fehlen nur noch die Hydrocharitaceen. Von großen Familien sind stark gefördert die Euphorbiaceen (5 Hefte), die Araceen (4 Hefte), und die Orchidaceen (4 Hefte). Aus dem Gebiete der Kryptogamen ist bisher nur die sehr umfangreiche Darstellung der Torfmoose erschienen. An den veröffentlichten Monographien sind 35 Verfasser beteiligt. Ein besonderer wissenschaftlicher Beamter, Prof. Harms, führt die Geschäfte des großen Unternehmens, das noch auf lange Zeit hinaus unsern Spezialforschern zu tun geben wird. Die neu erscheinenden Hefte sollen hier, wie dies früher regelmäßig in der „Naturwissenschaftlichen Rundschau“ geschehen ist, unter Hinweis auf einige allgemein interessierende Züge der behandelten Familien kurz besprochen werden.

Heft 55 (134 S., Pr. 6,80 M.). *Araceae—Philodendroideae—Philodendreae* von A. Engler und K. Krause. Allgemeiner Teil, Homalomeninae und Schismatoglottidinae mit 678 Einzelbildern in 77 Figuren von A. Engler.

Die tropischen Philodendroideae, die eine Unterfamilie der Arongewächse (Araceae) bilden, und von denen viele Arten als Zierpflanzen kultiviert werden, sind zumeist Halbsträucher oder kletternde, selbst baumartige Sträucher, selten ausdauernde Kräuter (Stauden). Heimisch ist diese Pflanzengruppe teils in Amerika, teils im asiatischen Monsungebiet bis zum Bismarckarchipel hin. Die Blüten, die an dem von einer Scheide umhüllten charakteristischen Kolben sitzen, sind nackt und eingeschlechtig, doch treten an den weiblichen Blüten mancher Arten neben dem Stempel noch Staubblatrudimente (Staminodien) auf. Kleine Insekten können die Bestäubung vermitteln; die Annahme, daß Philodendron an die Befruchtung durch Schnecken angepaßt sei (Ludwig), hält Engler für unrichtig. Der Verfasser hat die Philodendroideae in 7 Tribus geteilt und gibt im vorliegenden Heft außer der allgemeinen (morphologischen, anatomischen, ökologischen und pflanzengeographischen) Charakteristik, sowie des Systems der Unterfamilie nur die Beschreibung der beiden ersten Subtribus (Homalomeninae und Schismatoglottidinae) der ersten Tribus (Philodendreae). Die formenreichsten der sieben Gattungen sind Homalomena (etwa 80 Arten), von der sechs Arten den tropischen Anden, alle übrigen dem Monsungebiet angehören, und die gleichfalls im Monsungebiet verbreitete Schismatoglottis (75 Arten). Piptospatha hat acht Arten, die zumeist auf Borneo vorkommen. Dort finden sich auch die beiden Arten von Microcasia sowie die nur in je einer Species vertretenen Gattungen Bucephalandra und Gamogyne. Die gleichfalls monotypische Diandriella ist in Neu-Guinea heimisch.

Heft 56 (77 S., Pr. 4 M.). *Cannaceae* mit 80 Einzelbildern in 16 Figuren von Fr. Kränzlin.

Die in die Reihe der Scitamineae gehörige Monokotylenfamilie der Cannaceae enthält nur eine einzige Gattung, deren typischer Vertreter die allbekannte *Canna indica* ist. Hinsichtlich der näheren Verwandtschaft kommen nur die Marantaceen in Betracht. Alle Arten sind Stauden; die kleinsten haben etwa 60 cm, die größten erreichen etwa 4 m Höhe. Der Bau der absolut unsymmetrischen Blüte „hat den scharfsinnigsten unserer Morphologen schwere Bedenken geschaffen“, worüber Verf. eingehende Mitteilungen macht. Selbstbestäubung ist die Regel, doch kann auch Fremdbestäubung stattfinden. Die Samen bewahren lange ihre Keimkraft (für *Canna edulis* sind 30 Jahre nachgewiesen worden), auch ist es bemerkenswert, daß die Keimkraft der Samen von *C. indica*, die zu Rosenkränzen verarbeitet werden, durch das Durchbohren nicht zerstört zu werden scheint. Die Frage der geographischen Verbreitung der *Canna*-Arten bietet große Schwierigkeiten, da sie überall kultiviert werden und sehr häufig verwildern. In den Lehrbüchern findet man als Heimat der Familie nur das tropische und subtropische Amerika angegeben; Kränzlin aber führt eine Anzahl von Arten auf, die sicher paläotropisch sind. *C. indica*, deren Name oft genug für beinahe alle Arten gebraucht worden ist, stammt trotz dieses Namens sicher aus Amerika. Über die Einteilung der Gattung verbreitet sich der Verf. in sehr ausführlicher Weise. Er teilt das Genus nach der Zahl der blattartigen Staminodien in zwei UnterGattungen, Distemon mit 7 und Eucanna mit 25 Arten.

Heft 57 (147 S., Pr. 7,20 M.). *Euphorbiaceae—Acalyphaceae—Chrozophorinae*, mit 116 Einzelbildern in Figuren unter Mitwirkung von Käthe Hoffmann, von F. Paz.

Die Chrozophorinen sind eine sowohl in der alten wie in der neuen Welt verbreitete Gruppe der Wolfsmilchgewächse, die teils als Bäume, teils als größere Sträucher, teils auch als Stauden und als einjährige Kräuter auftreten. Ein paar Chrozophora-Arten (Kräuter) finden sich auch im Mediterrangebiet; *C. tinctoria* dringt nördlich bis Dalmatien vor. Diese Pflanze, die schon den Ärzten des Altertums bekannt war, hat arzneiliche Verwendung gefunden — so als Mittel gegen Würmer —, ist aber in ausgedehnterem Maße zu Färbzwecken benutzt worden. Man erhielt aus ihr einen blauen Farbstoff, die Bezetta coerulea oder Torna solis, zu deren Gewinnung die Pflanze früher in Languedoc kultiviert wurde. Durch Behandlung des blauen Farbstoffs mit Säuren erhielt man die Bezetta rubra oder Bambazetto, die ebenso wie der blaue Farbstoff mannigfache Verwendung fand. Gegenwärtig bietet keine der Chrozophorinen praktischen Nutzen. Von den 20 Gattungen ist die ganz amerikanische Ditaxis die formenreichste; 43 Arten von ihr werden beschrieben. Die Gattung Capetonia ist mit 33 Arten, teils in Amerika, teils in Afrika vertreten. Die 18 Arten von Chiroptalum sind alle amerikanisch, während Neomanniophyton mit seinen 12 Arten gänzlich dem tropischen Afrika, Agrostistachys mit ihren 11 Arten dem Monsungebiet angehört.

F. Moewes.

Muschler, Rcnno, A Manual Flora of Egypt. With a preface by Prof. Paul Ascherson and Prof. Georg Schweinfurth. Berlin 1912. R. Friedländer & Sohn. Preis M. 40,—.

Vor 25 Jahren (1887 und 1889) haben P. Ascherson und G. Schweinfurth ein Verzeichnis der in Ägypten beobachteten Blütenpflanzen mit ihren Standorten gegeben, in dem nur die als neu erkannten Arten oder Formen beschrieben wurden. Herr Muschler hat sich daher die

dankenswerte und für die Wissenschaft wichtige Aufgabe gestellt, die ägyptischen Pflanzenarten mit genauen Beschreibungen, Standorten in Ägypten und der allgemeinen Angabe ihrer weiteren Verbreitung herauszugeben. Dazu kommt noch, daß seit 1889 viele neue Arten und viele neue Standorte durch die Forschungen des Herrn *Muschler* selbst sowie durch die Forschungen der Herren *G. Schweinfurth*, *P. Ascherson*, *E. Sickenberger* u. v. a. bekannt geworden sind. Während *Ascherson* und *Schweinfurth* 1889 noch 1313 Arten von Blütenpflanzen aufzählen, führt Herr *Muschler* in diesem Werke 1500 Arten derselben auf, in denen freilich die durch die Kultur in Ägypten eingeführten Arten mit einbegriffen sind.

Wie schon aus dem Titel hervorgeht, ist das Werk mit Rücksicht auf die zahlreichen nach Ägypten gehenden Fremden aller Nationalitäten in englischer Sprache geschrieben. Wie schon hervorgehoben, werden von den Familien, Gattungen und Arten genaue erschöpfende Beschreibungen gegeben, so daß der sich für die Pflanzenwelt eingehender interessierende Reisende die ihm begegnenden Arten bestimmen kann. Bei jeder Art ist außerdem die auf ihr Auftreten in Ägypten bezügliche Literatur genau zitiert und namentlich auch die etwa erschienenen Abbildungen derselben. Nach der Beschreibung sind die Standorte, an denen sie beobachtet ist, in geographischer Anordnung angeführt und danach, wie schon erwähnt, ihre weitere Verbreitung außerhalb Ägyptens in allgemeinen Zügen. Auch werden die ägyptischen, von der Bevölkerung gebrauchten Vulgarnamen nach den Angaben der Reisenden angegeben. Dieser beschreibende Abschnitt bildet natürlich den Hauptteil des Werkes. Doch werden noch 7 Anhänge gegeben. Ich erwähne zunächst den sechsten Anhang, der eine eingehende Erklärung der bei den Beschreibungen angewandten Ausdrücke bringt.

Der erste Anhang gibt eine kurze Geschichte der botanischen Erforschung Ägyptens, in der die botanische Literatur in chronologischer Zeitfolge zusammengestellt und gewürdigt ist. Der zweite Anhang bringt eine wichtige pflanzengeographische Betrachtung der ägyptischen Pflanzenwelt in Zusammenhang mit den klimatischen Verhältnissen und der geologischen Beschaffenheit des Bodens. Im dritten Anhang wird eine Tabelle über die Verbreitung der ägyptischen Pflanzen in Ägypten selbst gegeben, während der vierte Anhang eine ausführliche Tabelle über deren Verbreitung in den Mittelmeerländern bringt. Der fünfte Anhang bringt die Liste der am häufigsten gezogenen Nutzpflanzen und Gartengewächse in Ägypten. Und der siebente Anhang gibt die alphabetisch angeordnete Liste der, wie oben erwähnt, angeführten arabischen Pflanzennamen, so daß auch der nicht botanisch geschulte Reisende aus den Bezeichnungen der Eingeborenen die ihn interessierende Pflanze im Werke auffinden und sich über dieselbe informieren kann.

So hat der Verfasser ein für den interessierten Reisenden praktisches und für die wissenschaftliche Kenntnis Ägyptens wichtiges Werk geschaffen. *P. Magnus.*

Grafe, Dr. V., Einführung in die Biochemie. Leipzig und Wien 1913. Franz Deuticke. Preis brosch. M. 13.—, geb. M. 14.50.

Die Biochemie ist in den letzten drei Jahrzehnten der mächtigste Zweig der Tier- und Pflanzenphysiologie geworden, denn die Grundlage alles Werdens sind chemisch-physikalische Prozesse, und nur die genaue Kenntnis der chemischen und physikalischen Vorgänge innerhalb des Organismus kann uns die Einblicke in die Lebensvorgänge vermitteln. Alle Zweige der Physiologie sind von biochemischen Befunden durchsetzt; jeder also, der erfolgreich physiologisch arbeiten will, muß von der

Biochemie ausgehen. Eine große Reihe ausgezeichneter Lehr- und Handbücher ist mit der Entwicklung der Biochemie Hand in Hand gekommen, aber sie alle sind entweder zu sehr spezialisiert oder wenigstens für den Anfänger oder gar für den Nichtfachmann zu umfangreich und zu viel voraussetzend. Dazu kommt noch, daß kaum jemals bisher die biochemischen Vorgänge im Tier- und Pflanzenkörper gemeinsam und vergleichend in einem Lehrbuche bearbeitet worden sind, obgleich alle neueren Forschungsergebnisse zeigen, daß beide Reiche eine physiologische und besonders eine biochemische Einheit bilden. Das vorliegende Buch will besonders dem Anfänger und Nichtfachmann eine Einführung in das riesige Gebiet sein, indem es, wiewohl die Elemente der Chemie und Physik voraussetzend, doch in den einleitenden Kapiteln die allgemeinen physiko-chemischen Gesetze der Zellarbeit, also osmotischen Druck, Diffusion, elektrolytische Dissoziation, Massenwirkungsgesetz, die Hauptsätze der Wärmelehre, die chemische Lichtarbeit, das Wichtigste über die Kolloide usw., behandelt und im zweiten Kapitel auch das organische Material der Zellarbeit von Grund auf erläutert, wobei besonders auf die biogenetischen Beziehungen der einzelnen Stoffe hingewiesen wird. Naturgemäß nehmen die Erörterungen über Proteine und Enzyme einen breiteren Raum ein. Die neuesten Forschungen haben gezeigt, daß für das Wesen der Zellfunktion besonders die Art der Durchlässigkeit der einzelnen Stoffe durch die Plasmahaut und demnach deren chemische und physikalische Struktur eine große Rolle spielt; ein besonderes Kapitel behandelt also die lebenswichtigen Zellstrukturen. Die Behandlung der Aufbau- und Abbauprozesse in den Organismen ist in der Weise angeordnet, daß der Kreislauf des Stoffes deutlich zutage tritt. Im Vorgange der Kohlensäureassimilation bereitet die grüne Pflanze aus Kohlensäure und Wasser unter Mitwirkung ihres Chlorophyllapparates und der Energie des Sonnenlichtes die organische Nahrung für sich und die übrige Lebewelt. Mechanik und biochemische Apparatur dieses lebensschaffenden Vorganges sind eingehend abgehandelt. Der zweite wichtige, in der Pflanze sich abspielende Vorgang ist die Assimilation von Stickstoff zum Zwecke des Aufbaus von Proteinen. Die gebildeten Stoffe werden sowohl in der Pflanze selbst zum Zwecke des Kraftgewinnes abgebaut, als vom Tiere übernommen und auch in dessen Körper abgebaut und verbrannt. Resorption von Kohlehydraten, Fetten und Eiweißstoffen erfordert dabei ihren besonderen Mechanismus, eine Reihe von Hilfsfaktoren sind dabei beteiligt, Stoffe, über deren Funktionen (Hormone, Aporrhegen usw.) die moderne Wissenschaft noch nicht vollkommen klar ist. Dabei kommt es auch wieder zum Aufbau der Gerüstsubstanzen des Körpers, bei welchen Eiweißstoffe im Tier-, Kohlehydrate im Pflanzenkörper hauptsächlich beteiligt sind. Eine wichtige, noch zu wenig gewürdigte Rolle spielen die Mineralstoffe, teils stofflich beim Aufbau organischer Komplexe, teils als Osmoregulatoren, wobei das eigenartige Moment der Notwendigkeit von Elektrolytkombinationen, eines bestimmten gegenseitigen Gleichgewichtes nicht leicht zu enträtseln ist. Die Formen des Abbaues, die gegenwärtig im Vordergrund wissenschaftlicher Diskussion stehen, also die verschiedenartigen Formen der Gärungen und die oxybiotische Atmung schließen sich an die Funktion der Mineralstoffe an; sie führen zu den Endprodukten des Stoffwechsels, welche bei der Pflanze im Körper selbst deponiert bleiben wie die Alkaloide und zu diesem Zwecke unwirksam gemacht, in bezug auf ihre reaktionsfähigen Gruppen „verschlossen“ werden müssen, um nicht wieder in Reaktion treten zu können, beim Tier ausgestoßen werden. Die Nahrung geht haupt-

sächlich als Energieträger in den Organismus ein, durch ihren Abbau wird die mit ihr verknüpfte Energie frei und verläßt den Körper in verschiedener Form, als Wärme, als mechanische Arbeit, als Licht, Elektrizität usw., nachdem sie innerhalb des Organismus als chemische Energie oder nach Umwandlung in andere Energieformen Arbeit geleistet hat. Der Stoff verläßt den Körper entweder in der einfachsten Form als Kohlendioxyd und Wasser oder in organischer Form als Harnstoff usw. oder endlich als Leiche des betreffenden Tieres oder der Pflanze; die letzteren Formen sind direkt für die grüne Pflanze nicht wie Kohlendioxyd und Wasser auswertbar, Mikroorganismen greifen vermittelnd ein und bilden in Gärung, Fäulnis und Verwesung jene anorganischen Endprodukte daraus, in welchen die Materie wieder in den Kreislauf des Lebens zurückkehrt. Der Kreislauf jedes einzelnen Elementes ist dann noch kurz besprochen und das Gesamtbild des Kreislaufes konstruiert. Einen breiten Raum nimmt die Pathologie des tierischen und pflanzlichen Stoffwechsels ein, gewissermaßen das biochemische Experiment, welches die Natur selbst angestellt hat; die Störungen im Eiweiß- und Kohlehydratstoffwechsel, der Hungerstoffwechsel, Enzymverschiebungen, Giftwirkung und Entgiftung, Wirkung der Toxine, die merkwürdigen Tatsachen der Immunochemie und Anaphylaxie werden erörtert, und daran schließen sich die Ausführungen über die chemische Beeinflussung der Organismen durcheinander. Den Schluß bildet der Versuch, die Tatsachen der Biochemie für die chemische Artverwandtschaft der Organismen, als Stütze phylogenetischer Studien auszuwerten. Die modernsten Fragen der Biochemie, die mechanische Erklärung der Befruchtungs- und Fortpflanzungsvorgänge, die Möglichkeit einer künstlichen Erzeugung von Lebewesen, werden gewissermaßen als Resultat der biochemischen Forschung erörtert und schließlich das Leben biochemisch als Etappe des Stoff- und Energiekreislaufes definiert.

Autoreferat.

Spemann, H., *Zur Entwicklung des Wirbeltierauges.*
In: Zool. Jahrb., Allg. Zool. Bd. 32, Seite 1 bis 98.
1912.

Zunächst wird die Operationstechnik eingehend besprochen. Als Versuchsobjekte dienten *Rana fusca* und *esculenta*, *Bombinator pachypus* und *Triton taeniatus*. Entfernt man beim Wasserfrosch die Anlagen der Augen zu einer Zeit, wo diese noch in der Medullarplatte enthalten sind, so bilden sich doch die normalen oder primären Linsenbildungszellen zu einem Linsenbläschen mit verdickter innerer Wand um. Daraus folgt, daß ein auslösender und differenzierender Einfluß des Augenbechers nicht nötig ist, um bei dieser Art die Linsenbildung zu ermöglichen. Anders liegen die Verhältnisse beim Grasfrosch. Doch ist noch nicht sicher zu entscheiden, ob diese Formen ganz unfähig sind, ohne den Einfluß des Augenbechers eine Linse zu bilden. Für *Bombinator pachypus* konnte Verfasser wahrscheinlich machen, daß auch hier bestimmt lokalisierte, primäre Linsenbildungszellen vorhanden sind, daß diese jedoch nicht in Aktion treten, wenn sie nicht vom Augenbecher hierzu den Anstoß erhalten. Ein kleiner Augenbecher bewirkt auch die Bildung einer kleinen Linse. Die Ergebnisse dieser und ähnlicher Forschungen anderer Autoren belehren uns, daß die Fähigkeit, ohne Augenbecher eine Linse zu bilden, bei den Embryonen verschiedener Arten von Wirbeltieren sehr verschieden entwickelt ist. Verfasser ist der Ansicht, daß das differente Verhalten darauf zurückzuführen ist, daß die allen Arten in gleicher Weise zukommenden prädestinierten Linsenbildungszellen bei ihrer Entwicklung in

verschiedenem Maße der Mitwirkung des Augenbechers bedürfen.

Bei einer zweiten Serie von Experimenten wurde nicht die Augenanlage, sondern die Augenblase entfernt. Auch bei diesen Defektversuchen auf vorgeschrittenem Stadium nahm der Wasserfrosch allen anderen bisher untersuchten Formen gegenüber insofern eine Sonderstellung ein, als bei ihm allein die Linsenbildung in jeder Phase vollständig unabhängig ist von einem Einfluß von seiten des Augenbechers. Bei allen anderen bedürfen die Linsenbildungszellen nicht nur des Anstoßes von seiten der Augenblase — in verschiedenem Maße — sondern auch ihrer Einwirkung während der Entwicklung.

Weiter wurde die Wirkung des Augenbechers auf Rumpfhaut geprüft, die nach vorn transplantiert wurde. Das Ergebnis war negativ. Eine Linse wird nicht gebildet. Hieraus ist zu schließen, daß entweder der Augenbecher auf diesem Boden eine Linse nicht hervorrufen oder daß die Rumpfhaut keine bilden kann. Die nächste Versuchsreihe entscheidet für die zweite Möglichkeit. Es wurde ein Stück Kopfhaut abgehoben und umgedreht wieder eingehellt, so daß die primären Linsenbildungszellen, die erst im vorderen Teil des Stückes lagen, jetzt hinter die Mitte zu liegen kommen. Bleibt ein kleines Stück aus der Kuppe der Augenblase an der Kopfhaut hängen, so daß es mit dieser umgedreht wird, so entwickelt sich daraus ein Augenfragment, das meist die Bildung einer Linse veranlaßt. Da diese Linse hinter der Mitte in genügender Entfernung von der stehengebliebenen Augenblase liegt, so gibt sie eine erwünschte Garantie dafür, daß die Umdrehung in der beabsichtigten Weise gelungen ist. Bei *Rana esculenta* vermag der Augenbecher an der ihm aufgeheilten Kopfhaut keine Linsenbildung hervorzurufen, während bei *Bombinator* eine Linse entsteht. Die Unfähigkeit der den Linsenbildungszellen benachbarten Bezirke (beim Wasserfrosch), auf einen Reiz des Augenbechers mit Linsenbildung zu antworten, ist auf die weitgehende Determinierung der Linsenbildungszellen zurückzuführen, die ihnen eine selbständige, unabhängige Entwicklung garantiert. Bei *Bombinator* dagegen ist mit der weniger ausgesprochenen Determinierung auch eine weniger scharfe lokale Abgrenzung verknüpft.

Die selbständige Entwicklungsfähigkeit der Linse bei dem Wasserfrosch und die Abhängigkeit dieses Vorganges von dem Augenbecher bei nah verwandten Formen zwingt zu der Annahme, daß auf einem Übergangsstadium beide Entwicklungsweisen im selben Individuum vereinigt waren, daß also die Linsenbildung doppelt gesichert war. Welcher Modus auch der primitivere gewesen sein mag, jedenfalls war der Übergang von einem zum andern kein sprunghafter, sondern er führte in stetigem Verlauf durch ein Stadium, in dem beide Entwicklungsweisen gemeinsam nach demselben Ziel hinarbeiteten. Um die theoretische Bedeutung dieser Vorgänge würdigen zu können, ist es vor allem nötig, wenn möglich zu entscheiden, ob der Einfluß des Augenbechers mechanischer Natur ist. Diese Möglichkeit wird vom Verfasser abgelehnt. Vor allem sprechen die Ergebnisse von *Le Cron* dagegen. Schaltete dieser auf verschiedenen Stadien den Augenbecher aus, so ging stets die Entwicklung noch ein wenig weiter, kam aber dann bald ins Stocken. Für jüngere Stadien kann man dies mit dem Ausbleiben des mechanischen Einflusses (Zugwirkung) erklären. Bei weiterer Differenzierung, nachdem das Linsenbläschen schon abgeschnürt ist, kann aber normal keine mechanische Einwirkung mehr in Anspruch genommen werden. Die Ausschaltung des Augenbechers auf diesem Stadium dürfte demnach auch kein Hindernis mehr sein für die Weiterentwicklung.

Die Experimente deuten jedoch darauf hin, daß mit dem Augenbecher ein spezifischer Reiz wegfällt. Bestätigt wird dies durch die ungestörte Entwicklung, die stattfindet, wenn die Linse vom Augenbecher völlig abgeschnitten, aber gleich wieder aufgeheilt wird. Auch die Bildung wohl differenzierter Linsen durch den Einfluß eines kleinen deformierten Retinafragments bei Bombinator läßt kaum an eine mechanische Einwirkung des Augenbeckers denken.

Geht aber ein spezifischer Reiz vom Augenbecher aus, so fragt es sich, wie es kommt, daß heute beim Wasserfrosch die primären Linsenbildungszellen ein Gebilde ganz aus sich selbst entstehen lassen können, das bei anderen Formen in gleicher Ausbildung auch andere Zellen, jedoch nur unter dem Einfluß des Augenbeckers zu bilden imstande sind. Verfasser neigt auch heute wie in einer früheren Arbeit dazu, in der Fähigkeit der primären Linsenbildungszellen eine Vererbung der Reizwirkung anzunehmen. Man hätte sich dann vorzustellen, daß ursprünglich der Augenbecher die Fähigkeit hatte, jede beliebige Stelle der Epidermis zur Linsenbildung anzuregen. Nun wurde aber normal bei jedem Individuum immer nur eine ganz bestimmte, und zwar stets dieselbe Stelle, von dem Einfluß des Augenbeckers getroffen und zur Linsenbildung gezwungen. Dadurch konnte es kommen, daß schließlich dieser Zellkomplex seine Fähigkeiten so zu beherrschen begann, daß er mehr und mehr unabhängig wurde von dem Augenbecher, und zwar zunächst unabhängig von dem führenden und schließlich auch von dem auslösenden Einfluß desselben. Alle übrigen Teile der Epidermis dagegen mußten, da sie nie von dem Reiz des Augenbeckers getroffen wurden, allmählich demselben gegenüber abstumpfen, d. h. sie verloren die Fähigkeit, ihn in der ursprünglichen Weise zu beantworten. So läßt sich auf Grund der Annahme, daß erworbene Fähigkeiten vererbbar sind, eine Erklärung für den verschiedenen Verlauf dieser Entwicklungsprozesse bei nah verwandten Formen finden.

Dr. Reinhard Demoll, Gießen.

Correns, C., *Die neuen Vererbungsgesetze*. Berlin 1912. Gebr. Borntraeger, Preis 2 M.

Am Eingange einer jeden neuen biologischen Epoche steht eine neue Idee eines großen originellen Forschers, die realisiert in einem Werke den Anstoß gibt für die weitere wissenschaftliche Arbeit dieser ganzen Epoche. Nachdem Darwins Entstehung der Arten in die Welt hinausgegangen war, wurde die Biologie dezentennialang ausschließlich unter dem Gesichtswinkel deszendenz-theoretischer Betrachtungsweise betrieben. Die Glanzzeit des Darwinismus ist heute vorbei, diese Epoche der Biologie ist schon wieder historisch geworden, und der „moderne“ Biologe kann sich schlechterdings nicht mehr die Begeisterung der Alten vorstellen, wie sie etwa in den achtziger Jahren herrschte. — Seit 1900, seit Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln, haben wir eine neue biologische Epoche: das *Zeitalter der „experimentellen Vererbungslehre“*. Als Gregor Mendels jetzt weltberühmt gewordene Schrift — „Versuche über Pflanzenhybriden“ — im Jahre 1866 erschien, kümmerte sich niemand um diese Publikation von 47 Druckseiten, welche die Anregung werden sollte für unsere heutige Epoche der experimentellen Vererbungsforschung. Die Zeit war dazu noch nicht reif. Erst nachdem Correns, de Vries und Tschermak etwa gleichzeitig die eigenartigen Gesetzmäßigkeiten wiederfanden, die Gregor Mendel fast vierzig Jahre vorher schon genau gekannt und beschrieben hatte, erst von diesem Augenblicke an setzte in allen Kulturländern eine überaus fruchtbare Arbeit ein.

Das vorliegende Buch von Correns, ursprünglich hervorgegangen aus einem Vortrage für Laien, bietet jetzt in zweiter Auflage ganz umgearbeitet eine kurzgefaßte klassische Einleitung in das neue Gebiet. Wir finden darin eine klare Darstellung der Spaltungsregeln, illustriert an Beispielen aus den eigenen grundlegenden Arbeiten; auch typische Beispiele über spaltende Merkmale beim Menschen sind herangezogen worden (Hyperdactylie). Wir werden orientiert über Monohybriden, Dihybriden und Polyhybriden, sowie über die Fortschritte der Vererbungswissenschaft seit Mendels Entdeckung. In leicht verständlicher Weise sind auch die interessanten scheinbaren Kreuzungsnova erklärt. Ferner werden kurz noch einige der wichtigsten Probleme angeschnitten, welche die neue Vererbungswissenschaft zurzeit beschäftigen. Correns weist dabei darauf hin, daß die Diskussion über die Frage nach der Konstanz von Bastarden, also nach Ausnahmen der Spaltungsgesetze, von nicht so großer Bedeutung ist, wie man wohl meist annimmt. „Die Sachlage sollte im allgemeinen so aufgefaßt werden, daß das Spalten der normale Vorgang ist, aber unter gewissen Bedingungen (durch einen „Hemmungsfaktor“) unterbleiben kann.“ Correns schlägt dann für solche Pflanzen, bei denen „an ein und demselben Individuum ein Teil der Äste eine dem Individuum gleichende, also konstante Nachkommenschaft gibt, während der andere Teil der Äste eine ganz regelmäßig spaltende Nachkommenschaft geben kann“, den Namen „amphoterogon“ vor. Er illustriert diese wichtigen Tatsachen wiederum an seinem Mirabilis-Jalapa-Material, an den sogenannten Variegata-Sippen. Correns fand diese Erscheinungen auch an einer in seinen Kulturen aufgetretenen Variegata-Sippe der *Urtica pilulifera*, und er meint, daß sie „sich gewiß noch vielfach nachweisen lassen wird“.

Einige Perspektiven auf die Anwendung der Vererbungsgesetze beim Menschen beschließen diese höchst anregende Schrift.

E. W. Schmidt, Marburg.

Bragg, W. H., *Studies in Radioactivity*. 15×22 cm, VIII und 196 S. London 1912. Macmillan & Co., Preis geb. 5 sh.

Zu den vielen wichtigen Errungenschaften, die man der radioaktiven Forschung verdankt, gehört auch die Erkenntnis der Natur der Strahlen, die die radioaktiven Verwandlungen begleiten. Bekanntlich gibt es deren drei Arten, die α -, β - und γ -Strahlen. Die ersten zwei stellen elektrisch geladene Teilchen vor. Die α -Teilchen sind Heliumatome, die eine positive Ladung gleich der doppelten Ladung des elektrischen Elementarquantums tragen, und ihre von Element zu Element verschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten betragen zwischen $\frac{1}{20}$ und $\frac{1}{15}$ der Lichtgeschwindigkeit. Alle zerfallenden Atome desselben radioaktiven Elements geben aber α -Teilchen von genau der gleichen Geschwindigkeit. Die Teilchen der β -Strahlen sind nichts anderes als freie negative Elementarladungen, sog. Elektronen, und unterscheiden sich von den Kathodenstrahlen nur durch ihre größere Geschwindigkeit, die für die untersuchten Strahlen zwischen der halben und sehr nahe der ganzen Lichtgeschwindigkeit liegt. Über die Natur der γ -Strahlen wird noch weiter die Rede sein.

Alle diese Strahlen besitzen die Fähigkeit, alle Arten der Materie zu durchdringen. Man gelangt zu der Ansicht, daß sie dabei nicht nur in den freien Räumen zwischen den Atomen sich bewegen, sondern auch die Atome selbst zu durchqueren imstande sind. Dadurch gewinnt die Untersuchung des Verhaltens dieser Strahlen bei ihrem Durchgang durch die Materie ein sehr hohes Interesse, weil man hoffen kann, durch sie den Bau der Atome zu durchschauen.

Auf diesem Gebiet hat sich der Verfasser des vorliegenden Buches große Verdienste erworben, und man wird ihm dankbar sein, daß er seine zahlreichen Untersuchungen hier zusammengestellt hat. Das Buch trägt zum Teil ein persönliches Gepräge, enthält aber außer den eigenen Forschungen des Verfassers auch die vieler anderer; es wird dadurch zu einer, wenn auch nicht erschöpfenden, so doch die wichtigsten Punkte berücksichtigenden Darstellung unserer Kenntnisse über das Verhalten der Strahlen radioaktiver Substanzen bei ihrem Durchgang durch Materie.

Die ersten Kapitel sind den Reichweiten und den Ionisierungskurven der α -Strahlen gewidmet. Dann folgt die Besprechung des Hemmungsvermögens der verschiedenen Substanzen gegenüber α -Strahlen, der Ionisationswirkung dieser Strahlen in verschiedenen Gasen und der sog. anfänglichen Wiedervereinigung von Ionen beim Ionisieren durch α -Strahlen. Die nächsten Kapitel behandeln das Verhalten der β -Strahlen bei ihrem Durchgang durch Materie, und zwar die Zerstreung und den Geschwindigkeitsverlust, den sie dabei erleiden; auch der allgemeine Fall der Absorption der β -Strahlen wird diskutiert. Die übrigen Kapitel sind den Röntgen- und γ -Strahlen gewidmet. Es werden die allgemeinen Eigenschaften dieser Strahlen besprochen, die Bildung der sekundären β -Strahlen durch diese, die Energie der Strahlen, die Ionisation, die sie hervorrufen, ihre Zerstreung, und das Buch schließt mit einer allgemeinen Diskussion über ihre Natur.

Einige Fragen, die das Buch behandelt, seien hier kurz besprochen. Der Verfasser hat das Verdienst, als erster gezeigt zu haben, daß die α -Strahlen der verschiedenen radioaktiven Elemente von einer Substanz nur eine ganz bestimmte Dicke zu durchqueren vermögen, hinter welcher sie durch kein Mittel nachzuweisen sind. Man nennt diese Dicke die Reichweite der betreffenden Strahlen in der gegebenen Substanz. Sie wird gewöhnlich angegeben für Luft von 15° und 760 mm und liegt für die bekannten Strahlen zwischen 2,5 cm und 8,6 cm. Die Reichweite der α -Strahlen ist so charakteristisch für das Element, das sie emittiert, daß ihre Bestimmung oft zur Erkennung des Elementes ausreicht, und das Auffinden von α -Strahlen mit einer neuen Reichweite hält man für ein genügendes Kriterium für die Existenz eines neuen Elementes.

Wenn ein Schwarm von α -Teilchen durch Substanzdicken geht, die kleiner sind als die entsprechende Reichweite, so bleibt die Zahl der Teilchen unvermindert. Sie erleiden aber zwei Änderungen: ihre Geschwindigkeit wird verkleinert, sie werden gehemmt, und sie werden von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt, ein paralleles Bündel wird zerstreut. Im hohen Maße trifft letzteres erst am Ende der Bahn zu, wo die Teilchen schon einen gewissen Teil ihrer Geschwindigkeit eingebüßt haben. Diese zwei Faktoren genügen, um das Verhalten der α -Strahlen bei ihrem Durchgang durch die Materie zu beschreiben. Vergleicht man das Hemmungsvermögen, das die verschiedenen Substanzen gegenüber den α -Strahlen zeigen, so findet man, daß es sich additiv aus der Wirkung der sie aufbauenden Atome (ganz unabhängig von physikalischen oder chemischen Eigenschaften) zusammensetzt. Dasselbe betrifft die Wirkungen der Materie auf β - und γ -Strahlen. Bragg fand dabei, daß die Wirkung der verschiedenen Atome im Falle der α -Strahlen proportional der Quadratwurzel aus ihrem Atomgewicht ist.

Die Vorgänge beim Durchgang der β -Strahlen durch Materie sind nicht so einfach. Zu der Geschwindigkeitsverminderung und der starken Zerstreung kommt hier noch eine Verkleinerung der Zahl, vollständige Bremsung hinzu. Diese drei Faktoren sind aber noch nicht ge-

nügend untersucht, um zu erlauben, das Verhalten eines β -Strahlenbündels bei seinem Durchgang durch eine Substanzschicht rechnerisch zu verfolgen.

Im Falle der γ - und der von diesen sich wohl nur in quantitativer Hinsicht unterscheidenden Röntgenstrahlen waren noch vor kurzem über ihre Natur die Ansichten geteilt. Eine der verbreitetsten Theorien sieht in ihnen elektromagnetische Impulse im Äther, die durch rasche Geschwindigkeitsänderungen der β - oder Kathodenstrahlen erzeugt werden. Ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit müßte gleich der des Lichtes sein. Sie würden auf Grund dieser Auffassung außerordentlich kurzwelligem Lichte (Wellenlänge 10^{-9} cm) zu vergleichen sein, von dem sie sich aber für gewöhnlich durch ihren nichtperiodischen Charakter unterscheiden würden. Der Verfasser verteidigt eine andere von ihm aufgestellte Theorie. Nach dieser sollen diese Strahlen so wie α - und β -Strahlen auch korpuskular gebaut sein, und zwar aus Teilchen bestehen, die ein durch eine positive Ladung neutralisiertes Elektron darstellen. Der Verfasser hält seine Auffassung als besonders geeignet, um die große gegenseitige Umwandlungsfähigkeit der Kathoden- bzw. β -Strahlen in Röntgen- bzw. γ -Strahlen und umgekehrt, welche sie beim Auftreffen auf Materie erleiden, zu erklären. Die neuesten Untersuchungen, durch die sowohl die Beugung wie die Reflexion der Röntgenstrahlen nachgewiesen wurde, scheinen aber endgültig die Impulstheorie bewiesen zu haben, während sie mit der Bragg'schen Auffassung unvereinbar sind. Dies muß beim Lesen der entsprechenden Kapitel des Buches, welche sonst sehr viel interessante und wichtige Tatsachen enthalten, berücksichtigt werden.

Es sei noch hervorgehoben, daß das Buch beim Leser die Kenntnis der Grundlagen der Radioaktivität und Elektronik voraussetzt.

K. Fajans.

Kleine Mitteilungen.

Eine neue *universelle Naturkonstante*, welche Beziehungen zwischen der *Molekularanziehung* (Kohäsion), der *Schwere* und der *chemischen Affinität* herstellt, ist von A. P. Mathews abgeleitet worden. Unter der Voraussetzung, daß die molekulare Anziehung mit der vierten Potenz der Entfernung zwischen den Attraktionszentren abnimmt, findet er für das Glied a/v^2 , welches in der von der Waalsschen Zustandsgleichung die Molekularanziehung darstellt, die Form $N^2 M^2 K/v^2$. Hierin bedeutet N die Anzahl der im Volumen v enthaltenen Moleküle, M die bezüglich der Anziehung wirksame Masse einer Molekel und K eine Konstante. Mit Hilfe der Formel von Eötvös über die Energie der Oberflächenspannung ergibt sich

$$M^2 K = 9,045 \times 10^{-16} (T_k - 6),$$

wo T_k die kritische Temperatur bedeutet. Für eine große Anzahl von Substanzen hat sich nun berechnen lassen, daß diese Größe $M^2 K$ annähernd gleich ist der Potenz $\frac{2}{3}$ des Produktes aus dem Molekulargewicht M_0 und der Zahl der Valenzen V der Substanz, multipliziert mit der Konstanten $2,97 \times 10^{-37}$, so z. B.

für:	M_0	V	$M^2 K / (M_0 \times V)^{2/3}$
Äthyläther	74	28	$2,92 \times 10^{-37}$
Benzol	78	30	$2,93 \times 10^{-37}$
Helium	4	1	$2,90 \times 10^{-37}$
Sauerstoff	32	2	$2,88 \times 10^{-37}$
Argon	39,9	1	$3,10 \times 10^{-37}$

Wesentliche Abweichungen von dem Mittel der Konstanten $2,97 \times 10^{-37}$ ergeben sich für assoziierende Substanzen, wie Methylalkohol, bei denen wegen der Asso-

ziation der Moleküle ein höheres mittleres Atomgewicht und eine höhere Valenzzahl anzunehmen ist. Für normale Substanzen gibt diese Beziehung zwischen Kohäsion, Gravitation und Affinität ein Mittel mit Hilfe der kritischen Daten, *die Anzahl ihrer Valenzen zu berechnen*. Da ferner die molekulare Anziehung von dem Produkt des Molekulargewichtes und der Valenzzahl abhängt, so ergibt sich für die Elektronentheorie, daß die Elektronen der Atome und die der Valenzen verschiedenen sind und nicht zu einander addiert werden dürfen. (*Science*, 36, 92, 1912.) *Mk.*

In Heft 2 dieser Zeitschrift wurde über die von *Tammann* gegebene Erklärung berichtet, nach der die Plastizität der Metalle durch die Gleitflächen der in ihnen vorhandenen Kristalle bedingt ist. Daher darf eine Arbeit von *F. Robin* über die **Kristallisation beim Anlassen von harten Metallen** Aufmerksamkeit erwecken. *Robin* hat handelsmäßige Metallbleche auf verschiedene Temperaturen erhitzt und das Anwachsen der Korngröße in ihnen mit steigender Temperatur gemessen. So fand er die Korngröße (Seite eines Quadrates, welche der Fläche des am größten gefundenen Kornes gleich ist) für 0,4 mm starkes Zinnblech bei 45° zu 0,3–0,7 mm und bei 220° zu 3 mm, für 0,45 mm dickes Aluminiumblech bei 250° zu 0,2–0,35 mm und bei 550° zu 0,3–0,4 mm, sowie für 0,3 mm starkes Kupferblech bei 400° zu 0,01 mm, bei 900° aber zu 0,4 mm. Nicht immer erhält man jedoch bei den höchsten Temperaturen die größten Kristalle. Manchmal erreichen diese schon bei niedrigeren Temperaturen ihr Maximum. Durch Unreinigkeiten wird die Korngröße verringert. In dieser Hinsicht haben Aluminium und Magnesium die größte Wirkung auf Zinn, Blei und Zink. Auf die Korngröße des Zinns wirken nach der Größe ihres Einflusses in steigender Richtung geordnet: Sb, Bi, Pb, Hg, Zn, Cu, Al, Mg. — Die von Stahltechnikern gemachte Beobachtung, daß ein beim Bearbeiten über seine Elastizitätsgrenze hinaus beanspruchter Stahl durch Anlassen grobe Kristallstruktur erhält, die ihn brüchig macht, veranlaßte *Robin* zur Untersuchung des Einflusses, den eine lokale Deformation durch Schneiden, Biegen oder Durchlochen eines Metalls beim nachherigen Anlassen ausübt. Er fand, daß die deformierte Stelle über ihren eigentlichen Bereich hinaus eine *Fernwirkung* ausübt, indem sich in den anliegenden Gebieten Kristalle von ungewöhnlicher Größe ausbilden. Diese Kristalle sind um so größer, je höher die Anlastemperatur ist, und sie dehnen sich mit deren Steigerung auf eine um so größere Entfernung von der deformierten Stelle aus. Wurden Bleche von 0,4 mm Dicke gebogen, so betrug die Breite der hierdurch deformierten Zone ca. 1 mm. Beim Anlassen wuchs aber Größe der Kristalle und Strecke ihrer Ausbreitung beim Zinn von 0,6 und 0,7 mm bei 60° auf 3,5 und 12 mm bei 125°; beim Zink von 0,2 und 1 mm bei 160°, auf 3 und 8 mm bei 400°; beim Aluminium von 0,2 und 0,4 mm bei 350°, auf 3,5 und 10 mm bei 550°, und während bei 600° für Kupfer die Korngröße 0,1 mm betrug und die Ausbreitungsstrecke 0,5 mm, war bei 1000° die Korngröße 0,8 mm und die Ausbreitungsstrecke 7 mm. Diese Erscheinungen sind *für die Industrie überaus wichtig*, da außerordentlich viele Produkte aus Metallblechen durch Biegen, Durchlochen usw. mit darauffolgendem Anlassen hergestellt werden. Um den dadurch herbeigeführten Mängeln zu begegnen, kann man beim Eisen Erhitzen auf 900° anwenden; bei den übrigen Metallen kann die Hinzufügung anderer Elemente helfen. (*Comptes Rendus* 155, 598 u. 716, 1912.) *Mk.*

Der **Moschusochse** ist jetzt ganz auf die arktischen Gebiete Nordamerikas beschränkt. Im Quartär war er dagegen weit über Europa und Nordasien verbreitet. Hier reichte er fast bis zum Baikalsee, dort bis zur oberen Donau, dem Bodensee und der Dordogne südwärts. An nicht weniger als 81 Fundorten sind Reste von ihm aufgedeckt worden, darunter ein Moschusochse mit Haut und Haaren auf der Gr.-Ljachow-Insel (Neusibirische Inseln), ferner 55 Schädel und Schädelfragmente, 15 einzelne Hornscheiden, 5 Unterkiefer, 14 Wirbel und mehrere Hundert Zähne, Extremität- und sonstige Knochen, also ein recht reiches fossiles Material. Es ergibt sich aus ihm (*R. Kowarzik, Denkschriften der Math.-Naturw. Klasse der K. Akad. f. Wissenschaften, Wien. 1912. LXXXVII., S. 505–566*) folgendes: „Der Moschusochse hat zur Tertiärzeit die Polarregionen bewohnt. Am Schlusse dieser Epoche zwang ihn die bedeutende Verschlechterung des Klimas, seine Wohnsitze zu verlassen. Er wich den herannahenden Eismassen nach Süden und nach Südwesten aus. Auf ersterem Wege gelangte er nach England und Europa. Durch den Wechsel des Klimas verzögerte sich zeitweise diese Wanderung, sie kam auch zum Stillstand, ja sie bewegte sich vielleicht sogar wieder in verkehrter Richtung nach Norden. Am Ende der Haupteiszeit war der diluviale Moschusochse bis tief nach Süden verbreitet und erreichte seine südlichsten Standorte. Nach der Haupteiszeit wandelte sich der bisherige Typus *Ovibos fossilis Rüttimeyer* (= *Praevibos priscus* nov. gen. et nov. spec. Staudinger) um. Es entstand der Typus *Ovibos mackenzianus* Kow. Dieser wich wiederum langsam nach Norden und Nordosten zurück, da ihm das Klima zu heiß wurde. Die nach England gelangten Exemplare fanden den weiteren Weg nach den Polarländern verschlossen, da mittlerweile die England-Polarlandbrücke verschwunden war. Sie gingen zugrunde. Die nordostwärts ziehenden Herden gelangten jedoch über Rußland, Sibirien und die Beringstraße nach Nordamerika, wo der Typus noch heute als *Ovibos mackenzianus* Kow. westlich der großen Wasserscheide zwischen Atlantischem Ozean und dem Nördlichen Eismeer lebt. Die anderen Typen des Moschusochsen, die Nordamerika, die Polariseln und Grönland bewohnen, haben eine andere Stammesgeschichte.“

Th. Arldt, Radeberg.

Die ersten fossilen Reste von Schildkröten aus dem Kongogebiet (*L. Dollo, Bull. de l'Académie royale de Belgique. Classe des Sciences. 1912. 2 pp.*) sind zwar nur Fragmente, aber doch sehr charakteristisch. Man hat sie in untereozyänen Schichten der Kabindaenklave gefunden, und sie gehören der noch heute lebenden Gattung *Podocnemis* an, die sich heute nur noch in Südamerika und auf Madagaskar findet. Man wußte nun schon früher, daß sie vom Obereozän bis zum Untermiozän auf dem afrikanischen Festlande lebte, da man aus diesen Formationen fossile Reste von ihr aus Ägypten kannte. Im Untereozän hatte sie sich sogar bis England verbreitet. Im eigentlich äthiopischen Gebiete ist aber die neue Art *P. congolensis* der erste bisher bekannt gewordene Fund, der auch darum besonderes Interesse verdient, als er geologisch noch älter ist als die untereozyäne *Podocnemis*art von England und somit das Alter der Gattung noch weiter als bisher hinaufreckt. Nach ihrem Bau, besonders nach ihrem vollständig verknöcherten und abgeflachten Panzer, war auch diese älteste Art schon ein Flußbewohner, wie ihre heutigen Verwandten. Das Tier mag etwa 90 cm Länge erreicht haben.

Th. Arldt, Radeberg.

RECEIVED
AUG 25 1914

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 9.

28. Februar 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Das Institut International de Physique Solvay.
Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Warburg, Charlottenburg.* S. 201.

Bedeutung und Ziele der Wolkenforschung. Von
Prof. Dr. R. Süring, Potsdam. S. 202.

Der Kautschuk vom kolloidchemischen Standpunkt.
Von *Dr. Rudolf Koetschau, Hannover.* S. 203.

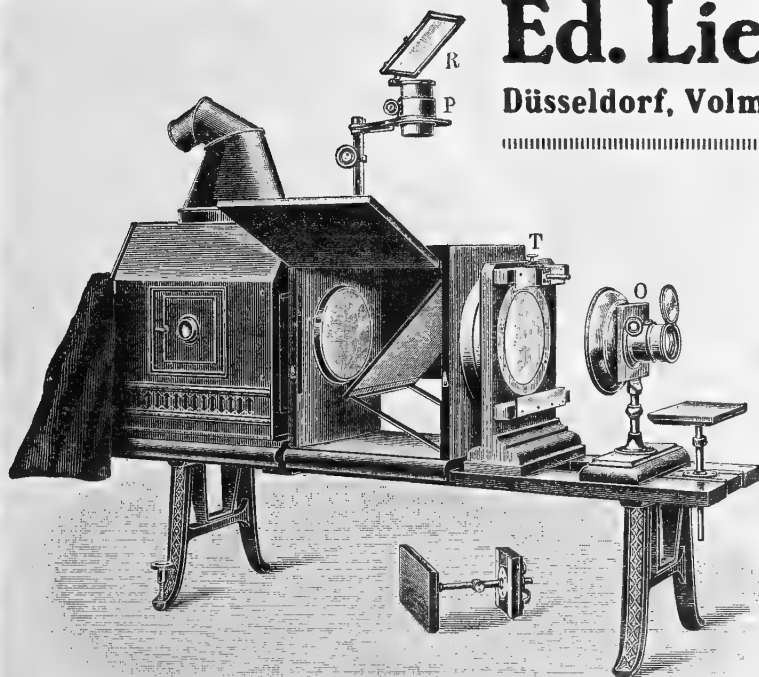
Die Korrelationsmethode und ihre Verwendung
in der Statistik. Von *Prof. F. M. Exner, Innsbruck.* S. 206.

Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Tuberkulosebehandlung. Von *Prof. Dr. Karl Bruck, Breslau.* S. 208.

Über das Verhältnis der Zellmechanik zur Entwicklungsmechanik. Von *Ludwig Rhumbler, Hann.-Münden.* S. 210.

Besprechungen. S. 215.

Kleine Mitteilungen. S. 223.



Ed. Liesegang
Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Theising, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

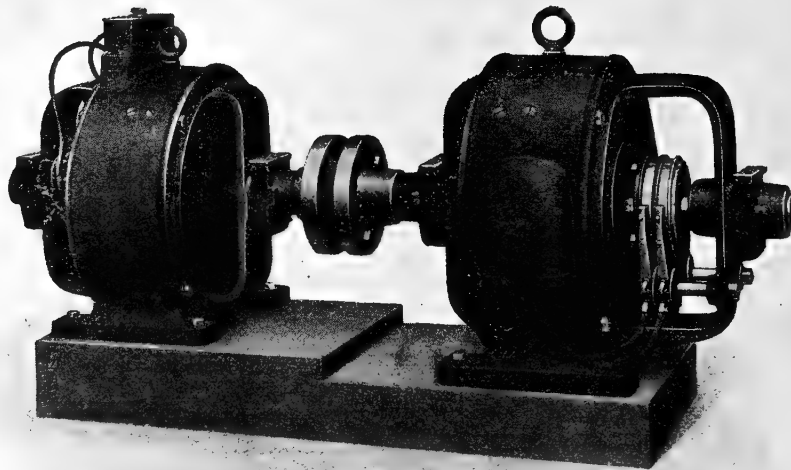
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich

6	18	28	52maliger Wiederholung
10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

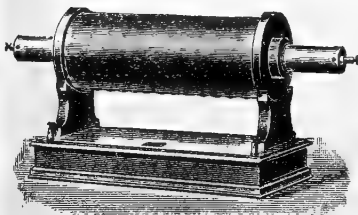
Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Verlag von Franz Deuticke in Leipzig und Wien.

Soeben erschienen:

Einführung in die Biochemie für Naturhistoriker und Mediziner

von Dr. Viktor Grafe,

Privatdozent an der Wiener Universität.

Mit 41 Abbildungen im Text.

Preis brosch. M. 13.—, geb. M. 14.50.

Früher ist erschienen:

Vitalismus.

Elementare Lebensfunktionen.

Von Dr. Karl Camillo Schneider,

Privatdozent an der Universität Wien.

Mit 40 Abbildungen im Text.

Preis M. 11.—.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Franz Deuticke, Leipzig u. Wien: Seite II — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Julius Springer, Berlin: Seite III — B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — M. Goergen, München: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske, A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite III.

Das Institut International de Physique Solvay.

Vom 30. Oktober bis zum 3. November 1911 tagte in Brüssel unter dem Vorsitz des Herrn Prof. *H. A. Lorentz* ein internationaler Kongreß, um einige neuere physikalische Theorien, insbesondere die von Herrn *Planck* herrührende Theorie der Energieelemente oder Quanten zu besprechen. Zwölf Mitglieder des Kongresses hatten Berichte über verschiedene Themen verfaßt, diese Berichte wurden in den Versammlungen vorgelegt und diskutiert. Die Ergebnisse des Kongresses sind kürzlich in einem 460 Seiten starken Bande, welcher die erwähnten Berichte und die an sie geknüpften Diskussionen enthält, der Öffentlichkeit übergeben¹⁾. Das Werk besitzt infolge der zahlreichen in ihm enthaltenen Anregungen eine erhebliche wissenschaftliche Bedeutung und wird auch als historisches Denkmal dauernden Wert behalten, sofern es die Anschauungen von Zeitgenossen über schwebende Fragen großer Bedeutung widerspiegelt.

Die geschilderte großartige und originelle Veranstaltung ist ins Leben gerufen durch Herrn *Ernest Solvay* in Brüssel, welcher schon so oft durch finanzielle Beihilfen zu wissenschaftlichen Zwecken in- und außerhalb Belgiens seine Liebe zur Wissenschaft in eminenter Weise betätigt hat. Insbesondere sind die stattlichen Instituts Solvay im Parc Leopold zu Brüssel zu erwähnen, welche eine Zierde der dortigen Universität bilden.

Allein der Kongreß vom Jahre 1911 hat noch eine weitere bedeutsame Folge gehabt. An dessen Schluß überraschte nämlich Herr *Solvay* seine Gäste durch den Plan der Gründung eines internationalen Instituts für Physik (Institut international de Physique Solvay). Dieser Plan wurde sogleich von einem kleinen Komitee beraten, welches im September vorigen Jahres wiederum in Brüssel zusammentrat und die Statuten im Einvernehmen mit Herrn *Solvay* festsetzte. Herr *Solvay* hat das Institut mit einem Kapital von einer Million Francs ausgestattet und dabei die äußerst selbstlose Verfügung getroffen, daß der genannte Fonds in 30 Jahren aufgebraucht werden und alsdann das Institut liquidieren soll. Der Sitz desselben ist im Parc Leopold zu Brüssel; die Verwaltung liegt in den Händen einer administrativen Kommission und eines internationalen wissenschaftlichen Komitees. Zurzeit besteht die administrative Kom-

mission aus den Herren Professoren *P. Heger*, *E. Tassel* und *J. E. Verschaffelt*; das wissenschaftliche Komitee aus den Herren *H. A. Lorentz* als *Präsidenten* (Haarlem), Frau *P. Curie* (Paris), den Herren *M. Brillouin* (Paris), *R. B. Goldschmidt* (Brüssel), *H. Kamerlingh-Onnes* (Leiden), *W. Nernst* (Berlin), *E. Rutherford* (Manchester), *E. Warburg* (Berlin) und *M. Knudsen* als Sekretär (Kopenhagen).

Der jährlich verfügbare Betrag der Stiftung wird in drei Teile geteilt. Der erste Teil dient zur Unterstützung wissenschaftlicher Untersuchungen. Für das erste Jahr, welches mit dem 1. Mai 1913 zu Ende geht, kann noch ein Betrag von 17 500 Francs zu diesem Zwecke verteilt werden. Nähere Angaben über den Bewerbungsmodus sind für dieses Jahr in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht worden, aber nicht mehr von Interesse, da der Termin für die Einreichung der Gesuche mit dem 1. Februar bereits abgelaufen ist; für das künftige Jahr können nähere Angaben noch nicht gemacht werden.

Der zweite Teil des verfügbaren Jahresbetrages wird zu Studienstipendien für junge Belgier verwandt, aus dem dritten Teil endlich werden die Verwaltungskosten und außerdem die Kosten für künftige, dem Kongreß des Jahres 1911 ähnliche Veranstaltungen bestritten. Die Zeit für die Einberufung eines solchen Kongresses bestimmt das wissenschaftliche internationale Komitee. Bei der Gewährung von Beihilfen sollen jedesmal solche Untersuchungen bevorzugt werden, welche eine der auf dem letzten Kongreß behandelten Fragen zum Gegenstand haben.

Nach einem besonderen Wunsch des Herrn *Solvay* soll das Institut vor allen Dingen in völlig unparteiischem Geist verwaltet werden; es soll für die Beförderung von Untersuchungen nicht in Betracht kommen, ob dieselben in einem großen Zentrum oder in einem Privatlaboratorium ausgeführt werden, entsprechend soll auch das internationale wissenschaftliche Komitee, in dessen Hände ja die wichtigsten Entscheidungen gelegt sind, nicht nur aus Personen hoher offizieller Stellung, sondern auch aus anderen Gelehrten bestehen, welche als würdige Repräsentanten der Wissenschaft gelten können.

Man darf erwarten, daß das neue Institut in mannigfacher Beziehung zur Beförderung wissenschaftlichen Fortschritts beitragen wird. Außerdem aber erscheint es vorbildlich durch die liberalen und hochherzigen Ideen, welche Herr *Solvay* in der Organisation desselben zum Ausdruck gebracht hat.

E. Warburg, Charlottenburg.

¹⁾ La théorie du rayonnement et les quanta. Rapports et discussions de la Réunion tenue à Bruxelles du 30 Oct. au 3 Nov. 1911. Sous les auspices de *M. E. Solvay*. Publiés par *MM. P. Langevin* et *M. de Broglie*. Paris. Gauthier-Villars. 1912. Eine deutsche Übersetzung ist in Vorbereitung.

Bedeutung und Ziele der Wolkenforschung.

Von Prof. Dr. R. Süring, Potsdam.

Unter den verschiedenen Zweigen der meteorologischen Wissenschaft ist die Wolkenforschung lange Zeit nahezu isoliert gewesen. Für die meisten Aufgaben genügte eine rohe Abschätzung der Wolkenmenge — nach Zehnteln des bedeckten Himmelsgewölbes — und allenfalls noch eine ungefähre Angabe der Wolkenart und ihrer Zugrichtung; was darüber hinausging, war gewissermaßen ein Studium für sich, das unabhängig von anderen meteorologischen Fragen und besonders häufig von Amateuren getrieben wurde. Dieser Zustand hat sich allmählich geändert, seitdem die Aerologie, das Studium der oberen Luftschichten mit aeronautischen Hilfsmitteln, neue Forschungswege gewiesen und neue Probleme gestellt hat. Seitdem man in der Lage ist, Thermodynamik der freien Atmosphäre auf Grund von zuverlässigen Messungen zu treiben, spielt der in den Wolken sichtbar werdende Kondensationsvorgang eine immer mehr an Bedeutung zunehmende Rolle.

Die Region, bis zu welcher sich Wolken bilden, ist verhältnismäßig niedrig; sie erstreckt sich in mittleren Breiten durchschnittlich bis zu 9 km Höhe, in den Tropen bis zu etwa 14 km, während in polaren Gegenden wohl selten 8 km erreicht werden. Abgesehen ist hierbei von gelegentlichen, von Vulkanausbrüchen herrührenden Staubaussammlungen, welche die sog. leuchtenden Nachtwolken bilden und von etwaigen Polarlichtwolken. In dieser schmalen Zone vollzieht sich auch fast der ganze vertikale Luftaustausch unserer Atmosphäre, denn nur wenig höher liegt die obere Grenze der Troposphäre, d. h. desjenigen Gebietes, wo unter dem Einflusse der Bodenerwärmung Luft nach oben gelangt und auf viel verschlungenen Pfaden nach einem Gleichgewichtszustand sucht, ohne je für längere Zeit Ruhe zu finden. Schon in rund 11 km Höhe hört bei uns die mit Expansionsarbeit der Luft Hand in Hand gehende Temperaturabnahme nach oben auf, und es bildet sich bei nahezu konstanter Temperatur von -60° die „Stratosphäre“ mit rein horizontalen Luftströmen aus. Bei dem minimalen Wasserdampfgehalt ist hier gar nicht oder höchst selten die Möglichkeit zur Wolkenbildung vorhanden.

Nachdem durch aeronautische Hilfsmittel die Bahnen der Luftteilchen in der Troposphäre besser erforscht sind, haben sich auch die auf ihrem Wege sich bildenden Wolken klarer deuten lassen, und dadurch hat umgekehrt der Wert der Wolken zur Erkennung des Luftaustausches zugenommen. So lehrt uns schon der bloße Anblick einer Decke von Schäfchenwolken, daß über ihnen eine Unstetigkeitszone, verbunden mit Temperatur- und Windsprung liegt; die Bildung hellglänzender, linsenförmiger Wolkenketten zeigt das föhnartige Hineinbrechen einer warmen Luftströmung u. dergl. mehr. Der Vorgang, wie er sich beim Anblick des Wolkengebildes ableiten läßt, ist aber häufig zunächst nicht eindeutig erklärt, sondern die sorg-

fältige Beobachtung der Umwandlung des Gebildes gibt den vollen Aufschluß, wie er etwa für prognostische Zwecke gewünscht wird, und darin liegt die Hauptschwierigkeit für eine rationelle Ausnutzung. Ein großer Fortschritt ist erreicht, wenn solche Beobachtungen an Ballonaufstiege angeschlossen werden. Aufstiege mit Registrierinstrumenten sind jedoch kostspielig und in größerer Zahl nur an wenigen Observatorien möglich, dagegen ist die Verfolgung kleiner Pilotballone mit bekannter Steiggeschwindigkeit von einem Standpunkt aus leicht durchführbar. Durch sie erhält man Aufschluß über die Windänderungen mit der Höhe, und die Aufgabe einer in geringen Zeitintervallen vorgenommenen Wolkenbeobachtung ist es nun, dieses Bild der Windänderungen durch Feststellung der Kondensationsschichten und damit teilweise auch der Temperaturschichtungen zu ergänzen. Der erste Schritt zu gemeinsamer systematischer Arbeit ist 1912 auf der Tagung der internationalen aeronautischen Kommission getan worden durch den Beschluß, zur Zeit der monatlich einmal stattfindenden internationalen Ballonaufstiege zu bestimmten Stunden streng simultan Wolkenbeobachtungen anzustellen. Man hofft dadurch zunächst Aufschluß über Ausbreitung und Lage der Kondensationsschichten zu erhalten. Den Wert gleichzeitiger Beobachtungen hat neuerdings auch Hesselberg-Kristiania bewiesen, indem er zeigte, daß die Bewegungsrichtung der barometrischen Depressionen mit der Bewegungsrichtung der Cirren sehr nahe zusammenfällt. Von einem Netze telegraphisch meldender Wolkenstationen kann daher eine Verbesserung der Wetterprognose erwartet werden.

Der Umstand, daß es in bestimmten Höhen von rund 2 km Abstand Vorzugsgebiete für Wolken gibt, während andere Höhengschichten auffallend wolkenarm sind, ermöglicht die Lösung mancher Probleme auch ohne Anschluß an Ballonaufstiege. Der praktische Arzt Dr. Vettin hatte schon 1882 auf solche Wolkenetagen hingewiesen; doch hat man seine Arbeiten wenig beachtet, da er sich nur auf Höhengschätzungen stützen konnte. Genaue Messungen haben Vettins Ansichten im wesentlichen bestätigt und erweitert, so daß sogar schon der Vorschlag gemacht worden ist, diese Höhengstufen zur Grundlage einer neuen Wolkenklassifikation zu machen. Der Durchführbarkeit dieses Vorschlages stehen manche praktische Bedenken entgegen; auf Grund dieser Studien ist es aber in vielen Fällen möglich, die Beobachtungen zwar nicht der absoluten Höhe nach, wohl aber der „Höhenordnung“ nach zu sondern. Dies hat zu erfolgreichen Studien bestimmter Wolkengebilde und deren Bedeutung geführt.

Am günstigsten liegt der Fall bei den Eiswolken großer Höhe, den Cirren. Viele Cirren sind offenbar nur Randgebilde der großen, durch aufsteigende Luftströme genährten Depressionswolken; andere dagegen bilden sich neu einige Hektometer unterhalb der Stratosphäre und anscheinend unabhängig von ihr. Auch hierfür gibt es ein Vorzugsgebiet, und Dr. Shaw, der Direktor des eng-

lischen Meteorological Office, spricht in diesem Sinne direkt von einer „Substratosphäre“ in 9 km Höhe. In der neueren Meteorologie spielt die Frage, ob und — nachdem dies bestätigt ist — wie sich in diesen Höhen Depressionskerne entwickeln können, eine große Rolle, und hier tritt die Beobachtung der Wolken helfend hinzu. Durch Erniedrigung des Druckes in der Substratosphäre tritt Expansion und damit Temperaturerniedrigung ein, welche bei genügender Intensität zur Kondensation führt. Die Cirruswolke zeigt uns somit an, wo die Luftverdünnung zuerst eintritt und welche Ausdehnung sie annimmt. Viele Einzelheiten der weiteren Entwicklung, z. B. die blättrige Struktur der Cirren, die wellenförmige Anordnung an ausgesprochenen Schichtgrenzen, das schopfförmige Aufbiegen oder die allmähliche Neigung der Schichten bieten lehrreiche Einblicke in den Kondensationsvorgang. Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, daß hierbei absolute Höhenbestimmungen die Aufschlüsse wesentlich erleichtern. Hierfür kommen besonders photogrammetrische Aufnahmen entweder nach trigonometrischen oder nach stereoskopischen Verfahren in Frage. Solche Höhenmessungen sind allerdings nicht häufig; in größerem Umfange werden sie zurzeit nur am Meteorologischen Observatorium zu Potsdam ausgeführt. In Batavia sind sie nach langer Pause im letzten Jahre wieder aufgenommen worden.

Die Verfolgung des Umbildens von Wolken durch photographische Serienaufnahmen ist vielfach angeregt, jedoch selten ausgeführt worden. Die ideale Lösung mittelst Kinematographie ist zuerst von *Dr. Shaw* in London versucht worden, wobei die Wolken in Abständen von 5 bis 10 Sekunden vom ersten Auftreten eines Cirrusfleckes bis zur Umwandlung in dichtes Alto-Cumulus-Gewölk photographiert wurden. Hier liegen noch weite Entwicklungsmöglichkeiten für die Forschung.

Als eines der Ergebnisse der photogrammetrischen Studien kann genannt werden, daß die meisten Cirren sich ganz ähnlich entwickeln, wie die wellenförmigen Schichtwolken in 3—4000 m, die sogen. Alto-Cumuli undulati, daß aber die feinen Eiskristalle der Cirren viel beständiger und daher zur weiteren Verfolgung der oberen Luftbahnen besser geeignet sind. Meist sind dabei zwei Richtungen zu unterscheiden, nämlich die Fortpflanzung des ganzen Wolkenfeldes und der Zug der durchschnittlich in höherem Niveau liegenden Wolkenspitzen. Da auf einer Potsdamer Wolkenplatte bei 10 km Wolkenhöhe ein Gebiet von $6\frac{1}{2} \times 8$ km abgebildet wird, so lassen sich daraus viele Einzelheiten der hohen Luftströmungen entnehmen.

Je tiefer die Wolke liegt, desto vergänglicher und unbestimmter ist sie; es gibt jedoch auch hier eine Anzahl von Formen, die sich thermodynamisch definieren und somit als Anzeichen des Luftzustandes brauchen lassen. Hierher gehört die große Gruppe der zarten Wolkenstreifen in der Region der Wasserwolken, die man früher in der Regel unter dem wenig glücklichen Namen der „falschen

Cirren“ vereinigte. Sie treten im allgemeinen da auf, wo ein Luftstrom ein Hindernis — sei es ein Gebirge oder eine sich auftürmende Haufenwolke — übersteigen muß oder auch vom Hindernis selbst gehoben wird, bis Kondensation eintritt. Da es sich hier um sehr charakteristische und leicht zu beschreibende Kappen-, Kragen-, Fahnen- oder Linsenformen handelt, so ist dringend zu wünschen, daß diesen Wolken bald eine eingehende Berücksichtigung in der internationalen Wolkenklassifikation zuteil wird. Dieser Klassifikation bleibt für alle Zeiten das große Verdienst, Einigung in der Wolkenbezeichnung auf der ganzen Erde erzielt zu haben. Man rüttelt daher ungern an diesem ehrwürdigen System, um so mehr, da sich den ersten Versuchen zum Ausbau bald stark revolutionäre Vorschläge beigesellen werden, aber im Interesse eines gedeihlichen Fortschritts sollte doch möglichst bald zu einem physikalischen Ausbau der alten Wolkenbezeichnungen übergegangen werden.

Der Kautschuk vom kolloidchemischen Standpunkt.

Nach *Dr. R. Ditmar*, „Der Kautschuk. Eine kolloidchemische Monographie“ (Berlin 1912. Julius Springer) referiert.

Von *Dr. Rudolf Koetschau, Hannover*.

Den „Kautschuk, das typischste aller Kolloide“ behandelt *Dr. Rudolf Ditmar* in seinem Buche „Der Kautschuk. Eine kolloidchemische Monographie“, indem er versucht, die bisherigen Ergebnisse der Kautschukforschung unter einheitlichen physikalisch-chemischen Gesichtspunkten zu betrachten. Der Verfasser hat die nicht leichte Aufgabe mit Geschick gelöst, ein in in- und ausländischen Zeitschriften weitverstreutes Material zu sichten und seinen wesentlichen Ergebnissen nach wiederzugeben. An die Spitze der einzelnen Kapitel stellt er eine übersichtliche Zusammenstellung der einschlägigen Literatur. Wie bei früheren Büchern *Ditmars* fällt es jedoch auch hier dem Leser auf, daß von der wörtlichen Übernahme fremder Literaturstellen ein allzureicher Gebrauch gemacht wird. Die Fülle der experimentellen Einzelresultate und der sich bekämpfenden Theorien sind für die manchmal seitenlangen Zitate allerdings eine gewisse Entschuldigung. Ein Sach- und Personenregister würde einer künftigen Auflage nur zum Vorteil gereichen.

Einleitend weist der Verfasser darauf hin, daß viele auf kristalloidchemischer Grundlage nicht erklärbare Erscheinungen des Kautschuks in allen seinen Stadien sich bei kolloidchemischer Untersuchung enträtseln. Mit vollem Recht warnt er jedoch vor einer einseitig kolloidchemischen Kautschukforschung, da in der Natur neben kolloidchemischen Reaktionen stets rein chemische nebenherlaufen.

Im ersten Kapitel wird der Leser mit dem „Kautschukkohlenwasserstoff im Lichte der Kolloidchemie“ bekannt gemacht, deren Grundbegriffe zu-

nächst erläutert werden. Im Kautschukmilchsaft, dem Latex, haben wir ein sogenanntes mikroheterogenes System vor uns mit den beiden Phasen Kautschukkügelchen und Wasser. Die von *Ditmar* Globuloide genannten Kügelchen sind meist noch mikroskopisch wahrnehmbar, dagegen kann man in Kautschuksolen die Teilchen nur mit dem Ultramikroskop beobachten. Die Aufrahmungsgeschwindigkeit ist eine Funktion des Dispersitätsgrades. Da die Teilchengröße auch innerhalb desselben Milchsaftes variiert, stellt dieser ein „polydisperses“ System dar mit Teilphasen mehrfachen Dispersitätsgrades.

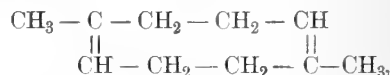
Bei der Verarbeitung des Kautschuks hat es die Industrie meist mit vielphasigen Systemen zu tun, in denen sich äußerst komplizierte chemische Reaktionen abspielen. Daß eine „theoretische Mischungslehre“ kaum je möglich sein wird, zeigt *Ditmar* an dem evidenten Beispiel der Gummischwammfabrikation, wobei die Mischungen aus 10 festen und 6 flüssigen Phasen bestehen können! Der auf der Walze dispergierte Kautschuk spielt den festen Phasen gegenüber die Rolle eines Lösungsmittels, und in der entstandenen homogenen Suspension wird bei der Schwammfabrikation durch weitere (flüssige und leicht vergasende) Zusätze eine gleichmäßige Porenbildung bewirkt. In den Mischungen werden die grobdispersen Suspensionen — nach *Ditmar* quasi das Rückgrat des Kolloids — auf der Walze selbst kolloidal oder mit Schutzkolloid umhüllt, was u. a. damit begründet wird, daß gewisse Zusätze, wie Schwefel, Selen, Bleisulfid, in den Mischungen ihre charakteristische Kolloidfarbe annehmen.

Über die Bestandteile und die Koagulation des Latex ist viel gearbeitet worden; im Gegensatz zur Auffassung als Emulsion (*Wo. Ostwald, Fickendey, Henri*) ist er nach *Ditmar* eine grobe Suspension, denn die Globuloide sind wegen ihrer Membranhüllen eine feste Phase. Dabei ist irrelevant, ob die Globuloide bereits aus Kautschuksubstanz oder aus flüssigem Terpen bestehen, worüber die Meinungen geteilt sind. Sehr eingehende Latexforschungen liegen vor allem vor von *Henri* sowie von *D. Spence*. Weitere Autoren sind *C. O. Weber, De Jong, Tromp de Haas, v. Wießner, Fickendey, Cropley, Flamant, Beadle* und *Stevens* u. a. Der Milchsaft enthält außer den Globuloiden noch meist geringe Mengen Eiweißstoffe und Mineralsubstanzen, sowie mehr oder weniger Harze. Aus der Fülle der vom Verfasser wiedergegebenen Einzelergebnisse sei hier nur bemerkt, daß *Spence* die Kautschukharze für Zwischenreduktionsprodukte der zuckerähnlichen Substanzen in der Pflanze hält; die Kautschukharze müßten daher zu Kautschuk reduzierbar sein. Demselben Forscher gelang es ferner, nachdem bereits *Tschirch* und *Stevens* das Vorhandensein oxydierender Enzyme im Rohkautschuk nachgewiesen hatten, in einem dialysierten Parakautschuk eine Peroxydase, zuweilen auch eine Oxygenase nachzuweisen.

Da das Molekulargewicht des Kautschuks vom Dispersitätsgrade abhängig ist, und letzterer ununterbrochen variiert, lehnt der Verfasser alle Ver-

suche zur Molekulargewichtsbestimmung auf physikalischem Wege (*C. O. Weber, Hinrichsen* und *Kindscher, Bary*) als zwecklos ab. Man hat es bei einem Sol nicht mit Molekülen, sondern mit Molekülkomplexen zu tun.

Der Kautschuk hat mit den Terpenkohlenwasserstoffen die empirische Formel $C_{10}H_{16}$ gemeinsam. Die erste Konstitutionsbestimmung verdanken wir *C. Harries*, und alle späteren Arbeiten gründen sich mehr oder weniger auf die ursprüngliche Achtringformel



welche *Harries* aus der Aufspaltung des Kautschukozonids zu Lävulinsäure folgerte. Durch Polymerisation des formulierten Dimethylcyclooctadiens käme dann unter gegenseitiger Absättigung der Partialvalenzen nach *Thiele* das Kautschukmolekül zustande. In seiner letzten großen Kautschukarbeit¹⁾ bemerkt *Harries* jedoch, daß man das Molekül auch als einen analogen Kohlenstoffring mit noch unbekannter Ringzahl ansehen könne; ob noch außerdem Polymerisation dieser Ringe erfolge oder nicht, könne dahingestellt bleiben.

Pickles nimmt dagegen die Ringbildung vieler, langer Ketten an, während *Wechsler, Barrow* und auch *Kondakow* sich für eine Schnecken- oder Spiralstruktur aussprechen. Für einen Zwölfring entscheidet sich *Ostromislensky*. Der Verfasser hält solche „strukturechemische Abfassungen“ (?) kolloidchemisch für befremdlich und unbegreiflich und meint: „Der Zusammenhang dieser monomolekularen Gebilde zum Kautschukkolloid muß aber jedenfalls wie bei allen Kolloiden ein rein physikalischer sein.“ Gegenüber dem Widerstreit der Meinungen bemerkt *Harries*²⁾ mit Recht, man müsse erst die weitere Entwicklung ruhig abwarten.

Ein besonderes Kapitel widmet *Ditmar* dem stets mit saurer Reaktion verbundenen „Leimigwerden“ des Kautschuks, worüber noch Unklarheit herrscht. *Bing* führt das Hartwerden von vulkanisiertem Kautschuk auf die Bildung freier Schwefelsäure zurück. Nach *Spence* befindet sich leimiger Kautschuk auf der niedrigsten Stufe seines physikalischen Aggregatzustandes. Im Gegensatz zu *Fickendey*, der das Klebrigwerden des Rohkautschuks auf Sauerstoffaufnahme zurückführt, hält *Ahrens* ca. 2 % Sauerstoff für einen ständigen Begleiter des Kautschuks. Nach der Ansicht dieses Forschers versieht sich jedes Globulid mit einer sauerstoffhaltigen Schutzhülle, und bei mechanischer Beanspruchung wird infolge der Zerstörung der von den Schutzhüllen stammenden Netzstruktur des Kautschuks wieder Oxydation ermöglicht.

Daß der Grad der inneren Reibung oder Viskosität wertvolle Aufschlüsse über Zustandsänderungen von Kautschuksorten geben kann, wird unter ausführlicher Erklärung verschiedener Methoden erläutert. Ein besonders für die Praxis wich-

¹⁾ Über Kohlenwasserstoffe der Butadienreihe und über einige aus ihnen darstellbare künstliche Kautschukarten. *Annalen d. Chemie* 383 (1911), 157 ff.

²⁾ A. a. O. Seite 227.

tiges Kapitel ist ferner die Erscheinung der Adsorption und Diffusion von Gasen durch Kautschuk, denn z. B. bei den Luftschiffen sind große Gas-mengen in innigem Kontakt mit der bedeutenden Oberfläche der gummierten Ballonhüllen. Es sei auf die Beobachtung von *Henri* hingewiesen, daß bereits Spuren von Verunreinigungen, wie H_2S , die Durchlässigkeit des Wasserstoffs innerhalb von 24 St. um das 5- bis 6fache steigern.

Weiterhin erwähnt der Verfasser, daß man jetzt auch vulkanisierten Kautschuk an Stelle von tierischen Membranen zur Dialyse verwendet, wodurch man Lösungen von vulkanisiertem Kautschuk den freien Schwefel entziehen kann. Die zuweilen beobachtete Selbstentzündung von Kautschukabfällen führt *Ditmar* auf Oxydation nach vorhergehender Sauerstoffadsorption zurück.

Fast ein Drittel des Buches wird der so wichtigen, aber trotz eingehendster Bearbeitung noch wenig geklärten Erscheinung der *Vulkanisation* gewidmet. Wir müssen zwei Fundamentalansichten, die chemische und die mechanische Theorie, unterscheiden, je nachdem die Vulkanisation als chemische Bindung oder als bloße Adsorption des Schwefels (Heißvulkanisation) bzw. Chlorschwefels (Kaltvulkanisation) aufgefaßt wird. *C. O. Weber*, der erste Vertreter der chemischen Theorie, analysierte den Schwefel von bei verschiedenen Temperaturen und Zeiten vulkanisiertem Parakautschuk und erhielt bei der graphischen Darstellung eigentümlich geknickte Kurven, deren Knicke er nicht ausreichend deuten konnte. Die Ergebnisse von *Weber*, sowie die von *Henriques*, *Harries*, *Hübener* verarbeitete *Ditmar* zu einer Theorie, wonach sich der Kautschukkohlenwasserstoff mit Schwefel ohne Entwicklung von Schwefelwasserstoff verbindet. Es entsteht eine kontinuierliche Reihe von Additionsprodukten, deren jeweilige Bildung (Vulkanisationsgrad) abhängig ist von Temperatur und Dauer der Vulkanisation, physikalischer Beschaffenheit des Rohkautschuks und angewandter Schwefelmenge. Bezüglich der mit dem Harriesschen Achtring formulierten Strukturbilder sei auf das Original verwiesen.

Eine chemische Theorie vertritt auch *H. Erdmann*. Dieser Forscher bezeichnet den vulkanisierten Kautschuk in Analogie mit dem Harriesschen Kautschukozonid als „Thiozonid“, das er von einer über 160° sich bildenden Schwefelmodifikation, dem „Thiozon“, ableitet.

Nachdem bereits von *Höhn* und *Seligmann* eine mechanische Erklärung gegeben worden war, trat *Wo. Ostwald* als Hauptvertreter der reinen Adsorptionstheorie auf. Er weist neben vielen anderen Punkten darauf hin, daß *C. O. Webers* rätselhafte Kurvenknicke von *Axelrod* physikalisch-chemisch erklärt worden sind. *Axelrod* nimmt zwei verschieden schnell laufende Prozesse an, Depolymerisation durch Wärme sowie Polymerisation mit Schwefeladdition. Analoge geknickte Kurven erhielt auch *van Bemmelen* bei der Adsorption anderer Kolloide. Nach *Wo. Ostwald* ist die Vulkanisation lediglich als die gegenseitige Adsorption zweier disperser Phasen, des emulsoiden Kautschuks und des in ihm

in irgendeiner dispersen Form verteilten Schwefels anzusprechen.

Gegenüber der *Wo. Ostwaldschen* Beweisführung stellten *Hinrichsen* und *Kindscher* bei der Kaltvulkanisation eine bestimmte chemische Verbindung fest; aber daneben spielen sehr wahrscheinlich Adsorptionsercheinungen eine Rolle, und die Vulkanisation ist als Adsorption von Schwefel in „festen oder halbfesten“ Lösungen des Adsorptionsproduktes zu deuten.

Bei seinen Versuchen über die Abhängigkeit der Schwefelbindung von der Chlorschwefelkonzentration wies *Bysow* ausschließlich Adsorption nach. *Wo. Ostwald* glaubt diese und die vorerwähnten Resultate von *Hinrichsen* und *Kindscher* zu einer einzigen typischen Adsorptionskurve zusammenfügen zu können, was *Hinrichsen* für unberechtigt hält. Letzterer verteidigt seine Anschauung einer (sekundären) chemischen Verbindung (primär) adsorbierter Stoffe mit zahlreichen Argumenten.

Sehr scharfe Angriffe erfuhr die *Wo. Ostwaldsche* Theorie von *Spence* und seinen Mitarbeitern auf Grund eines von *Ditmar* mit Recht rühmend hervorgehobenen experimentellen Materials. Aus ihren Versuchen folgern *Spence* und *Scott* eine chemische Bindung. Aber Adsorption findet als Reaktionsvorläuferin statt. Es gibt eine bestimmte Grenze zwischen gebundenem und freiem Schwefel, und von letzterem ist ein Teil adsorbiert.

Von neuesten Forschungen¹⁾ nennt der Verfasser noch die Arbeit von *Bernstein*, der auf Grund von Viscositätsmessungen einen Adsorptionsvorgang bei der Kaltvulkanisation bestreitet, was *Stern* widerlegt. Alles in allem ist die Vulkanisation noch nicht einwandfrei erklärt worden. Der am wenigsten einseitigen Theorie von *Spence* gesteht der Verfasser die meiste Berechtigung zu.

Daß die schon mehrfach berührte Umkehrung der Vulkanisation, die *Regeneration*, ein eminent praktisches Problem ist, erhellt aus einer tabellarischen Übersicht über etwa 180 deutsche und ausländische Patente. Nicht die chemische Behandlung mit Säure, Alkali, Lösungsmitteln, sondern die mechanische Beanspruchung, das Erwärmen und Plastizieren unter Druck, erklärt *Ditmar* für den bestimmenden Faktor der Entschwefelung. Diese muß ein „Wiederbeleben“ sein unter Berücksichtigung der Dispersion des Systems. Eine totale Entschwefelung hält, im Gegensatz zu *Alexander*, *Bary* für praktisch durchführbar (vgl. auch Anm. ¹⁾).

Zu den technischen Beobachtungen, die sich vom kolloidchemischen Standpunkt ungezwungen erklären lassen, gehören endlich die sogenannten Schwind- und Paraflecken, *Ditmar* führt sie im Gegensatz zu anderen Autoren auf lokal verschiedene Vulkanisation zurück. Er begründet sodann am Schlusse des Buches seine Forderung, daß von seiten der Materialprüfungsämter nicht die mechanischen Prüfungsmethoden von Kristalloiden

¹⁾ *Ditmar* berichtet dabei auch, daß *Hinrichsen* und *Kindscher* kürzlich eine nahezu völlige Umkehrung der Reaktion zwischen Kautschuk und Schwefel mittels Natronlauge und Metallen realisiert haben wollen, wogegen sich *Alexander* wendet.

auf Kolloide übertragen werden, da die letzteren „Lebenskurven“ besitzen. *Ditmar* erklärt es für praktisch unmöglich, alle Faktoren, wie Vorgeschichte, Alterserscheinungen usw. genügend zu berücksichtigen und will daher nichts von öffentlichen Gummiattesten wissen¹⁾.

Sehr interessant ist schliesslich eine Tafel mit Mikrophotographien, welche aufs schönste die Wabenstruktur des Kautschukgels erkennen lassen.

Die Korrelationsmethode und ihre Verwendung in der Statistik.

Von Prof. F. M. Exner, Innsbruck.

Das folgende Referat²⁾ hat den Zweck, die Leser dieser Zeitschrift auf eine Methode aufmerksam zu machen, welche die Darstellung der Beziehungen irgendwelcher veränderlicher Dinge zueinander betrifft, deren Wert sich durch eine Zahl ausdrücken läßt. Die Methode ist von englischen Statistikern ausgearbeitet worden und in der englischen Literatur schon recht häufig, in der deutschen hingegen noch selten zu finden. Sie wird mit Erfolg in recht verschiedenen Wissenszweigen angewendet, wie z. B. in der Soziologie, Rassenstatistik, Psychologie, Meteorologie, kosmischen Physik usw.; in vielen Wissensgebieten ist sie noch nicht durchgedrungen, wohl weil sie bisher zu wenig bekannt ist.

Es handelt sich darum, Zusammenhänge, die man zwischen zwei Dingen kennt oder vermutet, in einfacher und exakter Form auszudrücken; solche Zusammenhänge namentlich, bei welchen die eine Erscheinung durch die andere nicht vollständig, sondern nur mit einer gewissen Annäherung bestimmt wird, Zusammenhänge, die „in der Regel“, aber nicht ausnahmslos, stattfinden. Davon findet man im gewöhnlichen Leben wie in verschiedenen Wissenschaften eine große Zahl; nur die sogenannten exakten Naturwissenschaften, wie Physik und Chemie, kennen sie nicht, bei ihnen gibt es nur die ausnahmslose Regel, das Gesetz.

Als Beispiel eines solchen Zusammenhanges nennen wir die Beziehung der in einem Jahre beobachteten Zahl der Sonnenflecken zu der Größe der erdmagnetischen Störungen in diesem Jahre. Ist die eine relativ groß, so ist es im allgemeinen auch die andere. Man stellt diese Beziehung gewöhnlich in der Art dar, daß man für jede Größe (Sonnenfleckenzahl und Störung) eine Kurve zeichnet, die andeutet, wie sie sich von Jahr zu Jahr verändert. Die beiden Kurven zeigen dann in unserem Beispiel meist ein gleichzeitiges Ansteigen und Abfallen. Es wird aus dem Anblick der beiden Kurven ein Schluß auf den Zusammenhang der zwei Größen gezogen; dieser Schluß ist nun häufig trügerisch, man glaubt, daß die Ähnlichkeiten die Unregel-

mäßigkeiten überwiegen, man folgert einen Zusammenhang, der in Wahrheit nicht existiert. Es ist der Zweck der Korrelationsmethode, in solchen Fällen zu entscheiden, ob die Beziehung wirklich vorhanden ist oder nicht.

Nur einige Worte über das Wesen solcher Zusammenhänge (Korrelationen). Sie liegen z. B. dann vor, wenn eine Größe *A* von mehreren Größen *B*, *C*, *D* usw. beeinflusst wird, wir aber im gegebenen Fall nur die Größen *A* und *B* kennen. Der Einfluß von *C*, *D* usw. ist uns nicht bekannt. Es richtet sich dann *A* nicht ganz, aber jedenfalls zum Teil nach *B*. Eine andere Möglichkeit für solche Zusammenhänge ist die, daß *A* von *B* allein abhängt, aber nicht in strikter Weise durch ein Gesetz mit *B* verbunden ist. Dies kann eintreten, wenn *A* ein Effekt vieler zufälliger Ereignisse *B* ist. Sind deren sehr viele, so erhalten wir ein Zufallsgesetz, wie es etwa die Gesetze der Gastheorie sind; sind aber nicht so viele Ereignisse vorhanden, um die Wahrscheinlichkeit des Endeffekts zu praktischer Gewißheit zu steigern, so ergibt sich eine Regel, die Ausnahmen nicht ausschließt (Korrelation).

Über diese Arten des Zusammenhangs erfährt man natürlich aus der hier auseinanderzusetzen den Korrelationsmethode nichts.

Wenn wir nun an das frühere Beispiel zurückdenken, so handelt es sich zunächst darum, einen Ausdruck für den Grad der Übereinstimmung der Kurven zu finden. Bezeichnen wir die Werte der einen mit *X*, die der anderen mit *Y*, so gehört zu jedem *X* ein *Y*, also zu $X_1 \cdot Y_1$, zu $X_2 \cdot Y_2$, zu $X_3 \cdot Y_3$ usw. Wir nennen einen Wert *X* dann groß, wenn er größer ist als das Mittel aller *X*; bezeichnen wir mit *x* die Abweichungen vom Mittel der *X*, mit *y* die Abweichungen vom Mittel der *Y*, so wird bei ähnlichen Kurven einem positiven *x* auch meist ein positives *y* entsprechen, somit auch das Produkt *x · y* meist positiv ausfallen und die Summe $x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 + \dots$ wird ein großer, positiver Wert werden. Wir bezeichnen sie als $\Sigma x \cdot y$. Wenn sehr viele Wertpaare vorhanden sind, so wird $\Sigma x \cdot y$ hingegen Null werden, sobald die Größen *X* und *Y* in gar keiner Beziehung zueinander stehen, sie wird ferner einen hohen negativen Wert annehmen, wenn *X* und *Y* einander entgegengesetzt verlaufen. Diese Summe ist also schon ein Maß des Zusammenhangs, doch ist ihr Wert noch von den Maßeinheiten abhängig, mit welchen wir *X* und *Y* gemessen haben. Wir dividieren daher noch $\Sigma x \cdot y$ durch Größen, die den mittleren Wert von *x* und *y* darstellen, und bezeichnen dann den Faktor

$$r = \frac{\Sigma x y}{\sqrt{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y^2}} \text{ als Korre-}$$

lationsfaktor. Man sieht leicht, daß, wenn die beiden Kurven kongruent werden ($x = y$), dann $r = +1$ wird; wenn sie Spiegelbilder werden, wird $r = -1$. Ist keine Beziehung vorhanden, so wird $r = 0$. Der Korrelationsfaktor liegt also stets zwischen $+1$ und -1 ; er gibt aber nicht nur an, ob große *X* großen *Y* oder umgekehrt kleinen *Y* entsprechen, indem er dann positiv bzw. negativ ist, sondern auch, wie stark die Beziehung ist, in-

¹⁾ Vgl. hierzu die Entgegnung des Kgl. Materialprüfungsamtes zu Berlin-Lichterfelde, Kolloidtschr. 11 (1912), Heft 3.

²⁾ Vergl. auch meinen Vortrag, in Naturwiss. Wochenschrift, 1913, wo aber das weiter unten genannte Buch von Yule noch nicht benutzt werden konnte.

dem er Werte zwischen 0 und 1 annimmt. Hat man z. B. $r = 0,6$ berechnet, so heißt das: die eine Größe wird zu sechs Zehntel ihres Wertes im Durchschnitt von den anderen geregelt, und zwar ist die Korrelation eine gerade oder positive, da großen Werten der einen große Werte der anderen entsprechen.

Die Ableitung dieser Beziehung r setzt voraus, daß man eine lineare Abhängigkeit der Größen von einander annehmen kann, was in erster Näherung zumeist erlaubt sein wird. Die genaue Theorie dieser Korrelationen findet man sehr übersichtlich in dem neuen Buche von *G. U. Yule: An introduction to the theory of statistics* (London 1911) dargestellt. Dieses Buch ist meines Wissens bisher das einzige Lehrbuch, das unseren Gegenstand aufgenommen hat. Die obige kurze Erläuterung sollte nur die sinngemäße Benutzung der Formel darlegen.

Mit dem Gesagten ist die Sache leider noch nicht erledigt, da man nie oder nur äußerst selten über so lange Reihen von Wertpaaren verfügen wird, daß sie genügen, um bei vollständig mangelndem innerem Zusammenhang die Summe Σxy wirklich genau auf Null herabzudrücken. Bei einer geringeren Zahl solcher Paare werden stets zufällige Abweichungen x und y vorkommen, derart, daß $\Sigma x \cdot y$ von Null mehr oder weniger abweicht. Es ergibt sich dann ein Korrelationsfaktor r , der keine reelle Korrelation anzeigt, der also nicht brauchbar ist. Aus diesem Grunde ist es nötig, die errechneten Faktoren stets daraufhin zu prüfen, wie weit sie in diesem Sinne fehlerhaft sein können. Der Fehler derselben ist naturgemäß um so größer, je kleiner die Zahl n der Wertpaare ist. Für den wahrscheinlichen Fehler des Korrelationsfaktors ergibt die Rechnung den Wert $f = 0,67449 \cdot \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$; hiernach ist es gleich wahrscheinlich, daß der wirkliche Korrelationsfaktor zwischen den errechneten Werten $r - f$ und $r + f$ liegt, wie daß er außerhalb dieses Intervalles liegt.

Hat man kleine Faktoren r berechnet oder stehen nur wenige (n) Wertpaare zur Verfügung, so wird die Methode recht unsicher; man findet dann Korrelationsfaktoren, auf deren Realität man sich nicht verlassen kann. In diesem Fall ist es vorteilhaft, die Bestätigung, wenn irgend möglich, aus einer zweiten oder dritten Reihe von Wertpaaren zu gewinnen.

Im folgenden seien einige Beispiele für die Anwendung dieser Methode mitgeteilt. *Yule* hat in seinem Buche eine Reihe solcher aus dem Gebiet der Statistik aufgezählt; z. B. eine Beziehung zwischen der Kindersterblichkeit im ersten Lebensjahre und der Sterblichkeit der Menschen überhaupt; hier ist $r = 0,77$ gefunden worden. Die Diskussion des Resultats muß hier übergangen werden. Eine ähnliche gerade Korrelation ($r > 0$) besteht zwischen der Zahl der Heiraten und dem Handel mit dem Ausland. Sie wachsen und sinken zugleich.

W. Betz hat in seinem Referate „Über Korrelation“, das zum eingehenden Studium dieser Sache sehr empfohlen werden kann (Beihefte zur Zeit-

schrift für angewandte Psychologie Nr. 3, 1911), verschiedene Beispiele aus dem Gebiete der Psychologie und Rassenforschung mitgeteilt, die gleichfalls fast ausnahmslos der englischen Literatur (*Pearson* und seine Schule) entnommen sind. Namentlich das *Eugenic Laboratory* in London benutzt diese Methode sehr eingehend. Wir finden hier z. B. Untersuchungen über den Einfluß von schlechtem körperlichem Zustand und ungünstigen häuslichen Verhältnissen auf die Intelligenz der Schulkinder (*Heron*), ferner über den Einfluß von elterlichem Alkoholismus auf Körper und Intelligenz der Kinder (*Elderton*). Eigentümlich sind die Untersuchungen über Ähnlichkeiten der Gatten in verschiedenen Eigenschaften, z. B. in bezug auf Tuberkulose ($r = 0,3$), ja auch in geistigen Beziehungen, wie Intelligenz ($r = 0,33$) oder Erfolg im Leben ($r = 0,48$).

Von größerer praktischer Bedeutung sind andere Untersuchungen, z. B. über die Erblichkeit der Tuberkulose (r etwa 0,5). Ein Beispiel aus der Nationalökonomie, das von mir berechnet wurde, betrifft die Beziehung zwischen Getreidepreis und Getreidekonsum in Österreich ($r = -0,5$ bis $-0,6$, der Faktor ist hier negativ, da einem Steigen der Preise ein Sinken des Konsums entspricht).

Um die Anwendung der Korrelationsmethode auch auf andere Wirkungsgebiete zu erläutern, erwähne ich noch Untersuchungen aus dem Gebiete der Meteorologie, z. B. solche, mit denen ich selbst derzeit beschäftigt bin, die aber noch nicht veröffentlicht sind. Der monatliche Luftdruck an einem Ort der Erde wird in Beziehung gesetzt zu dem gleichzeitig an einem anderen Orte statthabenden. Man kann auf diesem Wege die geographische Verteilung der Korrelation studieren, die erkennen läßt, welchen Einfluß der Luftdruck an einem Orte auf den Druck an anderen Orten der Erde hat.

Zunächst handelt es sich bei diesen Untersuchungen meist um Feststellung des Ausmaßes, in dem eine Größe von einer anderen beeinflusst wird. Es ist nach Berechnung des Korrelationsfaktors dann leicht, die Beziehung auch in die Form einer linearen Gleichung zu bringen, indem man setzt $y = ax + \delta$, wo δ die Abweichung von der Regel $y = ax$ bedeutet. Die Größe a ergibt sich als

$$a = r \sqrt{\frac{\Sigma y^2}{\Sigma x^2}}.$$

Mittels derselben läßt sich aus einem gegebenen x das zu erwartende y berechnen, das freilich im allgemeinen nur angenähert dem wahren y entsprechen wird, in einzelnen Fällen auch ganz falsch ausfallen kann. Die Methode gibt eben nur in der Anwendung auf zahlreiche Fälle brauchbare Ergebnisse.

Man kann die Methode natürlich auch anwenden, wenn bisher unbekannte Korrelationen aufgesucht werden sollen, wie das z. B. in dem erwähnten meteorologischen Beispiel der Fall ist. Sie liefert natürlich nie einen Anhaltspunkt für die Erklärung solcher Korrelationen, stets nur die nackte Tatsache.

Eine Erweiterung der Methode muß hier noch kurz besprochen werden, nämlich die sogenannte partielle und totale Korrelation (wie *Yule* sie nennt). Wenn wir wissen, daß X nicht allein von Y , sondern auch von Z , U , V usw. abhängt, wo Z , U , V usw. andere variable Größen sind, so kann man X berechnen, indem man die einzelnen Abhängigkeiten von Y , Z , U usw. zusammensetzt und schreibt $x = ay + bz + cu + dv + \dots$, wo wie früher die kleinen Buchstaben die Abweichungen von den Mittelwerten der Reihen bezeichnen. Man kann die partielle Korrelation von x mit y , von x mit z usw. berechnen, man kann aber auch ausdrücken, bis zu welchem Ausmaße x von allen bekannten Variablen y , z , u usw. zusammen abhängt, und nennt dieses Ausmaß den totalen Korrelationsfaktor m . Es ist z. B. für bloß 3 Variable

$$m = \sqrt{\frac{r_2^2 + r_3^2 - 2r_1r_2r_3}{1 - r_1^2}},$$

wo r_1 den Korrelationsfaktor von y und z , r_2 von x und z , r_3 von x und y bedeutet.

Der große Vorteil dieser Methode ist, daß wir mit bloß statistischen Daten die zu suchende Größe in Form einer Gleichung durch die bekannten Größen ausdrücken können, ohne irgend etwas über den Mechanismus des Zusammenhangs derselben zu wissen. Die Gleichung wird freilich stets nur angenähert gelten, aber man kann offenbar die Annäherung steigern, wenn es gelingt, neue Variable aufzufinden und der Korrelation anzureihen, welche von Einfluß auf die untersuchte Größe sind. Es bedeutet diese Methode also einen ganz wesentlichen Fortschritt in der Ausnutzung statistischer Daten.

Als Beispiele für diese zusammengesetzten Korrelationen führen wir hier meteorologische Studien des Direktors der Observatorien von Britisch-Indien, *Gilbert T. Walker*, an (Mem. of the Indian Met. Department Vol. XXI, II, 1910), aus denen man zugleich ersieht, wie die Methode praktische Wichtigkeit erlangt hat, indem hier Größen zueinander in Beziehung gesetzt sind, die nicht gleichzeitig, sondern nacheinander auftreten. Es besteht offenbar kein Hindernis, die Korrelationsmethode auch auf solche Fälle anzuwenden, sobald eben eine Korrelation dieser Art existiert. Man erhält dadurch die Möglichkeit, gewisse Größen voraus zu berechnen, eine Prognose auf statistischer Grundlage aufzustellen. Es ist bezeichnend, daß sich die Methode an Gegenständen von äußerster praktischer Wichtigkeit entwickelt hat; und zwar stellte sich *Walker* die Aufgabe, die Methode zur Voraussage der Regennengen in Indien zu verwenden, welche für die nächste Ernte in Indien und damit für die Frage der Hungersnöte von größter Bedeutung sind. Ein ähnlicher Fall, den er gleichfalls behandelt, ist die Höhe der Nilflut, die wieder für Bewässerung und Ernte Ägyptens ausschlaggebend ist.

Die Untersuchung liefert zunächst für den indischen Monsunregenfall eine Abhängigkeit von der vorhergegangenen Schneehöhe im Himalaya, dann von dem Luftdruck auf Mauritius und jenem in Südamerika gewisse Zeit vorher, endlich auch von dem

vorhergegangenen Regenfall in Sansibar. Durch Berechnung der einzelnen partiellen Korrelationsfaktoren ergibt sich eine eigentümliche Gleichung, in welcher der Monsunregenfall als lineare Funktion all dieser vier Faktoren dargestellt wird, so daß man — freilich nur mit einiger Wahrscheinlichkeit — den zu erwartenden Regenfall aus den vier beobachteten Größen voraus berechnen kann. In ähnlicher Weise wird die Nilflut dargestellt.

Heutzutage, wo selbst in den exakten Naturwissenschaften, wie der Physik, die statistische Auffassung der Ereignisse immer mehr um sich greift, ist es gewiß sehr zu begrüßen, daß die Methoden der Statistik weiter ausgebildet werden. Um so mehr wäre es zu wünschen, daß die Anwendung derselben auch in der deutschen Literatur weitere Fortschritte machte. Es ergibt sich an vielen Orten die Frage, wie weit eine Regel durch Unkenntnis der einflussnehmenden Faktoren, wie weit durch bloßen Zufall zustande kommt (vergl. die Inaugurationsrede von *Franz Exner*, Wien 1909), wie es etwa in der Vererbungslehre (Mendelsche Regeln) der Fall zu sein scheint. Sind z. B. die meteorologischen Erscheinungen zum Teil Ergebnisse zufälliger Ereignisse und als solche nicht oder nur angenähert vorhersehbar? Auf solche Fragen wird eine erweiterte Beschäftigung mit den Ergebnissen der Statistik hoffentlich in einiger Zeit Licht werfen.

Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Tuberkulosebehandlung.

Von Prof. Dr. Carl Bruck, Breslau.

Wenn wir von Tuberkulosebehandlung sprechen, so müssen wir uns bewußt bleiben, daß diejenigen Verfahren, die wir bisher unter diesem Begriffe verstehen, eher eine Behandlung *Tuberkulöser* als eine Therapie der Tuberkulose darstellen. Denn trotz der völligen ätiologischen Klärung der Tuberkulose sind die üblichen Heilverfahren bei dieser Infektionskrankheit von dem idealen Ziele noch recht weit entfernt. Das Ideal der Therapie bei einer Krankheit mit bekanntem Erreger muß naturgemäß das sein, die Krankheitsursache zu beseitigen, d. h. ohne Schädigung des infizierten Körpers die krankmachenden Mikroorganismen zu vernichten. Wenn wir unsere heutigen therapeutischen Maßnahmen bei Tuberkulose betrachten, so schweift der Blick von den Sanatorien der Höhenluftkurorte, den Plätzen des sonnigen Südens nach den Heil- und Kuranstalten der Heimat. Überall sehen wir dasselbe Prinzip: Luft, Licht und Sonne. Unter möglichster seelischer und körperlicher Ruhe wird versucht, den kranken Körper für den Kampf mit den Bazillen zu stählen, durch physikalische Maßnahmen (hydrotherapeutische Prozeduren, Atemgymnastik usw.) den Organismus oder das kranke Organ zu stärken, eventuell durch gewisse Medikamente, denen erfahrungsgemäß eine gewisse Wirkung zugeschrieben wird (Inhalationen, Lebertran, Kreosot usw.), den Prozeß zu beeinflussen.

Oder wir sehen, wie bei gewissen Formen der Tuberkulose (Drüsen-, Gelenkerkrankungen) entweder das Krankhafte durch die Kunst des Chirurgen beseitigt wird oder wie wiederum durch physikalische Maßnahmen die Abwehrkräfte des Organismus in Anspruch genommen werden (Hyperämiebehandlung). Der Dermatologe endlich trachtet bei der Tuberkulose der Haut, dem Lupus, den Krankheitsherd durch operative Eingriffe, durch lokale chemisch oder physikalisch-chemisch wirkende Prozeduren (Ätzungen, Lichtbehandlung) zu entfernen oder zu zerstören, in der Voraussetzung, daß nach der Beseitigung oder bei der Abheilung des Krankheitsproduktes auch eine Schädigung oder eine Abtötung der krankheits-erregenden Bazillen erfolgt.

So groß die Erfolge der mit den angedeuteten Verfahren erzielten Resultate unzweifelhaft sind, wie enorme Fortschritte auf dem Gebiete der Tuberkulose-therapie auch gemacht wurden, so darf man sich doch nicht verhehlen, daß der Arzt dem Tuberkulösen gegenüber heute noch immer die Rolle eines Gärtners spielen muß, der einen Baum, dessen Wipfel von kraftsaugenden Parasiten durchsetzt sind, dadurch heilen will, daß er seiner Wurzel die günstigsten Nährbedingungen schafft, seinem Stamme jede Schädlichkeit fern hält oder der einen unter dem Einfluß des Schmarotzers zugrunde gehenden oder bereits vernichteten Ast abschneidet.

Unter diesen Umständen erregte es bekanntlich enormes Aufsehen, als wir zum ersten Male durch *R. Koch* im Tuberkulin ein spezifisches Mittel kennen lernten, d. h. eine Substanz, die auf dem Blutwege eine ganz spezielle Wirkung auf die durch die Tuberkelbazillen gesetzten Krankheitsherde ausübt. Leider ist der anfänglichen Begeisterung eine starke Enttäuschung gefolgt, die sehr bald in eine ganz ungerechtfertigte Verurteilung des Tuberkulins überging, bis man erst allmählich im Laufe der Zeit gelernt hat, den eigentlichen und, wie hervorgehoben werden muß, *außerordentlich großen Wert* des Tuberkulins für die Diagnose und auch für die Therapie richtig einzuschätzen. — Das muß allerdings heute zugegeben werden, daß das Tuberkulin ein „spezifisches“ Mittel im *idealen* Sinne *nicht* ist, denn die Spezifität richtet sich lediglich auf das Krankheitsprodukt, nicht auf den Krankheitserreger. Wenn wir also zu Heilzwecken Tuberkulin anwenden, dürfen wir nicht erwarten, daß wir durch die Injektionen die Tuberkelbazillen direkt schwächen oder abtöten, sondern das, was wir erreichen, ist eine entzündliche Reaktion des von Tuberkelbazillen durchsetzten kranken Gewebes, ein Vorgang, der in einen Heileffekt übergehen kann und ähnlich ist demjenigen, wie er sich z. B. an einem mit Hyperämie behandelten Gelenk oder an einem mit Lichtstrahlen zur Entzündung gebrachten Lupusherd abspielt. Es kann somit die Tuberkulinwirkung nicht etwa verglichen werden mit der direkt gegen den Erreger gerichteten Wirkung gewisser spezifischer Medikamente (Chinin—Malaria, Hg, Salvarsan—Lues).

Ich möchte hier nicht die etwaigen immunisatorischen bzw. giftvernichtenden Eigenschaften

des Tuberkulins auseinandersetzen, sondern zur Erklärung der eigenartigen Tuberkulinwirkung nur die Theorie kurz skizzieren, die *Wassermann und ich* aufgestellt und durch Experimente belegt haben, ohne auf die Einwände, die unseren Anschauungen entgegengehalten worden sind und die zahlreichen anderen Theorien einzugehen. — Die merkwürdige Tatsache, daß nach minimalen, entfernt vom Krankheitsprodukt injizierten Dosen Tuberkulin an dem erkrankten Herd eine Reaktion auftreten kann, daß also z. B. ein Lupusherd sich entzündlich rötet, ein Lungenherd vermehrte physikalische Symptome, gesteigerten Auswurf zeigt, erklärt sich nach unseren Versuchen damit, daß im Krankheitsherd ein experimentell nachweisbarer *Gegenkörper*, das *Antituberkulin*, gebildet wird, der kraft seiner spezifischen chemischen Affinität das Tuberkulin aus der Blutbahn abfängt und in den Herd konzentriert. Bei der Bindung des Tuberkulins und Antituberkulins kommt es nun weiter zur Verankerung eines natürlichen, dem Körper zur Verfügung stehenden und aus den weißen Blutkörperchen stammenden fermentativ wirkenden Schutz- und Heilstoffes, des sog. Komplementes, dessen Wirkung zugleich mit seinen Mutterzellen, den Leukocyten, in Gestalt jener entzündlichen Reaktion in Erscheinung tritt, der wiederum eine heilsame Einschmelzung des kranken Gewebes folgt.

Ich habe diese unsere Antituberkulintheorie hier nur angedeutet, um zu zeigen, daß die Heilwirkung des Tuberkulins sich in erster Linie auf das *Gewebe* und *nicht* auf den *Mikroorganismus* richtet und daß, wenn bei diesen Heilungsvorgängen auch allmählich Tuberkelbazillen zugrunde gehen, dies nur einen *sekundären* Vorgang darstellt. — Wenn also somit die Tuberkulintherapie keine direkt ätiologische Methode im reinsten Sinne ist, so muß man doch sagen, daß das Tuberkulin — ganz abgesehen von seiner unersetzlichen diagnostischen Bedeutung — richtig und vorsichtig angewendet, als Heilmittel mit an erster Stelle steht, und daß die vielfach gleichzeitig mit der physikalisch-diätetischen Behandlung durchgeführten Tuberkulinkuren ihre volle Berechtigung und Bedeutung haben.

Die zahlreichen Versuche auf dem Wege der *aktiven und passiven Immunisierung*, d. h. durch Behandlung mit abgetöteten Tuberkelbazillen oder durch Heilseren zu einem direkten und für den Körper unschädlichen Abtötungsverfahren für den Tuberkelbazillus zu gelangen, müssen bisher als wenig aussichtsreich bezeichnet werden. Wenn auch über Erfolge mit den verschiedensten Präparaten berichtet worden ist, so hat sich doch keines eine allgemeine Anerkennung zu erringen vermocht. Verheißender scheint der in allerjüngster Zeit unternommene Versuch zu sein, durch *Vaccination*, d. h. durch Behandlung mit *abgeschwächten*, avirulenten *aber noch lebenden* Tuberkelbazillen einen Erfolg zu erzielen. Wenigstens klingen die Berichte von *Friedmann*, der mit avirulenten, von Schildkrötentuberkulose gezüchteten Bazillen behandelt, vielversprechend.

Bei den wie gesehen immerhin bescheidenen Aussichten, welche die *Immunotherapie* bei Tuberkulose bietet, erscheint es nicht verwunderlich, daß man sich angesichts der großartigen Erfolge, welche in neuerer Zeit die von *Ehrlich* begründete *Chemotherapie* bei anderen Infektionskrankheiten erzielt hat, auch bei der Tuberkuloseforschung jenen Methoden zugewandt hat. Die Aufgabe der Chemotherapie ist es, durch methodische Untersuchungen chemische Substanzen ausfindig zu machen, die im Tierkörper eine spezifische abtötende Wirkung auf bestimmte Mikroorganismen oder eine Gruppe von solchen ausüben. Die Schwierigkeit beruht darin, zu solchen Stoffen zu gelangen, die einerseits die Mikroorganismen im Tierkörper direkt aufsuchen, um ihnen ihre Wirkung mitzuteilen (Parasitotropie) und andererseits eine geringe Affinität zu den tierischen Organen haben, die zu einer Vergiftung des Körpers führen kann (Organotropie). Da es nicht immer möglich ist, durch Veränderungen der chemischen Konstitution Substanzen an den Krankheitsherd bzw. den Erreger heranzubringen, hat man sich auch dadurch geholfen, daß man sich für den Transport des betreffenden Mittels sog. Leitschienen bediente. So hat *v. Wassermann* durch Kuppelung des Krebszellen-schädigenden Selens an bestimmte Farbstoffe eine therapeutische Wirkung erzielt. —

Was die Tuberkulose betrifft, so war schon vor Jahren von *A. Neißer* auf die Möglichkeit hingewiesen worden, mit Hilfe des spezifisch den Krankheitsherd aufsuchenden Tuberkulins gewisse Medikamente, von denen man sich eine Wirkung auf die Tuberkelbazillen versprach, an den gewünschten Ort zu leiten.

In der Tat hat man nun zuerst in Verfolg der Ehrlichschen und Wassermannschen Versuche eine Substanz zum Gegenstand der Untersuchung gemacht, von der eine Einwirkung auf tuberkulöse Prozesse bekannt ist, das *Jod*. — So haben *Bauer* und *Murschhauser*, *Kapsenberg* und *Sternberg* *Jodtuberkuline* hergestellt und eine therapeutische Wirkung gesehen.

Es haben ferner *Herxheimer* und *Altmann* sowie *Bernhardt* über einen Heileffekt bei Hauttuberkulose berichtet, der durch eine Kombination von *Salvarsan*infusionen mit *Tuberkulin*injektionen erzielt wurde.

Chemotherapeutische Versuche sind dann weiter auf Veranlassung von *Finckler* mit *Jodmethylenblau* und *Kupferverbindungen* gemacht worden. Mit diesen Präparaten wurden von *Gräfin Linden* Heilungen bei Meerschweinchen-Tuberkulose gesehen, *Meißner* berichtet über Besserungen bei Lungentuberkulose und *Strauß* über auffallende Beeinflussungen des Lupus. Da aber meines Erachtens die als besonders bedeutungsvoll erscheinenden Erfolge von *Strauß* aus hier nicht näher zu erörternden Gründen nicht beweisend sind, so muß abgewartet werden, inwieweit jene Substanzen vom Blutwege aus beim Menschen eine Wirkung entfalten werden. —

Ich selbst habe in Verfolg eigener früherer chemotherapeutischer Versuche bei Tuberkulose eine Substanz studiert, die bisher noch nie therapeutisch angewendet worden war, das *Aurum kaliumcyanatum*.

Im Jahre 1890 hat *R. Koch* mitgeteilt, daß von allen von ihm in vitro untersuchten Präparaten die Cyangoldverbindungen die *stärkste desinfektorische* Wirkung auf den Tuberkelbazillus ausüben. Noch in einer Verdünnung von 1 : 2 Millionen wurde ein schädigender Effekt festgestellt. Auf *Kochs* Veranlassung hat dann *Behring* weitere Reagenzglasversuche mit dem Aurum kaliumcyanatum vorgenommen und die enorme Desinfektionskraft gegenüber Milzbrandbazillen geprüft. Es schien mir daher von großer Wichtigkeit, an ein Studium dieser Verbindung, die seitdem keine Beachtung mehr gefunden hatte, insbesondere in bezug auf ihre etwaige therapeutische Wirkung auf Tuberkulose heranzugehen. Der Gedankengang war dabei der, daß es zwar wohl nicht gelingen würde, mit Hilfe des Mittels die Tuberkelbazillen im Tierkörper abzutöten, aber es bestand in Anbetracht der enormen Wirksamkeit des Präparates die Hoffnung, vielleicht mit erträglichen nicht giftig wirkenden Dosen eine derartige Schädigung der Erreger zu erreichen, daß dadurch eine therapeutische Wirkung erzielt wird.

Nach den bisherigen gemeinsam mit *Dr. Glück* ausgeführten Untersuchungen und Tierversuchen hat nun das Mittel bei direkter Einführung in die Blutbahn beim Menschen einen auffallenden Heileffekt bei Tuberkulose der Haut erzielt, ohne daß Schädigungen des Organismus auftreten. Wie weit diese Wirkung auszunutzen sein wird, und wie sich das Präparat bei anderen Tuberkuloseformen bewährt, müssen weitere Prüfungen zeigen. Jedenfalls ist die bedeutungsvolle Tatsache festgestellt, daß es möglich ist, mit chemischen Substanzen vom Blutwege aus tuberkulöse Herde anzugreifen. Es wird die Aufgabe unserer weiteren Forschung sein, ob sich vielleicht noch wirksamere und ungiftige Verbindungen finden lassen. Hoffen wir, daß es auf diesem Wege gelingt, zu einer neuen Waffe im Kampfe gegen einen der furchtbarsten Feinde der Menschheit zu gelangen.

Über das Verhältnis der Zellmechanik zur Entwicklungsmechanik.

Vortrag, gehalten auf dem Dundee-Meeting der „British Association for the advancement of science“ am 6. September 1912.

Von *Ludwig Rhumbler*, Hann.-Münden.

Wilhelm Roux hat das Ziel der Entwicklungsmechanik in ein Stichwort zusammengefaßt; es heißt die mechanistische Erklärung der Entwicklung; dabei sind die Ausdrücke „Mechanik“ und „mechanistisch“ im allgemeinsten philosophischen Sinne der Lehre vom mechanistischen, das heißt der Kausalität unterworfenem, Geschehen gemeint. Die Entwicklungsmechanik hat demnach

diejenigen Faktoren festzustellen, welche den Entwicklungsgang der Lebewesen vom Ei bis zum Abschluß ihres Embryonallebens zuwege bringen, ganz einerlei, welcher Art diese Faktoren auch seien, ob sie physikalischer, chemischer oder auch sonst welcher Natur sind. Es ist selbstverständlich, daß innerhalb eines so weit umfassenden Forschungsgebietes, wie es die Entwicklungsmechanik nach dieser Definition darstellt, sich besondere Richtungen entwickeln müssen, die durch Spezialisierungen ihrer Absichten sich ihre Arbeit zu erleichtern und ihre Aussichten auf Resultate zu erhöhen trachten. Ein solcher Nebenzweig der Entwicklungsmechanik ist derjenige, der die rein physikalische Seite der Entwicklungsvorgänge behandelt, also derjenige, der sich über die intimere chemische Struktur des Embryonalgefüges hinwegsetzt und nur die physikalischen Faktoren in Betracht zieht, welche bei den Umlagerungen, bei den Zusammenordnungen während der organischen Formbildung in Aktion sind; man kann diesen Nebenzweig der Entwicklungsmechanik als Entwicklungsdynamik bezeichnen. Die Entwicklungsdynamik umgreift also die Physik der Formgestaltungsvorgänge im Embryo.

Die Anwendung physikalischer Gesetze auf die lebende, in Entwicklung begriffene, Substanz müßte dann scheitern und wäre vorläufig aussichtslos, wenn die Physik dieser Substanz spezifisch von der chemischen Struktur der bewegten und bewegenden lebenden Massen abhängig wäre, wenn also jede chemisch differente Substanz auch ihre eigenen differenten physikalischen Gesetze hätte, denn dann würde sie das ganze Chaos unsrer Unkenntnisse über die chemische Struktur und Wirkungsweise der lebenden Substanz vor sich haben; das ist aber glücklicherweise nicht der Fall. Dynamische Ähnlichkeit oder dynamische Gleichheit zweier mechanischer Systeme bedingt durchaus nicht chemische Ähnlichkeit oder chemische Gleichheit dieser Systeme. Es zeigt sich vielmehr, daß die Dynamik der Vorgänge nur von dem Aggregatzustand und der Anordnung der Bestandteile des den Vorgang ausführenden mechanischen Systems abhängig ist. So befreit sich die Entwicklungsdynamik von der schier hoffnungslos komplizierten Chemie der organischen lebenden Substanz.

Die embryonalen Formgestaltungsvorgänge sind bekanntlich vorwiegend Einstülpungs- und Ausstülpungsvorgänge von Zellplatten und Zellepithelverbänden, kurz gesagt Faltungsvorgänge von Zellengefügen.

Schon *His* hat den Versuch gemacht, diese Faltungsvorgänge auf seitliche Druckwirkungen von verschiedenen, rasch wachsenden, benachbarten Zellterritorien zurückzuführen und hierdurch rein physikalisch zu erklären.

Roux aber hat gezeigt, daß zur Faltung gelangende Zellplatten auch dann ihre Faltung vornehmen, wenn sie aus ihrer Umgebung herausgeschnitten werden; die Faltung ist demnach kein passiver, durch Druck von andern Zellplattengebieten veranlaßter Vorgang, sondern die Dynamik der Faltungsvorgänge muß in den sich faltenden Zellplatten selbst stationiert sein. Auch sonst haben sich Wider-

sprüche mit dynamischen Erwartungen bei Betrachtung der Zellverbände ergeben.

Nun wäre es aber ganz falsch, aus derartigen getäuschten Erwartungen schließen zu wollen, daß die Anwendung physikalisch-dynamischer Gesetze auf die Zellplatten unzulässig sei, es zeigt sich vielmehr nur, daß die embryonalen Zellplatten dynamisch nicht einfach als biegbare Platten im *Hisschen* Sinne aufgefaßt werden dürfen. Die Zellgefüge sind keine einfachen, sondern bereits mehr oder weniger komplizierte dynamische Systeme. Die Komplikation entsteht dadurch, daß jede Zelle für sich schon ein in sich mehr oder weniger selbständiges, d. h. zu bestimmten Spezialleistungen befähigtes, mechanisches System darstellt. Eine Zellplatte ist, um einen Vergleich zu gebrauchen, kein bloßes Mauerwerk aus nachgiebigem Baumaterial, wie *His* und seine Nachfolger glaubten, sondern ein Konsortium von miteinander verkoppelten Automobilen, von denen jedes seine eigene Triebkraft besitzt. Jedes dieser Automobile kann zwar „äußeren“ dynamischen Einwirkungen rein passiv folgen, wenn es seinen Motor nicht in Bewegung setzt, es kann sogar den Effekt der äußeren dynamischen Einwirkung erhöhen, wenn es seinen Motor im gleichen Sinne arbeiten läßt, wie die äußere Einwirkung; es kann aber auch andererseits die Resultate dynamischer Außenkonstellationen gänzlich verschieben, indem es den eigenen Motor in anderem Sinne und mit anderer Intensität als seine Nachbarautos laufen läßt. Die Zellplattendynamik der embryonalen Faltungsprozesse kann darum nur auf Grund einer genauen Kenntnis des physikalischen Aufbaues und der physikalischen Betätigungsweise der Zellen selbst Verständnis und Förderung erhalten. *Die physikalischen Eigenschaften und Wirkungsmöglichkeiten der Zellautos festzustellen, ist die reinlich definierbare Aufgabe der Zellenmechanik*, als deren erste Begründer *Berthold* und *Bütschli* zu gelten haben. Die Untersuchungen dieser Forscher sowohl als die immer weiterführenden Analysen nachrückender Arbeiten auf diesem Gebiete von *Quincke*, *O. Lehmann*, *Verworn*, *Jensen*, *Albrecht*, *v. Prowazek* u. a., darunter auch meine eigenen, haben mit größter Zuverlässigkeit gezeigt, daß die Zellen im Grunde genommen sogar relativ einfache dynamische Systeme sind, deren Resultat innerhalb der Zellverbände nur durch das Zusammenarbeiten vieler solcher dynamischer Systeme unter Umständen schwer analysierbar, aber keineswegs unerklärlich wird. Die Betrachtung einer Stichprobenreihe aus den seitherigen Resultaten der Zellenmechanik wird dies näher erläutern.

Es gibt ein sehr einfaches Experiment, welches festzustellen erlaubt, daß der Aggregatzustand der Furchungszellen, d. h. der frühesten Zellen des in Entwicklung begriffenen Tierkeimes, die auch Blastomeren genannt werden, ein flüssiger bzw. zähflüssiger ist. Bringt man isolierte lebende Furchungszellen oder Aggregate von solchen etwa aus einer Froschblastula oder Gastrula mit einer reinen Wasseroberfläche in Berührung, so werden diese Furchungszellen augenblicklich mit großer Vehemenz, wie das Mikroskop zeigt, auseinander gerissen

und ihre Substanz breitet sich als feinstes Häutchen auf der Wasseroberfläche aus. Diese Erscheinung läßt sich nur dadurch erklären, daß die Blastomeren eine Flüssigkeit darstellen, deren Oberflächenspannung gegen Luft geringer ist als diejenige des Wassers gegen Luft; jede andere Flüssigkeit mit entsprechend geringer Oberflächenspannung gegen Luft würde sich der Wasseroberfläche gegenüber genau ebenso verhalten, aber keine irgendwie feste Substanz könnte die gleiche Ausbreitungserscheinung auf der Wasseroberfläche erzeugen.

Die Blastomerensubstanz ist also fraglos flüssig. Weitere Versuche aber zeigen, daß trotz dieses Flüssigseins der Embryonalzellen an sich noch keine mechanisch-dynamische Kongruenz zwischen einem einfachen Flüssigkeitströpfchen und einer lebenden Furchungszelle herrscht. Bettet man einfache Flüssigkeitströpfchen, z. B. Öltröpfchen, in ein anderes nicht mischbares, spezifisch etwas leichteres flüssiges Medium, so daß sie auf dem Boden der Versuchsschale Halt gewinnen, also etwa in ein entsprechendes Alkoholwassergemisch, ein, so lassen sich diese einfachen Flüssigkeitströpfchen, auch wenn sie noch so zähflüssig sind, stets durch Flüssigkeitsströmungen des Außenmediums, die man aus einer Pipette an der Oberfläche der Tröpfchen vorbeispritzt, in eine dem antreffenden Spritzstrahl konforme Rotation versetzen; ein ähnlicher Versuch glückt dagegen niemals mit lebenden isolierten Furchungszellen. Die Furchungszellen nehmen, solange sie leben und sich weiter zu teilen vermögen, von sogar recht heftig vorbeigespritzten Strömungen im Außenmedium nicht die geringste Notiz. Wenn sie dagegen abgestorben sind, haben schon verhältnismäßig geringe Verschiebungen im äußeren Medium sofort gleichsinnige Verschiebungen im Innern der Blastomeren zur Folge; beim Absterben der Zellen, in deren Leichen sich die künstlichen Rotationen von außen her erzeugen lassen, schlägt sich eine zähere Substanz, das läßt sich leicht beobachten, als flockiges Gerinnungsgerüstwerk innerhalb der übrigen augenscheinlich sehr dünnen Flüssigkeit nieder. Es verdient daher geprüft zu werden, ob wir uns die während des Absterbens ausfallende zähere Substanz in der lebenden Zelle in einer anderen, also nicht flockig-gerüstigen, Weise so verteilt denken können, daß sie in der neuen Verteilung die lebende flüssige Substanz der Blastomeren hindert, vorbeigeführten Außenströmen in der genannten Weise zu antworten.

Wir sind gezwungen, die zähere Masse als „flüssige“ innerhalb der weniger zähen, natürlich erst recht flüssigen, verteilt zu denken, weil sonst die vorher beobachtete Ausbreitungserscheinung des Substanzenkonsortiums auf der Wasseroberfläche nicht hätte stattfinden können. Es gibt aber nur eine Mischungsweise von zwei Flüssigkeiten, welche bei Aufrechterhaltung des Flüssigseins der zusammengemischten Substanzen das Flüssigkeitsgemenge ohne weiteres so in sich festigt, daß äußerlich vorbeigeführte Tangentialströme nicht analoge innere Rotationsströme in der Mischung erzeugen. Diese einzig mögliche Mischungsart, diejenige, die zugleich nicht nur den genannten, sondern auch

allen übrigen seither festgestellten dynamisch-mechanischen Eigentümlichkeiten der lebenden Zellen gerecht wird, ist die „emulsoide Schaummischung“¹⁾ oder wie wir mit *Bütschli* sagen können, die Wabenstruktur, deren Realexistenz *Bütschli* bereits lange auf mikroskopischem Wege nachgewiesen hatte, ehe die hier referierten Versuche zur Ausführung kamen.

Die Schaumwände eines Schaumes stellen nämlich durch ihre kontraktive Spannung, die sich in dem Plateauschen Minimalflächengesetz Ausdruck verschafft, die einzelnen Schaumkammern elastisch so fest, daß ein Durcheinanderwirbeln der Schaumkammern durch oberflächliche Vorbeiströme ganz ausgeschlossen ist. Erst wenn während des Absterbens die Wabenwände des Blastomerenplasmas der Zerstörung anheimfallen und ihre Substanz zu Flocken zusammengerinnt, die dann nicht mehr das Flüssigkeitsgemisch in Spannung halten, erst dann reagiert der nunmehr abgestorbene Zellinhalt wie jede andere Flüssigkeit auf vorbeigeführte Ströme des Außenmediums.

Ein flüssiger Schaum kann sich also vorbeiziehenden Strömen widersetzen, auf der anderen Seite aber besitzt ein Schaum in sich selbst die Fähigkeit, wie eine einfache Flüssigkeit zu strömen, sobald die Oberflächenspannungen der Schaumwände nach irgendeiner Richtung kontinuierliche Veränderungen erfahren, sobald man beispielsweise irgendwie die Oberflächenspannung der Schaumkammernwände durch Annäherung geeigneter chemischer Reagentien an die Schaumoberfläche oder sonstwie lokal beeinflusst. Da wir nunmehr den emulsoiden schaumischen Plasmaaufbau der Blastomeren durch ein physikalisches Experiment festgestellt haben, bleibt zu zeigen, in welcher Weise die dynamischen Eigenschaften von flüssigen Schaumgemischen bei den dynamischen Formgestaltungsvorgängen der Embryonalentwicklung zum Ausdruck kommen. Wir wollen hierbei in aller Kürze die Furchungsstadien bis zur Zeit der Organdifferenzierung vom zellmechanischen Gesichtspunkte aus verfolgen.

Wir konstatieren zunächst, daß die Oberfläche eines emulsoiden Schaumes ebenso wie eine einheitliche Flüssigkeit eine kontraktive Oberflächenspannung besitzt, welche sich hier als die Mosaiktätigkeit von allen an die Oberfläche angrenzenden Schaumwänden darstellt, von denen jede als Mosaik-element so klein als möglich zu werden strebt.

Die Oberflächen der Furchungszellen müssen demnach innerhalb der Furchungsstadien Plateausche Minimalflächenordnung annehmen; die einzelnen Furchungszellen müssen sich wieder wie Schaumkammern zusammenlegen, während aus dem Verband herausgenommene Furchungszellen sich wie eine freie Seifenblase abzukugeln streben müssen. Allgemein bekannt ist, wie nahezu vollkommen diese mechanische Erwartung von den

¹⁾ Eine „emulsoide Schaummischung“ unterscheidet sich von einem gewöhnlichen Schaum dadurch, daß ihre Schaumkammern nicht ein Gas (Luft), sondern wiederum eine Flüssigkeit enthalten. Bei dem Protoplasma nennt *Bütschli* die zähflüssigere Schaumwandsubstanz „Hyaloplasma“, die dünnflüssigere Substanz, welche die Schaumkammern erfüllt, aber „Enchylema“.

Furchungszellen erfüllt wird; daß sie im mathematischen Sinne genau wohl kaum jemals vollständig erfüllt sein wird, zeigt allein schon die Überlegung, daß der lebende Zellschaum nicht wie die Schäume, mit denen wir es in der Physik bei den Plateauschen Versuchen zu tun haben, ein homogener Schaum ist, sondern daß die Schaumwände der Zelle, wie die histologische Differenzierung der Zellen zeigt — durch Heterogenitäten in dem Schaumwandsystem, die notwendig der Lebensprozeß mit sich bringen muß und die sich nicht diffusionell ausgleichen können, weil der Lebensprozeß sie stets aufs neue schafft — aus einem Mosaik verschiedenartiger Bestandteile bestehen müssen, das notwendigerweise bestimmte Abweichungen von mathematisch genauen Minimalflächenaufbau bewirken muß. Im ganzen bleibt die Annäherung der Furchungszellenlagerung an das Minimalflächengesetz eine augenfällig große, sie kann trotz mannigfacher Störungen sich nur dadurch auf deutlich erkennbarem Annäherungsgrade halten, daß die Furchungszellen noch wenig differenziert sind und darum die Heterogenitäten in der Oberfläche an sich nur geringfügige Abweichungen von der Minimalflächenanordnung veranlassen.

Bekanntlich hat Roux schon durch mechanische Analogieversuche mit Öltropfen gezeigt, daß die keilförmige Ausgestaltung, welche die Furchungszellen infolge der, zur Eioberfläche radiär gerichteten, Stellung ihrer Teilungsebenen erhalten, ein Vorrücken der Furchungszellen vom Zentrum aus nach der Peripherie veranlassen muß, welche als der mechanische Faktor bei der Bildung der Furchungshöhle erscheint (F. H. Fig. 1). Die Keilspitze der Furchungszellen hat eine stärkere Krümmung und darum auch nach physikalischen Gesetzen eine stärkere Oberflächenspannung (in diesem Falle auch als Krümmungsspannung bezeichnet), als die stumpfere Keilrückenseite des Tropfens bzw. der Furchungszelle; die stärkere Krümmungsspannung an der Keilspitze sucht die gesamte Blastomere soweit nach der Peripherie hin fortzudrücken, als es die zwischen den Blastomeren gelagerte Kittmasse erlaubt (Fig. 1).

Während des Gastrulationsvorganges verliert sich aber innerhalb der Entodermzellenplatte das Streben der Furchungszellen nach peripheraler Verlagerung und wandelt sich zu einem Einwanderungsstreben der Entodermzellen in das Innere der Furchungshöhle, die kolloidale gelöste Stoffe in sich aufhäuft, hinein um. Der Druck der durch raschere Zellteilungen rascher wachsenden Ektodermzellenplatte auf die Entodermzellplatte kann unter keinen Umständen, wie man vielfach in Anlehnung an His angenommen hat, die Invagination der Entodermzellplatte veranlassen; ein derartiger Druck könnte nur eine Längsstreckung der Blastula veranlassen, wie sich an entsprechenden Modellen zeigen läßt, weil Keile wie die Blastomeren bei seitlichen Druckwirkungen nur in der Richtung nach den Keilrücken, nicht nach der Keilspitze hin ausweichen und sämtliche Keilrücken der Entodermzellen ursprünglich nach außen gerichtet sind. Wir stoßen hier zum erstenmal auf die behauptete Automobilnatur der Entodermzellen, die sich mit eigenem Mechanismus

in die Furchungshöhle hinein vorbewegen müssen. Diese Automobilnatur der Entodermzellen äußert sich nun darin, daß die Zellen der Entodermplatte

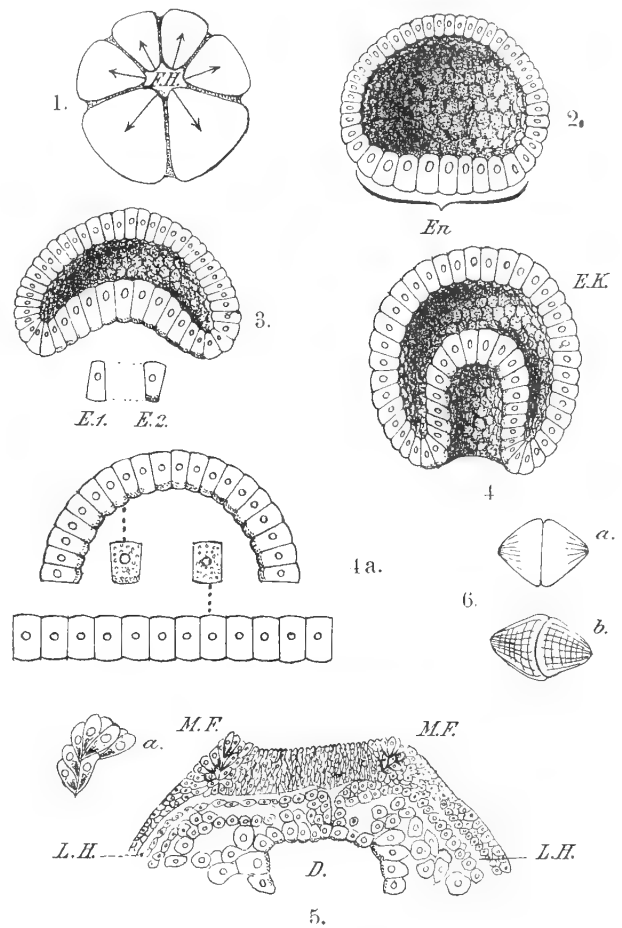


Fig. 1—4. Schematische Darstellung der Blastula und der aus ihr hervorgehenden Gastrula in Längsschnitten. — Fig. 1. Frühes Blastulastadium; die Blastomeren sind durch die dunkel gezeichnete Kittmasse verknüpft. Die Pfeile geben die Richtung an, in welcher die Blastomeren sich von der Furchungshöhle (F. H.) wegbewegen streben. — Fig. 2. Späteres Blastulastadium; *En* = Entodermplatte. — Fig. 3. Die Einstülpung der Entodermplatte beginnt; die Entodermzellen wandeln dabei ihre ursprüngliche Gestalt *E*₁ in *E*₂ um. — Fig. 4. Spätere Gastrula; *Ek* = Ektoderm. Fig. 4a veranschaulicht, wie durch Verbreiterung der Entodermplattenzellen nach der Furchungshöhle hin, die Entoderm-einstülpung entsteht; es ist bloß die Entodermplatte gezeichnet; dabei ist angenommen, daß es sich um pigmentführende Blastomeren handelt, deren Pigment sich während der Gastrulation in der, von der Furchungshöhle abgewandten, Keilspitze zusammenhäuft. — Fig. 5. Oberer Teil eines Querschnitts durch ein späteres Entwicklungsstadium des Molches *Triton taeniatus*; *M. F.* Medullarfalten, aus deren späterer Zusammenbeugung die Rückenmarksröhre entsteht; bei *a* die Zellen der Medullarfalten stärker vergrößert; man sieht eine sehr deutliche Pigmentzusammenhäufung an den, der Ausstülpungsrichtung abgewandten, Polen der Zelle; *D* Darm; *L. H.* Leibeshöhle; Vergr. 45 : 1. — Fig. 6. Pigmentanordnung bei zwei cytotropisch zusammengetretenen, vorher zu Einzelzellen künstlich isolierten Paaren von Furchungszellen der *Rana fusca* (Grasfrosch). Die Zellen haben sich mit breiter Basis aneinandergelegt, das Pigment findet sich an den, den Berührungsfächen abgewandten, kegelspitzenartig hervorragenden Enden der Zellen (nach Roux).

während der Gastrulation selbsttätig ihre Gestalt verändern, und zwar in der Weise, daß sie ihre ursprüngliche Keilschneide zu einem Keilrücken verbreitern, ihren Keilrücken aber zu einer Keilschneide verschmälern (Fig. 3, die Form E_1 , die den Zellen von E_n in Fig. 2 entspricht, geht in die Form E_2 über).

Wir müssen uns bei diesen Vorgängen vergegenwärtigen, daß die labilen schaumflüssigen mechanischen Systeme der Entodermzellen mit ihren freien (d. h. nicht an Nachbarzellen angeschlossenen) Oberflächenteilen an zwei verschiedene Medien angrenzen, nämlich innenseitig an die Furchungshöhlenflüssigkeit, außenseitig aber an das Außenmedium. Da nun die Oberflächenspannung eines emulsoiden Schaumes wie diejenige aller Flüssigkeiten nicht bloß von der Beschaffenheit der Schaummasse selbst, sondern auch von derjenigen des angrenzenden Mediums abhängt, und da im speziellen zur Zeit des Gastrulationsvorganges sich durch verschiedene Reagentien kolloidale Gerinnungsprodukte innerhalb der Furchungshöhlenflüssigkeit nachweisen lassen, die notwendig für die ebenfalls kolloidale innenseitige, der Furchungshöhle angrenzende Oberfläche der Entodermblastomeren spannungserniedrigend wirken müssen, während sie im Außenmedium ganz fehlen, so ergibt sich eine Herabsetzung der Oberflächenspannung für jede Entodermblastomere auf der, der Furchungshöhle zugekehrten, Keilschneide. Ist nun aber somit die Oberflächenspannung nach der Furchungshöhlenseite innerhalb jeder Entodermblastomere geringer geworden als nach der Außenseite hin, so muß sich das Plasma der Entodermblastomeren von der Außenseite des Keimgefüges nach Maßgabe des beiderseits verschiedenen Oberflächendruckes mehr und mehr zurückziehen und dafür auf der Furchungshöhlenseite, wie bei einem vorwärtskriechenden Wanderstadium einer Amöbe, entsprechend anhäufen. Die Keilgestalt der Entodermblastomeren wird hierbei in der zur Einstülpung der Entodermplatte notwendigen Weise (Fig. 4 a) umgeändert, so daß jetzt also die Keilrücken der Furchungshöhle zugewendet sind und die veränderte Keilgestalt der aneinandergeschlossenen Entodermzellen, die wie Gewölbesteine eine Wölbung nach innen aufbauen, die Einstülpung veranlaßt. (Auf die Entodermzellen wirkt die Furchungshöhlenflüssigkeit nicht in gleicher Weise, weil die Ektodermzellen durch raschere Teilung zur Zeit der Gastrulation viel kleiner sind als die Entodermblastomeren, und darum eine viel größere Oberflächenspannung besitzen, so daß zu ihrer Gestaltumkehr eine weit größere Spannungserniedrigung auf der Furchungshöhlenseite nötig wäre, als sie die nur schwach mit Kolloiden beladene Furchungshöhlenflüssigkeit aufbringen kann, außerdem bringen die Entodermzellen durch ihre rascheren Teilungen fortgesetzt neue Oberflächenteile mit der Furchungshöhlenflüssigkeit in Berührung, so daß die Furchungshöhlenflüssigkeit nicht lange genug auf die gleichen Oberflächenteile einwirken kann.)

In sehr augenfälliger Weise lassen sich die in jeder Entodermzelle während der Gastrulation stattfindenden Plasmaumlagerungen an solchen Blasto-

meren erkennen, die ein der Schaumwandmasse des Plasmas inhärierendes Pigment mit sich führen, z. B. bei den Blastomeren von Frosch- und Molcheiern; unter der stärkeren Oberflächenspannung der Außenseite wird nämlich der leichter flüssige inkompressible Schaumkammerinhalt¹⁾, das Enchylema, gemeinsam mit sonstigen leicht verschiebbaren Zeileinlagerungen innerhalb jeder Entodermzelle nach der Seite der geringeren Oberflächenspannung hin verschoben, während die Wandmasse des Plasmaschaumes, das Hyaloplasma also, in entsprechender Weise dichter zusammenrückt und infolge davon auch das in ihm enthaltene Pigment dichter zusammenschichtet, so daß die Zellen an dem Ende, von dem sie abrücken, dunkler (Fig. 4 a), an ihrem vorrückenden Ende aber heller werden. Diese Aufhellung pigmenthaltiger Zellen an ihrem vorrückenden verbreiterten Vorderende und die zunehmende Dunkelung an ihrem nachrückenden Hinterende zeigt sich dann auch bei allen der Gastrulation nachfolgenden Faltungsprozessen; ob es sich um Ein- oder Ausstülpungen oder um sonstige Zelltranslokationen handelt, ist dabei ganz gleichgültig, immer hat das nachrückende Zellenende die Dunkelung, das vorrückende die Aufhellung (Fig. 5, 6). Das zeigt deutlich, daß auch bei diesen späteren Formgestaltungsprozessen der Gestaltungsmechanismus in den Zellen selbst gelegen ist, der so abläuft, daß die Oberflächen der Zellen an ihrem in der Bewegungsrichtung nach vorne gelegenen Ende unter irgendwelchen Einflüssen, die sich oft als äußere Faktoren vermuten lassen²⁾, aber ebenso gut auch aus dem Zellinnern selbst herkommen können (Fig. 6), ihre Oberflächenspannung verringern, während sie am Hinterende aus wechselnden Gründen eine stärkere Oberflächenspannung besitzen (Fig. 5, 6).

So und auf ähnliche, von Fall zu Fall durch Sonderlagen modifizierte Weise erscheinen alle embryologischen Formgestaltungsvorgänge der ersten Entwicklungsperioden ohne weiteres auf die Dynamik alveolär strukturierter Flüssigkeitsmischungen zurückführbar; das dauert so lange, als die Embryonalzellen ihren zähflüssig emulsoid schaumigen Phasenzustand bewahren und ändert sich erst allmählich, wenn sie im Laufe ihrer endgültigen Differenzierung in festere Zustände übertreten, also zur Zeit der histologischen Ausdifferenzierung der Organe.

¹⁾ Das druckwärts gelegene, äußere Ende jedes Enchylematröpfchens wird zusammengedrückt und erhält dadurch eine stärkere Krümmung, mit entsprechend kleinerem Krümmungsradius und entsprechend größerem Krümmungsdruck. Letzterer muß die einzelnen Enchylematröpfchen alle nach der Furchungshöhlenseite der Entodermzellen hinpressen.

²⁾ Wenigstens insofern, als die Umgebung der wandernden Zellen auf der Seite der Wanderungsrichtung eine physikalisch andere ist, als auf ihrer Herkunftsseite. Die physikalischen Bedingungen der Umgebung enthalten alsdann sozusagen die Chauffeure, die die Zellenautos in Gang setzen. Bei der Selbstbiegung künstlich isolierter embryonaler Zellplatten (*Roux*) arbeiten die freien Zelloberflächen der Zellplatte mit dem umgebenden Einbettungsmedium, die übrigen Zelloberflächenstellen aber mit der Kittmasse des Zellverbandes und der unterliegenden Zellschichten.

Dabei ist allerdings niemals aus dem Auge zu verlieren, daß die Zellenmechanik auch auf der Strecke des Embryonalgeschehens, auf der sie die Formgestaltung beherrscht, niemals von sich allein aus ihr Erklärungsbereich über die Physik der betreffenden Entwicklungsvorgänge hinaus auszuweiten vermag. Das Bereich der Zellenmechanik ist darum viel enger abgesteckt als das der Entwicklungsmechanik, denn sie liefert auch auf ihrer höchsten Leistungsstufe innerhalb der Entwicklungsdynamik nur die Physik der Formgestaltung; sie läßt aber die physiologisch-chemische Struktur des lebenden Inhaltes, welcher der physikalischen Formgestaltung unterworfen wird, vollständig und mit volstem Bewußtsein unaufgeklärt. Da aber die weiterfassende Entwicklungsmechanik alle — also auch die physikalischen — Faktoren der embryonalen Formbildung in ihr Bereich einbezogen hat, so ist sie auf die Mitarbeit der Zellmechanik als eine ihrer Hilfswissenschaften bei der Verfolgung ihres hochgesteckten, eingangs genannten, Zieles angewiesen.

Besprechungen.

Neuere Arbeiten über Magnetismus.

Alfred Preuß: Die magnetischen Eigenschaften der Eisen-Kobalt-Legierungen bei verschiedenen Temperaturen. Diss. Zürich 1912. 83 S.

Otto Bloch: Über die magnetischen Eigenschaften der Nickel-Kobalt-Legierungen. Vierteljahrsschrift der Naturforscher-Gesellschaft Zürich 56, 415—478; 1912.

Beide Arbeiten sind mit den Einrichtungen und nach den bewährten Methoden von *Pierre Weiß* in Zürich ausgeführt. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Bestimmung der Sättigungsintensität der Magnetisierung bei sehr verschiedenen Temperaturen, aus der sich wichtige theoretische Schlüsse ziehen lassen.

Als Versuchsobjekte dienten kleine, nur wenige Millimeter lange Ellipsoide, die innerhalb eines kurzen elektrischen Ofens zwischen den Polen eines sehr starken Elektromagnets aufgehängt waren. Unterhalb des magnetischen Umwandlungspunktes, des sog. Curieschen Punktes, wurde die Intensität der Magnetisierung mittels einer Spiralfeder aus dem Drehmoment bestimmt, welches das Ellipsoid erfährt, wenn der ein gleichmäßiges Feld liefernde Elektromagnet um einen meßbaren Winkel gegen die Lage des Ellipsoids gedreht wird. Die zugehörige wahre Feldstärke im Innern des Ellipsoids setzt sich zusammen aus der scheinbaren äußeren, vom Elektromagnet gelieferten Feldstärke, deren Höhe in Abhängigkeit von der Größe des erregenden Stroms vorher schon genau bestimmt worden war, und aus dem vom Ellipsoid selbst gelieferten entmagnetisierenden Feld, dessen Größe sich berechnen läßt. Zur Messung der Magnetisierung oberhalb des Curieschen Punktes, wo diese Methode wegen der geringen Wirkung des Magnets auf das Ellipsoid versagt, das in diesem Temperaturbereich nicht mehr ferromagnetische, sondern nur noch paramagnetische Eigenschaften besitzt, wurde mittels besonders feiner Vorrichtungen die Kraft bestimmt, mit welcher das leicht beweglich aufgehängte Ellipsoid in das durch schneidénförmige Pole hervorgerufene, sehr inhomogene Magnetfeld hineingezogen wird. Als Vergleichsobjekte dienten kleine Glaskugeln mit Kobaltnitrat oder Manganchlorid, Flüssigkeiten, deren Suszeptibilität nach der Quinckeschen Steighöhenmethode ermittelt werden konnte; hierdurch ließ sich die sonst

notwendige und ziemlich ungenaue Bestimmung der Änderung des inhomogenen Feldes zwischen den Magnetpolen umgehen.

Die von *Preuß* untersuchten Substanzen bestanden aus reinem Elektrolyteisen, reinem Kobalt und Legierungen mit etwa 10, 20 bis 90% Kobalt, die durch Zusammenschmelzen in einem im elektrischen Ofen befindlichen Magnesiasschiffchen hergestellt wurden. Die benutzte Feldstärke (bis 12 000—13 000 Gauß) genügte fast in allen Fällen zur Erzielung der magnetischen Sättigung, nur nicht beim reinen Kobalt, namentlich nicht bei tiefen Temperaturen. Die benutzten Temperaturen lagen beim ersten Teil der Untersuchung zwischen der Temperatur der flüssigen Luft und dem Curieschen Punkte, so daß die für die Sättigungswerte bei verschiedenen Temperaturen erhaltenen Kurven bis zum absoluten Nullpunkt extrapoliert werden konnten. *Das außerordentlich interessante Resultat* dieses ersten Teils der Eisen-Kobalt-Untersuchungen besteht nun darin, daß zwar bei der 10proz. Legierung die Sättigungsintensität *unterhalb* derjenigen des reinen Eisens liegt, dann aber beträchtlich darüber steigt und bei etwa 34% Co ein Maximum erreicht, das etwa 10% höher liegt, als bei reinem Eisen; dieser Legierung entspricht aber genau die chemische Verbindung Fe_2Co . Mit diesem Ergebnis, welches natürlich auch eine erhebliche technische Bedeutung gewinnen kann, ist *die bisherige allgemeine Annahme*, daß reines Eisen die höchste Magnetisierbarkeit besitzt und die Legierung desselben mit anderen Substanzen die Magnetisierbarkeit stets herabsetzt, als *unrichtig* erwiesen. Die Tatsache, daß die Magnetisierbarkeit des Eisens durch kleine Kobaltzusätze zunächst sinkt, findet einen interessanten Ausdruck in der Weißschen Magnetonentheorie: *Preuß* berechnet nämlich aus den Sättigungswerten die Zahl der Magnetonen für reines α -Eisen zu 11, für den Eisengehalt der niedrigen Legierungen zu 10, für reines Kobalt zu 9.

Die Messungen bei Temperaturen oberhalb des Curieschen Punktes haben im wesentlichen theoretisches Interesse, namentlich in betreff der Weißschen Magnetonentheorie, für welche sie interessante Bestätigungen ergeben. Nach *Curie* gilt oberhalb des Umwandlungspunktes die Beziehung: $(T - \theta) \chi = \text{Const.}$, wobei T bzw. θ die jeweilige Beobachtungstemperatur bzw. die Temperatur des Umwandlungspunktes in absoluter Skala und χ die spezifische Suszeptibilität bezeichnet. Es ergeben sich nun sowohl für reines Eisen als auch für jede der Legierungen mit Ausnahme der beiden höchsten je nach der Beobachtungstemperatur zwei *verschiedene* Werte der Konstanten, die für ein großes Temperaturintervall unverändert bleiben, sich dann aber sprunghaft ändern; diese Erscheinung kann man wohl nur auf die Verschiedenheit der beiden Modifikationen des Eisens, des β - und des γ -Eisens, zurückführen.

Aus der Größe der so gefundenen Konstanten in Curieschen Gesetz läßt sich nun nach *Weiß* die Magnetonenzahl berechnen; der Verfasser findet für das Eisenatom je nach seiner Natur 10, 20 oder 18 Magnetonen; der letztere Wert gilt für β -Eisen in seinen Legierungen mit geringen Mengen von Kobalt; für Kobalt selbst ergibt sich der Wert 15. Das Molekül Fe_2Co scheint im β -Zustande durch die Magnetonenzahl 21 charakterisiert zu sein; wie sich aber diese 21 Magnetonen auf die drei Atome verteilen, die das Molekül bilden, läßt sich noch nicht mit Sicherheit bestimmen.

Bei den Nickel-Kobalt-Legierungen liegen die Verhältnisse erheblich einfacher: *Bloch* zieht aus seinen Messungen folgende Schlüsse: Beide Metalle verhalten sich magnetisch wie zwei vollständig ineinander lösliche

Bestandteile; die Sättigungsintensität ändert sich *linear* mit dem Prozentgehalt, ebenso die Curiesche Konstante und die Konstante des molekularen Feldes.

Das reine Nickel enthält zwischen 770 und 1200° abs. Temperatur 8 Magnetonen, bei höheren Temperaturen 9, das reine Kobalt zwischen 1460° und 1645° abs. Temperatur 15 Magnetonen.

Goerens, P., Magnetic Properties of Iron-Carbon and Iron-Silicon Alloys; with Micrographic Investigation and Reproduction. Transact. of the Faraday-Soc. 8, 5—21; 1912 und Ferrum 10, 33—44; 1912.

Der Artikel gibt den Inhalt eines in der Faraday-Society in London gehaltenen Vortrages des Verfassers über die Versuche wieder, welche im magnetischen Laboratorium der Physikal.-Techn. Reichsanstalt mit Eisen-Kohlenstoff- und Eisen-Silizium-Legierungen ausgeführt worden sind, und zwar kommen hauptsächlich Maximalpermeabilität, Sättigungswerte, Remanenz, Koerzitivkraft und elektrisches Leitvermögen in Betracht.

Die von verschiedenen Firmen zur Verfügung gestellten Proben, deren Kohlenstoffgehalt von 0,07% bis zu 1,8% variierte, wurden sowohl einer kurzen Erhitzung auf 930° mit darauffolgendem langsamen Abkühlen, als auch mit Hilfe eines eigens dazu konstruierten, kippbaren elektrischen Ofens einem Abschrecken bei Temperaturen zwischen 750° und 1100° unterworfen; im ersten Falle bildet sich Perlit (Cementit), im letzteren bleibt der Kohlenstoff zum Teil im Eisen gelöst und es entsteht Martensit und Austenit. Der Perlit spielt hauptsächlich eine Rolle als unerwünschte Verunreinigung von weichem Dynamostahl, Transformatorblech usw., während der Martensit den wichtigsten Bestandteil der permanenten Magnete bildet.

Die hauptsächlichsten der gefundenen Resultate lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen: Bei den langsam abgekühlten Stählen wächst sowohl der spezifische elektrische Widerstand als auch die Koerzitivkraft proportional dem C-Gehalt bis zu etwa 1% C, der sogenannten „eutektischen Legierung“, von da ab steigen beide langsamer an, so daß in dem Diagramm ein schwacher Knick bemerkbar wird. Die Sättigungswerte nehmen ebenfalls ungefähr proportional dem C-Gehalt um etwa 1400 Einheiten pro 1% C ab, dagegen ist eine Abhängigkeit der Remanenz vom C-Gehalt bei den perlitischen Legierungen nicht erkennbar, wohl aber bei den martensitischen, und zwar ergab sich das Gesetz, daß proportional dem im Eisen gelösten Anteil des C die Remanenz *sinkt* (bis auf 2800 herab), die Koerzitivkraft und der spezifische elektrische Widerstand *steigt*. Es ist somit, wenigstens bei reinen Kohlenstoffstählen, die für die Herstellung permanenter Magnete so außerordentlich erwünschte Vereinigung von hoher Remanenz und hoher Koerzitivkraft prinzipiell ausgeschlossen, *wohl aber läßt sich nunmehr* je nach der Gestalt der herzustellenden Magnete *zum voraus bestimmen*, welcher C-Gehalt und welche Härtungstemperatur die günstigsten Resultate liefern werden.

Im zweiten Teil werden die Eigenschaften der Eisen-Silizium-Legierungen besprochen. Im Jahre 1900 hatten *Barett, Brown und Hadfield* gefunden, daß Eisen-Silizium-Legierungen mit mehreren Prozent Silizium magnetische Eigenschaften besitzen, welche denjenigen von reinem Eisen kaum nachstehen, während der spezifische, elektrische Widerstand viel höher ist als derjenige von reinem Eisen. Die Idee des Verfassers, dies Material zur Herstellung von Transformator- und Dynamoblech zu empfehlen, um die Wirbelströme zu verringern, hatte insofern noch einen weiteren, unerwarteten Erfolg, als dieses sogenannte „legierte“ Blech, welches inzwischen im Transformatorbau das gewöhnliche Material fast

vollständig verdrängt hat, sich auch in magnetischer Beziehung, wenigstens bei den niedrigeren Feldstärken, als hervorragend gut erwies; der Grund hierfür war jedoch bisher noch ganz unklar.

Aus zahlreichen, in der Reichsanstalt ausgeführten Versuchen schließt nun der Verfasser, daß die Wirkung des Siliziums nicht eine direkte, sondern eine indirekte ist, indem es den außerordentlich schädlichen Einfluß des Kohlenstoffs, der ja auch als Verunreinigung stets im Eisen vorhanden ist, dadurch kompensiert, daß es seine Ausscheidung in Form der unschädlichen Temperkoble veranlaßt.

Die beigefügten mikrographischen Aufnahmen von *P. Goerens* bestätigen im wesentlichen die aus den physikalischen Ergebnissen gezogenen Schlüsse.

W. Rogowski und W. Steinhaus: Die Messung der magnetischen Spannung (des Linienintegrals der magnetischen Feldstärke). Mitteilungen aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Archiv für Elektrotechnik 1, 141—150; 1912.

Bei den magnetischen Messungen handelt es sich fast stets um die Bestimmung einer Induktion und der zugehörigen Feldstärke; die erstere ist leicht auszuführen mittels des ballistischen Galvanometers o. dgl., nicht aber die letztere. Hierfür steht genau genommen nur die Methode des bewickelten Ringes, des Ellipsoids und, an nahezu streuungsfreier Stelle, die von *Gumlich* und *Rogowski* neuerdings ausgearbeitete Methode zur Verfügung. Bei all den Methoden jedoch, welche ein Schlußjoch verwenden, also gerade den verbreitetsten, entfällt ein Teil des magnetischen Widerstandes auf Luftschlitze und Joch; sie bedürfen daher einer sogenannten Scherung, die veränderlich und unsicher ist.

Die Verfasser geben nun ein einfaches und vielversprechendes Verfahren zur unmittelbaren Messung des Feldes durch Messung der magnetischen Spannung an. Sie benutzen den bekannten Satz, daß das Linienintegral der magnetischen Feldstärke auf einem geschlossenen Integrationsweg Null oder $4\pi ni$ ist, je nachdem dieser Integrationsweg keine oder ni Amperewindungen umschließt. Realisieren läßt sich diese Methode mit Hilfe einer langen, schmalen, biegsamen Spule von gleichmäßigem Querschnitt und gleichmäßiger Bewicklung, die mit dem ballistischen Galvanometer verbunden ist. Die Spule wird entweder aus dem zu messenden Feld herausgezogen oder ihre beiden Enden bleiben an Ort und Stelle, und die Feldrichtung wird umgedreht. Der erhaltene Galvanometeraus Schlag entspricht dann entweder direkt dem zu messenden Felde, falls der Spannungsmesser keine Magnetisierungswindungen mit umschließt, oder, wenn letzteres der Fall ist, der Differenz zwischen dem scheinbaren, durch die Zahl der Amperewindungen gegebenen und dem wahren Felde, also der sogenannten Scherung. Der letztere Betrag verschwindet, wenn man den Spannungsmesser um eine Anzahl stromdurchflossener Drähte kreisförmig vollständig zusammenschließt, und man hat damit ein einfaches Mittel, den Spannungsmesser direkt auf Amperewindungen zu eichen. Zur Erprobung ihrer Methode, und zur Bestimmung des Einflusses von gewissen Fehlerquellen (Ungleichmäßigkeit der Wicklung, des Querschnitts usw.) führten die Verfasser mehrere Versuche an einzelnen von einer Magnetisierungsspule umschlossenen Blechbündeln und an solchen in der bekannten quadratischen Anordnung nach *Epstein* aus, die recht befriedigende Resultate gaben. Die Methode wird voraussichtlich neben vielem anderen besonders gute Dienste leisten zur Messung der für irgendeinen Teil des magnetischen Kreises einer Dynamomaschine usw. aufgewendeten Amperewindungszahl, wofür bis jetzt noch keine brauchbare

Methode existiert, zur Messung von Wechselstromspannungen usw.

H. Faßbender und E. Hupka: Magnetische Untersuchungen im Hochfrequenzkreis. (Mitteilungen aus der Phys.-Techn. Reichsanstalt.) Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie 6, 133—146; 1912.

Daß für niedrige Frequenzen von der Größenordnung von etwa 50 Perioden pro Sekunde die Magnetisierungskurve noch ganz den Charakter der statischen, bei ganz langsamen Wechseln, behält und die Abweichungen nur durch die unvermeidlichen Wirbelströme hervorgebracht werden, welche die Schleife verbreitern und abrunden, ist durch mehrfache, eingehende Untersuchungen sichergestellt und auch für beträchtlich höhere Periodenzahlen sehr wahrscheinlich gemacht. Ob aber dieselben Schlüsse noch gültig sind für Periodenzahlen von 100 000 und mehr in der Sekunde, wie sie die drahtlose Telegraphie verwendet, oder ob etwa hierbei auch noch Viskositätserscheinungen des Eisens usw. eine Rolle spielen, ist noch ganz ungewiß. Angesichts der gerade für Hochfrequenzmaschinen außerordentlichen Wichtigkeit dieser Frage haben die Verfasser mit Erfolg versucht, sie der Lösung wenigstens näher zu bringen.

Die Verfasser gehen zunächst darauf aus, auch im Hochfrequenzkreise die bei niedrigen Frequenzen üblichen Aufnahmen zueinander gehöriger Strom- und Spannungskurven zu ermöglichen, aus denen sich dann die Hystereseschleife konstruieren läßt. Die notwendigen Schwingungen liefert der Poulson-Bogen; als Kurvenindikator dient, da die mechanischen Oscillographen bei Frequenzen oberhalb von 10 000 zu große Trägheit besitzen, die Braunsche Röhre.

Bei niedrigen Frequenzen pflegt man von einer schon durch die Wechselstrommaschine meist angenähert gegebenen sinusförmigen Spannungskurve auszugehen, aus der sich dann durch Integration die Induktion berechnen läßt ($e = -C \frac{\partial \mathfrak{B}}{\partial t}$), während die Form der

Stromkurve, welche der Feldstärke \mathfrak{H} proportional ist, infolge der Hysterese des Eisens starke Verzerrungen erleidet. Die Verfasser verfahren aus praktischen Gründen umgekehrt; sie sorgen für eine möglichst vollkommene Sinusform der Stromkurve und erhalten dann natürlich eine stark verzerrte Spannungskurve. Dies wird dadurch erreicht, daß in dem eigentlichen Magnetisierungsstromkreis, welcher die aus dünnem Blech oder Draht hergestellte, ringförmige Magnetisierungsprobe enthält, eine große Selbstinduktion und eine variable Kapazität eingeschaltet wird. Von dem sinusförmigen Charakter des Stromes überzeugt man sich, indem man einen Sekundärkreis nacheinander auf die Grundschwingung und die einzelnen Oberschwingungen abstimmt. Die effektive Spannung am Ring wird mit einem Elektrometer, die effektive Stromstärke mit einem Hochfrequenz-Strommesser bestimmt.

Die zur Aufnahme der Stromspannungskurven bestimmte Braunsche Röhre ist zur Erzielung geeigneter elektrostatischer Felder mit zwei senkrecht zueinander orientierten Plattenpaaren versehen. Das eine derselben steht in Verbindung mit den Enden der Ringwicklung, das von ihm hervorgerufene Feld ist also proportional der Spannung; das andere ist verbunden mit der Selbstinduktionsspule, die, wie der Strom, ein sinusförmiges, aber gegen diesen um 90° verschobenes Feld liefert. Unter der gleichzeitigen Wirkung beider Plattenpaare beschreibt der Kathodenstrahl der Braunschen Röhre eine Art von Lissajouscher Figur, die photographisch fixiert und in bekannter Weise zur Konstruktion der Spannungskurve verwendet wird.

Ein Teil der Spannung rührt nun von den innerhalb

der Magnetisierungsspule, aber außerhalb des Eisens verlaufenden Kraftlinien her; dieser ist in Phase mit dem Strom und muß daher zur Bestimmung der reinen Spannungskurve des Eisens geometrisch subtrahiert werden. Aus der Vergleichung des aus der Spannungskurve gewonnenen effektiven Wertes der Spannung mit dem vom Elektrometer gelieferten Wert ergibt sich der absolute Maßstab der Kurve, aus der in Verbindung mit der sinusförmigen Stromkurve die Hystereseschleife konstruiert werden kann. Diese zeigt, wie aus einem Beispiel hervorgeht, keine scharfen Spitzen, sondern abgerundete Ecken; ihr Flächeninhalt entspricht dem Hysteresepius dem Wirbelstromverlust. Beide Arten von Verlust reinlich voneinander zu scheiden, ist dringend erforderlich, aber schwierig namentlich infolge des Skineffekts der Wirbelströme, der eine ungleichmäßige Verteilung der Induktion über den Querschnitt der Bleche oder Drähte bewirkt und sich bei so hohen Wechselzahlen auch noch in sehr dünnen Proben störend bemerkbar machen dürfte. Inwieweit die angegebene Methode imstande ist, diese und ähnliche Schwierigkeiten zu überwinden, werden spätere Messungen der Verfasser zu erweisen haben.

E. Gumlich, Charlottenburg.

Simonson, Emil, Der Organismus als kalorische Maschine und der zweite Hauptsatz. Charlottenburg, Paul Baumann. 1912. M. 5.—.

Es ist ein sehr erfreuliches Zeichen für die allmähliche Durchdringung der biologischen Wissenschaft mit physikalischem, speziell energetischem Geiste, daß sich, seit den bahnbrechenden Arbeiten von Rubner und Atwater, die Zahl der Schriften immer mehr steigert, in denen die beiden Hauptsätze der Thermodynamik auf die Prozesse im lebenden Organismus angewandt werden. Daß dabei ein gut Teil minderwertigen Materials zum Vorschein kommt, darf nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, daß solche Untersuchungen eine gleich gute physikalische und biologische Durchbildung zur Voraussetzung haben, und daß diese in dem hastenden Betriebe des ärztlichen und selbst des biologischen Studiums nur von vielen Einer sich anzueignen Zeit und Kräfte findet. Zu denjenigen, welchen das gelungen ist, gehört zweifellos der Verfasser des vorliegenden Buches, der selbst Arzt ist. Aber die festgestellte Schwierigkeit erstreckt sich von dem Autor herüber zum Referenten; und es ist schwer zu sagen, wer der Berufene sei, ein solches Buch zu beurteilen: der Biologe oder der Physiker. Dem Biologen liegt natürlich das ganze Einzelmateriale von Tatsachen und Auffassungen, um die es sich handelt, viel näher als dem Physiker; dieser aber wieder ist in viel höherem Grade oder vielleicht allein imstande zu beurteilen, ob die thermodynamischen Grundlagen richtig erfaßt und sinngemäß auf die Probleme, die abgehandelt werden, angewandt sind. Das ist nun bei Simonson bis auf einen ganz allgemeinen Punkt, der erst am Schlusse erwähnt werden soll, durchaus der Fall, und deshalb liest sich seine Schrift, auch wenn man sich nicht immer mit ihm einverstanden erklären kann, mit Genuß und Befriedigung.

Von den vier Kapiteln des Buches betrifft das erste das allgemeine Problem, während die drei anderen sich speziellen Ausgestaltungen zuwenden; nach dem Grundsatz dieser Zeitschrift wird es sich daher empfehlen, gerade über dieses erste Kapitel etwas ausführlicher zu sein. Die Frage lautet: Ist der Organismus, insbesondere der Mensch, eine kalorische Maschine? Wohlverstanden, diese Frage hat mit der bekannten „Maschinen-theorie des Lebens“ nichts zu tun, der Nachdruck liegt gar nicht auf dem Worte „Maschine“, sondern auf dem Worte „kalorisch“; die Frage könnte auch auf die Form

gebracht werden: Erfüllt die Tätigkeit des Organismus den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, wonach der Wirkungsgrad lediglich durch die Temperaturen von Kessel und Kühler bestimmt ist? Wenn dies der Fall ist, so gibt es einige sehr einfache Kriterien: erstens muß der Wirkungsgrad des Menschen sehr gering sein, weil die Differenz zwischen Maximal- und Minimaltemperatur sehr gering ist; und zweitens muß dieser Wirkungsgrad verschieden sein, je nach der Maximaltemperatur und je nach der Minimaltemperatur. Die Erfüllung aller dieser Forderungen ist von biologischer Seite bestritten worden, und alle werden unter Widerlegung der betreffenden Einwände von *Simonson* aufrechterhalten. Man hat geglaubt, Wirkungsgrade bis zu 30 und 40 Prozent feststellen zu können; *Simonson* zeigt, daß bei richtiger Fassung der Vorgänge und richtiger Berechnung im allgemeinen nur wenige, im äußersten Falle etwa 5 Prozent herauskommen. Man hat ferner darauf hingewiesen, daß die Arbeitsleistung in großer Kälte und großer Hitze dieselben Werte annimmt; *Simonson* leugnet dies oder führt es auf den Einfluß besonderer Faktoren zurück, die dem Organismus trotzdem den Charakter einer kalorischen Maschine nicht rauben; besonders spielt in diesen Fragen die Unterscheidung zwischen dem Muskel als solchem und dem Muskel als Teil des Gesamtorganismus eine wichtige Rolle. Endlich ist für die dritte Forderung natürlich das Studium der Verhältnisse beim Fieber von großer Wichtigkeit.

Hiernach wird man verstehen, daß nun die folgenden Kapitel sich bestimmten Spezialproblemen zuwenden, nämlich das nächste dem Problem: *Mechanik und Energetik des Muskels*, wobei dieser hier ganz für sich betrachtet wird. Hier ist allerdings zuzugeben, daß es sich nicht um eine kalorische Maschine handelt, sondern um eine einfache Maschine im Sinne der Mechanik; der Muskel verhält sich zum Organismus wie die Kolbenstange zur Dampfmaschine; sein Wirkungsgrad besagt noch gar nichts für den des gesamten Systems; es genügt für das Verständnis der zur Diskussion stehenden Phänomene vollkommen, insbesondere für die Bedeutung des Fiebers (von der der Verfasser zu seinen Erörterungen geführt wurde), wenn man das letztere als kalorische Maschine auffaßt.

Von diesem, dem *Fieber*, ist nun im dritten Kapitel die Rede, und zwar wieder in seiner Beziehung zum zweiten Hauptsatz und mit dem Endziel des Nachweises der Heilwirkung des Fiebers durch Erhöhung der Kesseltemperatur, also durch Steigerung des Temperaturgefälles.

Das umfangreichste Kapitel ist das letzte, das sich mit der von *Bircher-Benner* begründeten *Energetik der Ernährungstherapie* befaßt. Auf das spezielle Thema dieses Kapitels kann hier nicht eingegangen werden (vielleicht tut das gelegentlich ein Biologe); es sei nur hervorgehoben, daß die Frage eine große Rolle spielt, ob es, unter Wahrung des zweiten Hauptsatzes, im einzelnen Steigerung der freien Energie geben könne; vom Standpunkte der physikalischen Chemie ist das eigentlich selbstverständlich.

Und damit kommen wir auf die eingangs angedeutete Schlußbemerkung: muß nicht zuerst die Frage der Gültigkeit des Entropiesatzes für den lebenden Organismus ernsthaft in Angriff genommen, d. h. bis auf die elementaren Prozesse in der Zelle zurückverfolgt werden, bis auf Prozesse, die sich dem Grenzfalle umkehrbarer Prozesse, für die allein doch die Entropie eine quantitativ bestimmte Größe ist, am meisten nähern? Und zugleich auf Prozesse, die von jener Feinheit der zugrunde liegenden Konfiguration und ihrer Änderungen sind, daß, wie schon *Helmholtz* vermutete, der Satz von der

Unmöglichkeit, Wärme zu Arbeit zu steigern, ungeordnete Bewegung in geordnete überzuführen, hinfällig wird? Es ist zuzugeben, daß diese Untersuchung weit aus schwieriger sein wird als die entsprechende für den Energiesatz, und daß die Wege zur Lösung erst noch aufgefunden werden müssen; aber irgendwie geschehen muß das einmal. Erst dann wird man von neuem und auf besserem Grunde synthetisch aufsteigen können zu den Organen und schließlich zum Organismus und seinem entropischen bzw. ektropischen Verhalten.

Felix Auerbach, Jena.

Börnstein, Richard und Roth, Walter A., Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen. Vierte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Unter Mitwirkung von Fachgelehrten und mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. Mit dem Bildnis *H. Landolts*. Berlin 1912. Julius Springer. Preis in Moleskin geb. M. 56.

In einer Fachzeitschrift für Physiker oder physikalische Chemiker würde die Mitteilung der Tatsache ausreichen, daß das jedem vertraute Hilfsmittel in abnormals gesteigerter Brauchbarkeit zur Verfügung steht. Es dürfte aber auch bei einem weiteren Leserkreis Interesse finden, wenn auf die Art und Bedeutung eines Werkes hingewiesen wird, das von einer besonderen Seite her einen Einblick in die Technik der modernen Forschung gewährt.

Denn auch hier hat sich eine besonders geartete Technik herausgebildet mit dem Ziel aller Technik: einen bestimmten Effekt auf möglichst ökonomischem Wege bezüglich des Aufwandes an Energie und an Zeit zu erreichen. Wirksam gewesen ist dabei einerseits die Reaktionsgeschwindigkeit, mit welcher — durch den Wettkampf immer neu Hinzutretender gefördert — die theoretische Forschung selbst vorwärts drängt und wirksam war andererseits die Erkenntnis, daß die rationelle Lösung gewisser rein technischer Aufgaben auch nur geschehen kann nach Bewältigung bestimmter theoretischer Probleme, die also zielbewußt mit dem Wunsche nach rascher Erledigung in Angriff genommen werden.

Der Stolz, mit dem ein Forscher die primitiven, selbst hergestellten Apparate zeigte, mit denen er seine Ergebnisse erhalten hatte, gehört einer vergangenen Zeit an. Heute weist man — wenn irgend möglich — bereits den Anfänger auf den Gebrauch des für seinen bestimmten Zweck vollkommensten Apparates hin und sieht darin einen Gewinn an Zeit und Arbeitskraft. Und wie gegenüber den experimentellen Hilfsmitteln, so gilt auch gegenüber den Ergebnissen des Experiments der Grundsatz, daß jedem Forscher das, was vor ihm für seinen Zweck Dienliches bereits erledigt worden ist, in möglichst bequem zugänglicher Form zu Gebote stehen soll.

Von solchen Erwägungen ausgehend, hatte *Landolt* eine Reihe von Tabellen zunächst für den Gebrauch bei physikalisch-chemischen Experimentalarbeiten zusammengestellt und als sich deren Nützlichkeit erwiesen hatte, sie zusammen mit *Börnstein* erweitert zur ersten Auflage (1883) des vorliegenden Werkes. Es umfaßt zwei Gruppen von Angaben. Die erste, kleinere enthält in bequemer Form Tabellen für beständig wiederkehrende Reduktionsrechnungen, so für die Reduktion von Wägungen auf den leeren Raum, für die Reduktion gemessener Drucke auf Normaldruck. Den umfangreicheren Teil bildet eine Zusammenstellung der wichtigsten physikalischen und chemischen Konstanten, das heißt der Kenntnisse unserer Zeit auf diesen Gebieten, soweit sie sich zum Ausdruck in Maß und Zahl verdichtet haben. Die dabei notwendige Auslese will naturgemäß solche

Gruppen von Daten umfassen, auf welche die Weiterforschung am häufigsten zurückzugreifen genötigt ist. Und man darf es der Neuauflage gegenüber wohl aussprechen, daß eine Abstimmung unter den in Betracht kommenden Forschern über die zu treffende Auswahl — bei aller Abweichung im einzelnen — ein mittleres Resultat zeitigen müßte, das von dem verwirklichten kaum wesentlich abweichen würde.

An Tabellen über Elastizität, Festigkeit, Kompressibilität, Zähigkeit, Kapillarität der Stoffe reihen sich Angaben über Dichte, Schmelz- und Siedepunkte von Elementen und Verbindungen. Es folgen Daten zur Thermometrie und die Ausdehnungskoeffizienten aller hier in Betracht kommenden Stoffe. Sodann Tabellen über die Sättigungsdrucke, die kritischen Daten und über das chemische Gleichgewicht, worunter auch die Löslichkeit der Stoffe in anderen fällt. Bei den Schmelz- und Erstarrungserscheinungen insbesondere für das Gebiet der Metallegierungen tritt an die Stelle der Zahlentabellen die graphische Darstellung. Das in jüngster Zeit praktisch so erfolgreich bearbeitete Gebiet ist hier für den mit dem Lesen solcher Diagramme Vertrauten in bequem überschaubarer Form zusammengefaßt. Wie dieses Kapital besonders von der Technik zu Rate gezogen werden dürfte, so wird die theoretische Forschung unserer Tage besonders häufig Anlaß finden zurückzugreifen auf die Zusammenfassung der in den letzten Jahren wesentlich erweiterten Ergebnisse über die spezifische Wärme, aus denen weittragende Schlüsse gezogen worden sind und die die Grundlage für die zunächst zu erhoffenden Fortschritte geben. Es folgen die Ergebnisse der Molekulargewichtsbestimmungen nach den osmotischen Methoden und eine ausführliche und zum praktischen Gebrauch vortrefflich geordnete Wiedergabe thermochemischer Daten. Aus der Optik Tabellen über Absorption und Emission, Reflexion, Brechung und optische Drehung. Die Tabellen aus der Elektrizitätslehre betreffen in breiter Ausführllichkeit die elektrische Leitung metallischer und elektrolytischer Leiter; die elektromotorischen Kräfte galvanischer Ketten sind nach der von der Bunsengesellschaft herausgegebenen Übersicht zusammengestellt. Es folgen Thermokräfte, Dielektrizitätskonstanten und Funkenpotentiale. Sodann Radioaktivität und Magnetismus. Endlich Schallgeschwindigkeit und außerhalb der bis dahin festgehaltenen Einteilung: Mechanisches Äquivalent der Wärme und Lichtgeschwindigkeit. Hierzu kommen noch Tabellen über Maßeinheiten und Dimensionen und eine Zusammenstellung der Jahres- und Bandzahlen von Zeitschriften. Zahlreiche Tabellen sind gegenüber der dritten Auflage neu geordnet und erheblich vermehrt.

Streng innegehalten ist wieder das von Landolt aufgestellte Prinzip, durch welches der Benutzer des Werkes in der Lage ist, den Ursprung und die Zuverlässigkeit jeder aufgenommenen Zahl selbst zu prüfen: zu jeder findet sich die genaue Quellenangabe. (NB. Der Referent bemerkte zufällig, daß sie bei der Dielektrizitätskonstante zu den Angaben von Thornton S. 1212 fehlt.) Das Werk erscheint wieder — seiner Bedeutung für die Forschung entsprechend — mit Unterstützung der Preussischen Akademie der Wissenschaften. Die Neuauflage ist mit einem Bilde von Landolt geschmückt und der Benutzer des Buches wird gern der Mahnung folgen, dankbar des Mannes zu gedenken, der den Grund zu so nützlichem Werke gelegt hat.

Alfred Coehn, Göttingen.

Lloyd, R. E., *The Growth of Groups in the animal kingdom*. London, Longmans, Green and Co. 1912. 185 pg., 2 Tafeln. Preis 5 sh.

Das Buch enthält höchst interessante Beiträge zur

Frage der Entstehung der Arten. Der Verf., der seit langer Zeit in verschiedenen Stellungen in Britisch-Indien biologisch tätig ist, hat auch an dem großartigen Vernichtungskrieg gegen die Ratten, die Verbreiter der Pest, teilgenommen. Hierbei ergab sich die Gelegenheit zu eingehendem Studium der verschiedenen indischen Rattenarten, besonders der verbreitetsten *Mus rattus*. Das zur Verfügung stehende Material war ganz ungewöhnlich groß, da in vielen Orten Prämien auf die Einlieferung gefangener Tiere ausgesetzt und die vorgelegten Exemplare registriert wurden. Der Verfasser findet nun, daß in der gesamten Population von *Mus rattus* zahlreiche kleine Gruppen auftreten von wenigen Individuen bis zu 50 und mehr, die durch den Besitz eines oder mehrerer charakteristischer Merkmale ausgezeichnet und unter sich völlig gleich sind. In mehreren Fällen gelang es, die Herkunft dieser Tiere genau zu bestimmen und es erwies sich dann, daß alle gefangenen Exemplare aus dem gleichen Hause oder doch aus einem engumschriebenen Bezirke einer Stadt stammten. Verf. zieht daraus den wohl sicher berechtigten Schluß, daß es sich hier um Abkömmlinge eines Elternpaares handle, bei dem eine Abweichung vom normalen Typus vorgelegen habe. Da, wie des näheren ausgeführt wird, eine Einwanderung oder Einschleppung fremder Lokalvarietäten sehr unwahrscheinlich oder ganz ausgeschlossen ist, so handelt es sich um das plötzliche Auftreten von neuen Rassen, das vom Verf. auf Mutation zurückgeführt wird. Art und Zahl der abweichenden Charaktere ist sehr wechselnd, meist handelt es sich um Färbung und Zeichnung, seltener um Unterschiede im Körperbau. Gelegentlich stimmen diese Mutanten fast völlig mit Formen überein, die in entlegenen Gegenden, z. B. in Kaschmir oder im malayischen Archipel, als distinkte Spezies beschrieben sind.

Besondere Milieubedingungen sind, soweit ersichtlich, nicht für die Entstehung dieser Formen verantwortlich zu machen, auch ein Selektionswert läßt sich nicht finden. Besonders interessant ist nun, daß sich eine relativ sehr bedeutende Häufigkeit derartiger Mutanten ergeben hat. Überall tauchen einzelne Individuen oder kleine Gruppen abnormer Tiere auf, obwohl von der Gesamtpopulation Indiens an Ratten, die Lloyd in einem gegebenen Zeitpunkt auf zirka eine Milliarde schätzt, nur ein minimaler Teil zur Untersuchung gelangen konnte. Es zeigt sich also, daß in diesem Falle Mutation auch ohne erkennbare induzierende Verhältnisse eine recht häufige Erscheinung ist. Die Mutanten gehen offenbar in den meisten Fällen nach wenigen Generationen durch Kreuzung mit der Stammart wieder zugrunde, nur gelegentlich entwickelt sich eine von ihnen zu einer Lokalrasse, die u. U. die Stammart an Individuenzahl übertreffen kann. Der Verfasser erörtert nun die Bedeutung dieser Erscheinung für die Artbildung und vergleicht dabei seine Befunde mit den einzigen sich auf ein ähnlich umfangreiches Material stützenden, den Untersuchungen Towers an *Leptinotarsa*. Auch dort kommen unter normalen Bedingungen in der Freiheit zahlreiche Mutationen vor. Während Tower aber aus seinen Beobachtungen und Experimenten den Schluß zieht, daß diese Mutationen nicht zur Bildung neuer Species führen und führen können, weil sie unter den gegebenen Bedingungen unüberwindliche Hindernisse finden, bemüht sich Verf., aus ihnen den gegenteiligen Schluß plausibel zu machen, nach Ansicht des Ref. nicht ohne Erfolg. Er sieht also in derartigen Mutationen eine wichtige Quelle für die Bildung neuer „Gruppen“, wie er diese Einheiten nennt, die aber nur graduell von Arten verschieden sind, da die Zahl der Charaktere, in denen sich eine solche Mutantengruppe von der Stammform unterscheidet, sehr wechseln und

dementsprechend die ursprüngliche Artdiagnose mehr oder weniger verdunkeln kann.

Als ein zweites Beispiel von Mutationen werden die verschiedenen Typen eines Tiefseefisches, *Malthopsis lutea* angeführt, die teils gemischt an der gleichen Lokalität, teils identisch an weit entfernten Fundorten entdeckt sind.

In einem weiteren Abschnitt wird die Bedeutung der Mutation für die Pathologie erörtert. Einmal, wie dies schon öfter von anderer Seite geschehen ist, in dem Sinne, daß parasitäre Erkrankungen auf eine Mutation irgendwelcher Erreger zurückgeführt wird, die entweder ihre Virulenz ändert oder sie befähigt, andere Wirte zu befallen. Verf. erinnert dabei an das Beispiel des Nestorpapageis auf Neuseeland, der plötzlich die Gewohnheit annahm, lebende Weideschafe anzuhacken, sowie an die Eiablage der Lucilien, einer Fliegenart, die gelegentlich, dann aber unter Häufung der Fälle, die Körperöffnungen oder auch Wunden von Menschen und Tieren anstatt der sonst üblichen Orte wählen. Interessanter ist die Auffassung, daß organische Krankheiten, die ohne äußere Ursache auftreten, Mutationen darstellen. So werden besonders die Geisteskrankheiten, speziell die Formen der *Dementia praecox* als minderwertige Mutationen der *Species Homo sapiens* aufgefaßt.

Ein Kapitel über die Bedeutung des Artbegriffes leitet das Buch ein, ein zweites über den Wert der Selektionstheorie beschließt es. Verf. bekennt sich darin als Gegner der natürlichen Zuchtwahl, seine Ausführungen weisen, wie er selbst im Vorwort sagt, Beziehungen zu *Bergson* auf, doch ist dies Kapitel geschrieben, bevor der Verf. *Bergsons* Werk kennen lernte.

Auch abgesehen von dem wertvollen Tatsachenmaterial enthält das Buch manche interessante und anregende Gedanken, wenn auch die Anschauungen des Verf. oft zu Widerspruch herausfordern werden.

Steche, Leipzig.

Rádl, Em., Neue Lehre vom zentralen Nervensystem.

Mit 100 Abbildungen im Text. VII und 496 S. Gr. 8°. Leipzig, W. Engelmann 1912. Preis geheftet M. 12.

Schon in seiner Geschichte der biologischen Theorien (1905, 1909), sympathisiert *Rádl* mehr mit den idealistischen Morphologen vom Beginn des vergangenen Jahrhunderts als mit den vergleichenden Anatomen der Haeckel-Gegenbaurschen Schule, die der Überzeugung huldigen, daß das Zurückführen jedes Organismus und jedes Körperteils auf die mutmaßlichen einfacheren Verfahren einen höheren Wert besitzt als andere Erklärungen. In dem einleitenden Kapitel des vorliegenden Buches gibt er nun den Entwurf einer erneuten idealistischen Morphologie, um in den folgenden zehn Kapiteln den Aufbau des Nervensystems und der optischen Sinnesorgane bei Wirbellosen und Wirbeltieren im Lichte seiner Ideen darzustellen. Der unbestreitbare Wert von *Rádls* Werk liegt darin, daß in ihm eine in ihren Voraussetzungen und ihren Zielen geklärte Methodik ihre folgerichtige Anwendung erfährt. Auch wenn die lebendig und fesselnd vorgetragenen Ideen nicht für sich gewinnen, der wird die durch sie bedingte Betrachtungsweise vielleicht nicht billigen, aber doch ihre Möglichkeit zugeben müssen.

Die Aufgabe der Morphologie ist die Ermittlung der Gesetze, die sich aus der Lagebeziehung der Teile ergeben. Als selbständige Wissenschaft beschreibt die Morphologie weder Zellen noch Zellkomplexe und Zellprodukte. Sie stellt weder Stammbäume auf, noch bemüht sie sich um die Begründung eines natürlichen Systems. Sie forscht auch nicht nach den Ursachen der

organischen Bildungen. Wie der Kristallograph einen Kristall, wie der Architekt einen Dom, wie der Geometer eine regelmäßige Figur betrachtet, so sieht der Morphologe die organischen Körper an. Er kümmert sich nicht um das Material, aus dem sie aufgebaut sind, sondern er will das Strukturprinzip ermitteln, nach dem das Material zu einem Ganzen zusammengestellt ist. „Der Phylogenetiker sieht in jedem Tier und in jedem Organ eine Summe vererbter Erwerbungen, die äußerlich aneinander haften; der Entwicklungsmechaniker betrachtet wieder die Organismen als Produkte gewisser Kräfte; für den Morphologen stellt dagegen jeder Organismus eine Einheit dar, deren Teile so innig zusammenhängen, daß jeder Teil notwendig durch die anderen Teile bestimmt ist; ebenso wie die Elemente eines Kreises durch seinen Radius gegeben sind.“ (p. 74, 75.)

Diese „rationelle“ Morphologie muß ihren Inhalt nach Begriffen ordnen, die für alle Organismen gelten. Unterscheidungen wie Wirbeltiere, Wirbellose; Würmer usw. können für sie keine Einteilung abgeben. Ihr kommt es vielmehr darauf an, die Strukturelemente des organischen Körpers überhaupt zu finden. Zellen, Gewebe, Organe u. dgl. stellen nur Dinge, nur Material dar, das erst begrifflich analysiert werden muß. Ein morphologischer Begriff ist z. B. das Segment des Körpers der segmentierten Tiere, wenn man es abstrakt, d. h. als eine Struktur mit bestimmten, bestimmt orientierten Teilen nimmt, die sich nach einem Gesetze im Körper wiederholt. Eine wichtige Abteilung der Morphologie wird die Lehre von der Koordination und Subordination der Eigenschaften bilden, da die einzelnen Eigenschaften nicht nach derselben Art zur Einheit des Individuums verbunden sind. So ist z. B. die Körpergröße eines Käfers von Art zu Art veränderlich, während die Struktur der Käferfühler sich innerhalb ganzer Familien erhält oder gar die Gliederung des Käferfußes sich erst mit den Unterordnungscharakteren verändert. Die Analyse der Symmetrie der organischen Körper wird ebenfalls einen Abschnitt der Morphologie bilden, wie sie ja auch in der alten idealistischen Morphologie eine bedeutende Rolle spielte.

Ist die Morphologie eine selbständige Wissenschaft, so muß sie nach einer selbständigen Methode arbeiten und darf ihre Probleme und Erklärungen nicht anderen Wissenschaften entleihen. Bei den morphologischen Untersuchungen stellt die vergleichende Methode das einzige Mittel der Forschung dar, die in der Hervorhebung der Ähnlichkeiten in verschiedenen Erscheinungen und in der Verfolgung ihrer Gesetzmäßigkeiten besteht. Jede Struktur muß wieder auf eine Struktur zurückgeführt werden, bis man auf die allgemeinsten, weiter nicht mehr analysierbaren Strukturgesetze gelangt. „Den Körper des Regenwurms morphologisch analysieren, heißt dessen Plan ermitteln, seine Symmetriegesetze angeben, die Zusammensetzung aus Segmenten einem Gesetz unterordnen, dem die Stellung eines jeden Segments untergeordnet wäre, wie jeder Punkt einer Kurve ihrer Gleichung. Ein ideales Segment müßte aufgestellt werden, und die Orientierung der Organe in ihm müßte ebenso aus einem Gesetz abgeleitet werden können, aus einem Gesetz, das uns die Unmöglichkeit jeder anderen Orientierung der Organe im Regenwurmkörper einsehen ließe.“ (p. 82.)

Das sind die Grundzüge von *Rádls* rationaler Morphologie. Den allgemeinen Strukturgesetzen des Nervensystems, die für alle Tiere ohne Unterschied ihrer systematischen Stellung gelten, widmet *Rádl* nun sein Werk. Was er hier auf breiter Grundlage ausführt, läßt sich schon deshalb nicht in wenigen Sätzen aufzählen, weil die Fülle des bei weitem noch nicht völlig bewältigten Stoffes, aber auch die neue Problemstellung

selbst den Verfasser mehrmals zwingen, oft nur neue Fragen aufzuwerfen, ohne eine bestimmte Antwort geben zu können.

Die Betrachtung der verschiedenen Formen der Sehorgane lehrt nach *Rádl*, daß sie nicht „oberflächliche und zufällige Produkte vorstellen, die von der Umgebung in den Körper nach den Vorschriften der physikalischen Optik eingezeichnet wurden“ (p. 181). Sie lassen sich vielmehr morphologischen Gesetzen unterordnen. Die größte Anzahl der Augen gehört zwei Sehphären an, der seitlichen und der Scheitelsphäre, die beide eine Tendenz zu einer dreifachen Anlage aufweisen. Außerdem gibt es über größere Körperflächen unregelmäßig zerstreute Sehorgane, die vorläufig einer flächenhaft ausgebreiteten und wenig differenzierten Sehphäre zuzuteilen sind.

„Das Ganglion ist (nach *Rádl's* Definition) ein nervöses Organ von charakteristischer Form, aus dem Nervenfilz von Ganglienzellen erbaut; der Nervenfilz bildet verschiedene für die Ganglien verschiedener Bedeutung charakteristische Strukturen und ist von verschiedener Dichte; Nervenfasern treten in die Ganglien hinein und aus ihnen heraus. Nervenfasern gleicher Bedeutung dringen in das Ganglion und verlaufen in ihm auf eine ähnliche Art und alle im Ganglion liegenden Nervenfasern sind im Raume nach bestimmten Gesetzen geordnet“ (p. 218).

Bei aller Verschiedenheit der Sehzentren einzelner Tierklassen lassen sich überall, wo diese Ganglien einen bestimmten Differenzierungsgrad erreicht haben, an ihnen gewisse gemeinsame Züge erkennen: „Überall fanden wir in den optischen Ganglien zwei aufeinander senkrecht stehende und in Schichten angeordnete Fasersysteme, zu denen meistens noch als ein drittes System die überall in derselben Weise orientierten Kommissurfasern hinzutreten. Aus diesen Fasergattungen aufgebaut, liegen hinter dem Auge in einfacheren Fällen ein, in komplizierteren zwei, drei, bei den Wirbeltieren noch mehr optische Zentren, Organe, deren Masse im Raume in charakteristischer Weise verteilt ist, in welcher die Fibrillen an jeder Stelle in einer für diese Stelle charakteristischen Richtung verlaufen“ (p. 301).

Der Verlauf der Nervenfasern oder der Nervenfibrillen soll kein zufälliger sein, der im wesentlichen damit erschöpft wäre, zwei getrennte Gebiete im Körper innereinander zu verbinden. „Die Nervenfibrillen sind weniger den Telegraphendrähten, als vielmehr den Saiten eines Instruments zu vergleichen; nicht nur ihr Anfang und ihre Endigung, sondern auch ihre gegenseitige Anordnung im Raume sind für sie charakteristisch“ (p. 363). „Sobald sie . . . an ein Zentrum herantreten, laufen die einzelnen Fibrillen wie Ströme eines mehrstufigen und höchst regelmäßig konstruierten Wasserfalls in einer Reihe von Kaskaden und dringen in das Ganglion, um hier dasselbe Spiel in einem verkleinerten und komplizierteren Maßstabe fortzusetzen. Die Kaskade darf man sich nicht als zufällige oder unregelmäßige Krümmungen der Nervenfibrillen vorstellen; das Wesentlichste derselben beruht darin, daß der Ort der Knickung für jede Fibrille und wahrscheinlich auch ihre Länge zwischen den einzelnen Krümmungen einem Gesetze gehorcht“ (p. 364).

In analoger Weise versucht *Rádl* weiter noch die invertierten Nervenbahnen und Ganglien (die zentrifugale Bahn verläuft entgegengesetzt der Richtung, die die zentripetale Bahn innerhalb des Ganglions einnimmt), die lichtempfindliche Schicht des Auges, die Nervenkreuzungen und die Länge der Nervenbahnen als durch allgemeine Gesetzmäßigkeiten bedingt darzulegen.

Hier müssen wir uns mit den gegebenen Andeutungen und dem Hinweis auf das Original begnügen.

Nur noch eines. Unter den interessanten Bemerkungen zur allgemeinen Biologie, die *Rádl* überall einstreut, scheint ihm neuerdings die besonders am Herzen zu liegen, die er einmal mit den Worten „Der Darwinismus ist tot“ (p. 480) ausspricht. Die Triumphe der modernen Physiologie und die Aussicht auf seine „rationelle“ Morphologie wollen ihm genetische Betrachtungen nur noch wenig aussichtsvoll erscheinen lassen. Der Vorwurf der methodischen Unreinheit trifft den nicht näher präzierten Darwinismus sicher mit Recht; aber der Kern der Sache ist damit noch nicht in seiner Bedeutung erkannt. Ich erinnere *Rádl* an die Stelle seiner Geschichte der biologischen Theorien, wo er sagt (Bd. II, p. 539), „daß der Darwinismus doch nicht so leicht zu widerlegen, so leicht an seiner Wurzel zu fassen ist, wie es scheinen möchte. Wer weiß, welche Tiefen spätere Generationen in dem Darwinismus entdecken werden, die uns, die wir ihm zu nahe stehen und denen nur die ersten kritischen Anläufe zu einem abschließenden Urteil zu Gebote stehen, verschleiert sind?“

J. Schaxel, Jena.

v. Linden, M., Die Assimilationstätigkeit der Schmetterlingspuppen. Leipzig 1912, Veit & Co. 164 S. 8°. M. 4,50.

Seit einer Reihe von Jahren ist die Verfasserin mit Versuchen über den Gaswechsel der Schmetterlingspuppen beschäftigt und hat in einer Reihe einzelner im „Archiv für Anatomie und Physiologie“ veröffentlichter Mitteilungen über ihre Befunde berichtet. Als Ergebnis der Beobachtungen stellte sich heraus, daß die ruhenden Puppen der untersuchten Arten — verschiedener Tagfalter, Schwärmer, Spinner und des Brennesselwicklers (*Botys urticae*) in kohlenoxydreicher Luft in vielen Fällen etwas Kohlenoxyd aufnehmen und Sauerstoff abgaben, daß also ihr Gaswechsel dem chlorophyllgrüner Pflanzen vergleichbar war. Die Versuchsanordnung, über die Fr. v. Linden unter Beigabe erläuternder Abbildungen eingehend berichtet, macht den Eindruck, daß wohl alle Fehlerquellen nach Möglichkeit berücksichtigt wurden; immerhin macht die naturgemäß sehr geringe Menge des in den einzelnen Fällen aufgenommenen oder ausgeschiedenen Gases ein sicheres Urteil oft schwer. Andererseits ist die Feststellung einer CO₂-Assimilation seitens hochorganisierter Tiere für die Gesamtaufassung des tierischen Stoffwechsels so wichtig, daß eine weitere Nachprüfung erwünscht erscheint. Es ist daher dankenswert, daß Fr. v. Linden die in ihren früheren Veröffentlichungen versprochenen Befunde jetzt, da sie zu einem vorläufigen Abschluß gelangt ist, im Zusammenhang und in übersichtlicher Form noch einmal behandelt und so leichter zugänglich gemacht hat. Da die Versuche selbst z. T. schon um mehrere Jahre zurückliegen — sie begannen im Jahre 1909 — so seien hier nur die allgemein wichtigen Ergebnisse kurz zusammengefaßt.

Überblickt man die große Zahl der gasanalytischen Versuche, durch die die Verfasserin den während einiger Stunden an ihren Versuchspuppen in CO₂-reicher Luft hervorgerufenen Gaswechsel prüfte, so findet sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine Verminderung des CO₂- und eine entsprechende Vermehrung des O-Gehaltes. Diese Veränderung erwies sich, wie bei den chlorophyllhaltigen Pflanzen, abhängig von der Belichtung; im Dunkeln ausgeführte Versuche zeigten, wie bei den Pflanzen, das umgekehrte Ergebnis, indem hier nur geatmet wurde. Weiterhin erwies sich der CO₂-Gehalt der Luft als bedeutungsvoll, indem mit dem Steigen dieses auch die CO₂-Absorption zunahm, ohne daß

jedoch hier ein ganz bestimmtes Gesetz sich hätte nachweisen lassen. Kontrollversuche in atmosphärischer Luft von normaler Zusammensetzung, die mit Hilfe der Engelmanschen Bakterienmethode und der Hoppe-Seylerschen Hämoglobinemethode ausgeführt wurden, ließen gleichfalls eine Sauerstoffausscheidung seitens der Puppen erkennen. Nicht nur die verschiedenen Arten, sondern auch die Individuen zeigten ein etwas verschiedenes Verhalten, auch scheinen Alter und physiologische Disposition von Einfluß zu sein. Da der normale Atmungs Vorgang, dessen Einfluß auf die Zusammensetzung der Luft gerade umgekehrt ist, den Assimilationsvorgang mehr oder weniger verdeckt, so sind die Perioden weniger intensiver Atmung, wie sie z. B. bei jüngeren Puppen vorliegen, zur Beobachtung der Assimilation besonders günstig. Die gasanalytische Untersuchung ließ in vielen Fällen auch eine Aufnahme des atmosphärischen Stickstoffs erkennen.

Um nun die Bedeutung dieser assimilatorischen Vorgänge für die Puppen weiter aufzuklären, wurde zunächst festgestellt, daß die Trockensubstanz der in CO₂-reicher Luft gehaltenen Individuen gegenüber der der in normaler atmosphärischer Luft gehaltenen Tiere vermehrt erschien. Elementaranalysen ergaben für erstere einen nicht nur relativ, sondern auch absolut höheren C-Gehalt; genauere Bestimmung ergab eine Zunahme an Eiweißstoffen, Fett und Zucker bei geringerem Gehalt an Lecithin, Glykogen und Nuclein, doch zeigte die Berechnung, daß die erstgenannten Substanzen nicht etwa durch Umwandlung der letztgenannten gebildet sein konnten, da deren Menge hierzu nicht ausreichend war. So scheint auch dies für eine Substanzaufnahme während der Puppenruhe zu sprechen. Eine Bestätigung für die Beobachtungen der Verfasserin liefern die etwa gleichartig angestellten Versuche von *Vaney* und *Maignon*, die bei Puppen des Seidenspinners, die in normaler Atmosphäre sich befanden, eine Zunahme der Kohlehydrate und eine Verminderung des Fettgehalts feststellten, aber ebenfalls die Zunahme größer fanden als den Verlust. Auch wurde von diesen Forschern in einzelnen Fällen eine gleichzeitige Vermehrung beider Substanzgruppen beobachtet. Indem *Frl. v. Linden* also zu dem Schluß kommt, daß bei Puppen auch unter normalen Bedingungen eine Substanzvermehrung durch Assimilation von Kohlenoxyd und Stickstoff erfolge, daß diese nur neben dem entgegengesetzten Prozeß der Atmung schwer festzustellen sei, folgert sie weiter, daß auch den übrigen Tieren die Fähigkeit eines assimilatorischen Gaswechsels nicht fehlen werde, daß jedoch die Feststellung dieser Vorgänge um so schwerer sei, je größer die aktive Beweglichkeit und damit auch das Atmungsbedürfnis ist. Gerade aus diesem Grunde seien die ruhenden Schmetterlingspuppen besonders günstige Objekte; übrigens wurde auch schon für manche Winterschläfer (Schnecken, Murmeltiere) eine Gewichtszunahme während dieser Ruhezeit festgestellt.

R. v. Hanstein, Gr. Lichterfelde.

Pincussohn, L., Medizinisch-chemisches Laboratoriums-Hilfsbuch. Verlag F. C. W. Vogel. Leipzig 1912.

Das Medizinisch-chemische Laboratoriums-Hilfsbuch von *Pincussohn* soll, wie der Verfasser in der Vorrede hervorhebt, zweierlei Zweck erfüllen: es soll für den Anfänger eine Unterweisung in Fragen der Laboratoriumstechnik sein, für den Fortgeschrittenen soll es aber auch als Nachschlagebuch dienen können. Es enthält eine Reihe allgemeiner chemischer Laboratoriumsvorschriften, die für biologisches Arbeiten wichtigsten physikalisch-chemischen Methoden, desgleichen Grund-

züge der chemischen Analyse und in ausführlicherer Weise die meisten für die Untersuchung biochemisch wichtiger Substanzen allgemein üblichen Methoden. Es lehnt sich, wie öfters hervorgehoben wird, an die ausführlichen Handbücher an, die in den letzten Jahren von *Abderhalden* und von *Neuberg* herausgegeben worden sind; den zweiten Teil des Buches bilden Tabellen, sowohl die wichtigsten physikalisch-chemischen Daten, als auch die Zusammensetzung physiologisch-chemisch wichtiger Substanzen, der Organe, Körperflüssigkeiten, Sekrete und Exkrete sowie Nahrungs- und Genußmittel enthaltend, die vorwiegend dem Oppenheimerschen Handbuch der Biochemie und dem Werk von *König* entnommen sind. So stellt es eine handliche Auswahl und Zusammenstellung aus jenen größeren Werken dar und bietet die Bequemlichkeit, daß man, um gewisse Vorschriften oder Tabellen nachzuschlagen, nicht erst zur Laboratoriumsbibliothek greifen muß.

Was nun die Absicht des Verfassers anbetrifft, dem Anfänger und Unerfahrenen eine zuverlässige Anleitung zu geben, so ist sie in bezug auf die einfachen Manipulationen, die anorganische Analyse brauchbar erfüllt; die meisten physikalisch-chemischen Vorschriften sind wohl zu knapp, als daß sie für den Anfänger verwendbar wären; doch ist z. B. die Reaktionsbestimmung mittels Indikatoren und die elektrometrische H-Ionen-Bestimmung recht ausführlich geschildert. In den weiteren Teilen des Buches finden wir den Zweck weniger gut erfüllt: die Vorschriften berücksichtigen nicht immer die Fehler, die sich im Laboratoriumsbetrieb besonders häufig beobachten lassen. So darf bei einer Schilderung der Kjeldahl-Methode ein Hinweis darauf nicht fehlen, daß die absteigenden Teile des Destillationsapparates aus Hartglas sein müssen. Bei der Beschreibung der Milchsäure finden wir die Uffelmannsche Reaktion ohne Angabe der Fehlerquellen angegeben, dagegen nicht die eigentlich charakteristischen Reaktionen von *Hopkins* und von *Hertzog*, ähnlich sind auch die angegebenen quantitativen Bestimmungsmethoden veraltet. Unter den Zuckerbestimmungsmethoden vermissen wir eine der handlichen Methoden, die in den letzten Jahren die Pavysehe und die Soxhletse ersetzen, etwa die Lehmann-Zitronsehe oder die von *Benedikt* angegebene. Die Tabelle auf S. 134, die sich auf die Glucosebestimmung nach *Bertrand* bezieht, gibt irrtümlicherweise die Beziehungen zwischen gefundener Menge Kupfer und gesuchter Menge Glucose als für Kupferoxydul und Glucose an. Gewebe werden für die Glykogenbestimmungen nicht mit siedender, sondern mit im Wasserbad erhitzter Kalilauge aufgeschlossen, Verwendung von sterilem Wasser zur Verdünnung einer 30proz. Kalilauge, die gleich mit dem gleichen Volumen Alkohol versetzt werden soll, ist wohl überflüssig. Eine Angabe, daß man durch Bestimmung des Phosphorgehaltes eines Alkohol-Ätherauszugs und Multiplikation mit einem Faktor den Gehalt an Lecithin berechnen könne, ist irreführend. Recht ausführlich und gut sind die Kapitel, welche sich auf Eiweißkörper, Aminosäuren und Polypeptide beziehen; hier sieht man, daß der Autor in dem Gebiete erfahren ist. Die Methode des biologischen Adrenalinnachweises würde zum mindesten einer einschränkenden Bemerkung in bezug auf die Bestimmung dieses Stoffes im Blut bedürfen. Stoffwechselversuche wird wohl niemand nach einer so kurzen Anleitung ausführen, wie sie *Pincussohn* gibt; ebenso wenig Respirationsversuche im Pettenkofferschen Apparat oder nach *Zuntz-Geppert*. Mit diesen Kapiteln ist weder dem Anfänger, noch dem Fortgeschrittenen gedient; dasselbe gilt für die Kalorimetrie. Referent versteht es nicht, warum *P.* unter den vielen Methoden zur

Durchblutung überlebender Lebern eine genauere Schilderung würdigt, bei welcher in die überall ligierte Leber Blut eingepreßt wird und durch Anschneiden der Lappen für Abfluß gesorgt wird, wo man also nicht nur eine höchst unsaubere Operation vornimmt, sondern auch mit größter Wahrscheinlichkeit das Organ überhaupt nicht durchblutet.

Dieses wären die hauptsächlichsten Aussetzungen, die an dem Buch von *Pincussohn* zu machen wären, wohl alles Mängel, die leicht zu beseitigen sind. Die meisten Vorschriften sind im übrigen knapp und treffend angegeben. Die Tabellen sind zweckmäßig ausgewählt und durchweg brauchbar, wenn auch manche, wie z. B. „Jodgehalt von Schilddrüsen Erwachsener in Steiermark“ in dem Rahmen dieses Buches kaum Bedeutung haben.

Im ganzen kann das Buch dank seiner Handlichkeit und relativen Vollständigkeit als gut brauchbar bezeichnet werden, wenn es auch nicht unter die klassischen Laboratoriumsführer gezählt werden kann; es eignet sich am ehesten für den geübten Arbeiter, der hier und da Methoden, deren er nicht mehr ganz sicher ist, nachschlagen, rekapitulieren möchte. *Parnas.*

Kleine Mitteilungen.

Desinfektion von Büchern und Papiergeld. Es ist bekannt, daß durch Bücher, die aus einem Krankenhause oder einer Volksbibliothek stammen, leicht Krankheitskeime übertragen werden können. Bei dem gesteigerten Ausleihverkehr der großen Bibliotheken betrachtete man es daher schon seit längerer Zeit als sehr wünschenswert, die Bücher nach ihrer Rückgabe jedesmal zu desinfizieren. Diesem Streben standen jedoch erhebliche technische Schwierigkeiten im Wege, denn es war bisher nicht möglich, größere Mengen von Büchern in durchaus zuverlässiger Weise keimfrei zu machen, ohne das Papier oder den Einband zu zerstören oder zu beschädigen. Die Bemühungen, einen für diese Zwecke brauchbaren Desinfektionsapparat zu schaffen, haben indessen in letzter Zeit erfreulicherweise einen guten Erfolg gehabt. Von Geh. Rat *Rubner* in Berlin wurde ein Apparat konstruiert, dessen Prinzip auf der gleichzeitigen Einwirkung von Dampf und Formalin beruht. Das Desinfektionsgut wird dabei in eine schmiedeeiserne Kammer gebracht, in der durch eine Vakuumpumpe die Luft abgesaugt wird, bis ein Druck von etwa 600 mm erreicht ist. Sodann wird die Kammer auf etwa 60° erhitzt, worauf das Einleiten von Wasserdampf und Formalindampf beginnt. Gewöhnlich verwendet man hierzu eine achtprozentige Formalinlösung und gewinnt mit Hilfe eines Kondensators aus dem Dampfgemisch das Formalin wieder. Empfindliche Gegenstände, wie Bücher, Akten, Leder, Pelze und Hutfedern, die bei der üblichen Desinfektion mit Wasserdampf von 100° mehr oder weniger stark beschädigt oder gar völlig zerstört werden, lassen sich nach diesem Verfahren ohne jede Beschädigung desinfizieren. Bei genügender Konzentration der Formalinlösung ist die Desinfektionswirkung eine vollkommene, namentlich auch hinsichtlich der Tiefenwirkung. Besondere Schwierigkeiten bereitete, wie die „Chemiker-Zeitung“ berichtet, die Desinfektion von Büchern, weil das Eindringen der abtötenden Mittel in das Innere der Bücher bei einer größeren Anzahl bisher nicht vollkommen zu erreichen war. Es zeigte sich jedoch, daß bei einer Temperatur von 60—65° nach einstündiger Einwirkung des Formalindampfes im Rubner-Apparat eine völlige Abtötung auch sehr widerstandsfähiger Keime

in den Büchern möglich war. Eine besondere Anordnung der Bücher in dem Apparat war hierbei nicht einmal erforderlich, vielmehr genügte es, wenn die Bücher aufeinanderliegend in Körben in den Apparat gestellt wurden. Nach beendeter Desinfektion wurden die Bücher durch Aufblättern etwas gelüftet, um den Formalingeruch zu entfernen. Irgendwelche Schädigungen des Papiers oder der Ledereinbände konnten nicht beobachtet werden; nur unechter Golddruck, wie man ihn bisweilen auf Broschüren findet, wurde etwas unansehnlich.

Ebenso gute Ergebnisse wurden bei der *Desinfektion von Papiergeld* erzielt. Zur Zeit, als in Ostasien die Pest ausgebrochen war, erhielt eine große Berliner Bank aus Ostasien und aus dem östlichen Rußland große Sendungen von Papiergeld, das möglicherweise in dem Pestgebiet in Umlauf war und aus diesem Grunde einer sicheren Desinfektion unterworfen werden sollte. Dabei kam es natürlich darauf an, daß weder das Papier noch die Farben beschädigt wurden. Die Banknoten waren in großen Bündeln verschnürt und kamen teils in Blechkästen, teils in Leinwandbeuteln verpackt an. Um eine durchgreifende Desinfektion zu ermöglichen, wurden die Blechkästen oben und unten mit Einschnitten versehen, während die Leinwandbeutel einfach geöffnet wurden. Die Desinfektion erfolgte dann in einem fahrbaren Rubner-Apparat, und es zeigte sich, daß die Banknoten nach beendeter Desinfektion auch in den innersten Teilen vollkommen keimfrei waren.

Recht interessant sind auch die Versuche, die zur Desinfektion *wertvoller Urkunden und Akten* angestellt wurden. Dabei handelte es sich darum, den literarischen Nachlaß eines Gelehrten, der an Tuberkulose gestorben war, keimfrei zu machen. Die gesamten wertvollen Urkunden waren in einem hölzernen Schranke aufbewahrt und sollten, um eine Beschädigung oder einen Verlust zu verhüten, in diesem Schrank desinfiziert werden, ohne herausgenommen zu werden. Auch diese schwierige Aufgabe konnte mit Hilfe des fahrbaren Rubner-Apparates in befriedigender Weise gelöst werden. Der Apparat wurde vor das betreffende Haus gefahren und der ganze Schrank mit seinem wertvollen Inhalt in die Desinfektionskammer hineingestellt. Die Desinfektion wurde, nachdem die Schranktüren geöffnet waren, in gleicher Weise wie bei den oben beschriebenen Fällen vorgenommen, und nach einstündiger Dauer waren alle Keime vernichtet, selbst solche, die im Innern von dicken Aktenbündeln waren. Auch hier war keinerlei Beschädigung des wertvollen Materials festzustellen. Auf Grund der guten Versuchsergebnisse haben bereits mehrere große Leihbibliotheken die ständige Desinfektion der zurückgegebenen Bücher eingeführt, ein Vorgehen, das im Interesse der Volksgesundheit nur zu begrüßen ist und weitgehende Nachahmung verdient. *S.*

Eine sehr bemerkenswerte Flammenerscheinung, zu der sich mancherlei Analogien in kosmischen Vorgängen finden lassen, hat *J. Meunier* in seiner *nach Art eines Spiralwirbels gestalteten Flamme* beobachtet. Er richtet gegen die Flamme eines Schwalbenschwanzbrenners, aus dessen erweiterter Öffnung das Gas unter schwachem Druck (etwa 1 mm Wasser) ausströmt, aus einem feinen Röhren schräg von oben einen Gasstrahl unter 80 bis 100 mal so großem Druck (8—10 cm Wasser). Der Gasstrahl durchsetzt die Flamme und erzeugt in ihr eine Ausbuchtung, die von einem prächtig aussehenden Wulste umgeben ist. Eine Vorderansicht dieses Wulstes gibt Fig. 1a; die runde Scheibe darin ist die Flamme des Gasstrahles, die von dem Wulst durch einen dunklen Zwischenraum getrennt ist. Fig. 1b gibt die Seitenansicht vom unteren Teil des Wulstes. Der

Querschnitt des Wulstes ist in seinem unteren Teil deutlich sichtbar und bildet eine Spirale von mehreren Windungen. Seine Achse ist eine offene Kurve, in deren Sinne die in Fig. 1a und 1b gezeichneten hellen und dunklen Streifen verlaufen. Diese begleiten die Spiralflamme und bilden mit dem Querschnitt des Wulstes nur eine Erscheinung. Streifen und Spirale bedingen sich gegenseitig. Die Bewegung des Gasstromes in der Spirale erfolgt von außen nach innen; dabei geht die



Fig. 1 a.



Fig. 1 b.

Spirale von einer leuchtenden Fläche aus, die sich allmählich verengt. Wenn der Gasstrahl nur den hellleuchtenden Teil der Flamme trifft, bildet sich der Wulst ohne Spirale und ohne Streifen. Diese entstehen erst beim Auftreffen des Strahles auf den dunklen Teil der Flamme. Wird sein Druck so erhöht, daß er bis zur Basis der Flamme reicht, so vergrößert sich die Zahl der Windungen in der Spirale bis auf 5 oder 6. Ebenso vermehrt sich die Zahl der Streifen. Diese Erscheinung erklärt sich so, daß durch den Stoß des Gasstrahles die den dunklen Teil der Flamme umgebende bläulich leuchtende Schicht um sich selbst mit dem dunklen Innern der Flamme zusammen aufgerollt wird, wie der Kamm einer brandenden Welle: Der leuchtende Wulst ist gerade das Äußere dieser Gaswelle. Er bildet also eine aus zwei gesonderten Schichten bestehende Rolle. Seinen Querschnitt zeigt die leuchtende Spirale, in der Vorderansicht dagegen zeigt er die Streifen, von denen jeder einer Windung der Spirale entspricht. Wird der Druck

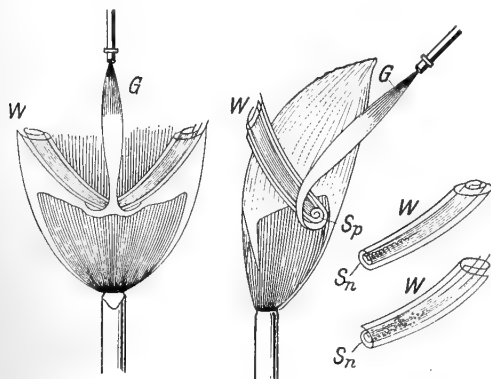


Fig. 2 a.

Fig. 2 b.

der Flamme so gesteigert, daß er $\frac{1}{10}$ von dem des Gasstrahles beträgt, so ändert sich die Erscheinung. Unter dem Widerstande der Flamme biegt sich die Spitze des Gasstrahles G (Fig. 2a und 2b) zurück. Das leuchtende Zentrum der Spirale Sp vergrößert sich zu einer runden Scheibe; es geht von gelber zu rötlicher Färbung über, und dieser innere rote Teil dehnt sich längs der Achse des Wulstes W aus. Er löst sich in eine Schrauben-

linie Sn auf, deren Windungen unter günstigen Umständen einen Durchmesser von mehreren Millimetern erreichen. Die Schraubenlinie aber zerfällt in eine Reihe leuchtender Punkte, die in der Bahn der ursprünglichen Schraubenlinie sich weiter bewegen bis zu dem Augenblick, wo sie durch vollständige Verbrennung verschwinden (Fig. 2c und 2d). Die Bildung fester Kohlenstoffkügelchen ist auch sonst schon bei Gasexplosionen beobachtet worden, z. B. bei der Explosion in der Radbodgrube zu Westfalen am 12. November 1908. Der bei dieser Erscheinung auftretende Spiralwirbel zeigt große Ähnlichkeit mit den photographischen Bildern, die wir einerseits von Spiralnebeln, andererseits von einigen Kometen besitzen, und man kann hiernach vermuten, daß diese kosmischen Gebilde ihr Aussehen aus dem Aufeinandertreffen von zwei sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortbewegenden Gasmassen erhalten haben. (*Comptes Rendus* 154, 698, 1156 und 155, 1243, 1912.) *Mk.*

Der Sommer 1912 hat den Bewohnern von Mitteleuropa zwei interessante meteorologische Phänomene gebracht: den betrüblichen Reichtum an Niederschlägen sowie die **merkwürdige Trübung der Atmosphäre**, die auch an ganz wolkenlosen Tagen den Himmel nicht blau, sondern weißlich erscheinen ließ. Während die Meteorologie über die erstgenannte Erscheinung sich vorerst nur in Vermutungen ergehen kann, ist das zweite Phänomen nach der zusammenfassenden Darstellung des Herrn *Hellmann* vollkommen geklärt. (*Die Ursache der ungewöhnlichen Trübung der Atmosphäre im Sommer 1912*. Met. Zeitschrift 1913 S. 34.) Die Anomalie im Aussehen des Himmels, die insbesondere auch in den ungewöhnlich roten Sonnenauf- und Untergängen zum Ausdruck kam, rührte her von einem am 6. bis 8. Juni erfolgten Ausbruch des bisher als erloschen angesehenen Vulkans Katmai auf der Halbinsel Alaska. Dabei wurden gewaltige Aschenmengen in die Luft geworfen. Die schwereren Bestandteile senkten sich in der näheren Umgebung zu Boden, während die feinsten Auswurfsprodukte hoch in die Atmosphäre hinaufgeschleudert und von den Winden fortgetragen wurden. Auf dem Mount-Weather-Observatorium (bei Washington) wurde die Trübung am 10. Juni bemerkt. Die in den gemäßigten Breiten vorherrschenden Westwinde trugen die Staubteilchen über den Ozean nach Europa. Am 21. Juni beobachtete *de Quervain* auf dem Inlandeis von Grönland den merkwürdigen Anblick des Himmels, auf dem Kontinente wurde die Trübung in der Zeit vom 23. bis 27. Juni zum ersten Male konstatiert. Das Phänomen erinnert an den gewaltigen Ausbruch des Krakatau im Jahre 1883, wobei die Staubmassen *mehrere Male* die Erde umwanderten. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß auch im vorliegenden Falle die inzwischen abgewanderten Trübungen nochmals wiederkehren. In den Kreisen der Physiker wurde die Frage viel diskutiert, ob nicht zwischen dem Regenreichtum des Sommers 1912 und den Trübungen der Atmosphäre ein Zusammenhang besteht. Man erinnert sich der Tatsache, daß zur Wolken- und Niederschlagsbildung sogenannte Kondensationskerne notwendig sind, d. h. Fremdkörper, an welchen der Wasserdampf der Atmosphäre sich anlagern kann. Ohne zu der Frage Stellung nehmen zu wollen, weist Herr *Hellmann* auf das Jahr 1783 hin, das trotz einer ähnlichen, von einem Vulkanausbruch auf Island herrührenden Trübung der Atmosphäre einen ungewöhnlich heißen Sommer hatte.

A. Schmauss, München.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 10.

7. März 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünf- und zwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 2. Wärme. Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. L. Holborn, Charlottenburg*. S. 225.

Die Sterilisierungsmethoden für Trinkwasser. Von *Dr. J. Tillmans, Frankfurt a. M.* S. 229.

Die Bedeutung der Speicheldrüsen für die Aufnahme und Verarbeitung der Nahrung bei den

Tieren. Von *Prof. Dr. H. Jordan, Tübingen*. S. 233.

Die neueren Vorstellungen von der Struktur der Atome. Von *Dr. Kasimir Fajans, Karlsruhe i. B.* S. 237.

Besprechungen. S. 241.

Kleine Mitteilungen. S. 247.

*** VERLAG VON QUELLE & MEYER IN LEIPZIG ***

Lebensfragen aus der Heimischen Pflanzenwelt

Biologische Probleme von Professor Dr. Georg Worgitzky

Mit zahlreichen Abbildungen, 15 schwarzen und 8 Farbentafeln. In Originalbd. Mark 7.80

„Den Naturfreund in solche biologische Fragen einzuführen, ihn auf das wahrhaft Geheimnisvolle im Leben und Weben der Pflanzennatur hinzuweisen, ihn sehend zu machen in Wald und Flur, ist der oberste Zweck des vorliegenden Werkes, dessen Verfasser zu unseren besten Botanikern zählt. Aber nicht nur wissenschaftlich gediegen ist dieses Buch. Was ihm einen besonderen Reiz verleiht, ist die frische, von poetischem Hauche durchwehte Darstellung, die zu dem Besten gehören dürfte, was wir an populär-wissenschaftlicher Literatur besitzen.“ *Ztschr. f. lat. u. nat. Schulen.*

Biologie der Pflanzen

Von Professor Dr. Migula

gr. 8^o. 360 Seiten mit zahlreichen Abbildungen nach Photographien und Zeichnungen.

Geheftet Mark 8.— In zweifarbigen Geschenkbänden Mark 8.80

„So bringt der Verfasser die wichtigsten und interessantesten Erscheinungen des Pflanzenlebens zur Sprache, wobei speziell die heimischen Verhältnisse Berücksichtigung finden. An unserem Auge ziehen in lebensvoller Darstellung die Entwicklungsprozesse der hauptsächlichsten Pflanzentamilien vorbei und ermöglichen ein selbständiges Beobachten der Natur... Es ist nur wärmstens zu wünschen, daß dies sehr schön ausgestattete, mit zahlreichen Photographien und Zeichnungen des Verfassers versehene Werk, das für jeden Naturfreund eine sehr anregende Lektüre, für den Studierenden und Lehrer aber ein gutes Lehr- und Nachschlagewerk sein wird, die weitgehendste Verbreitung finden möge.“ *Bretschneider. Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich.*

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

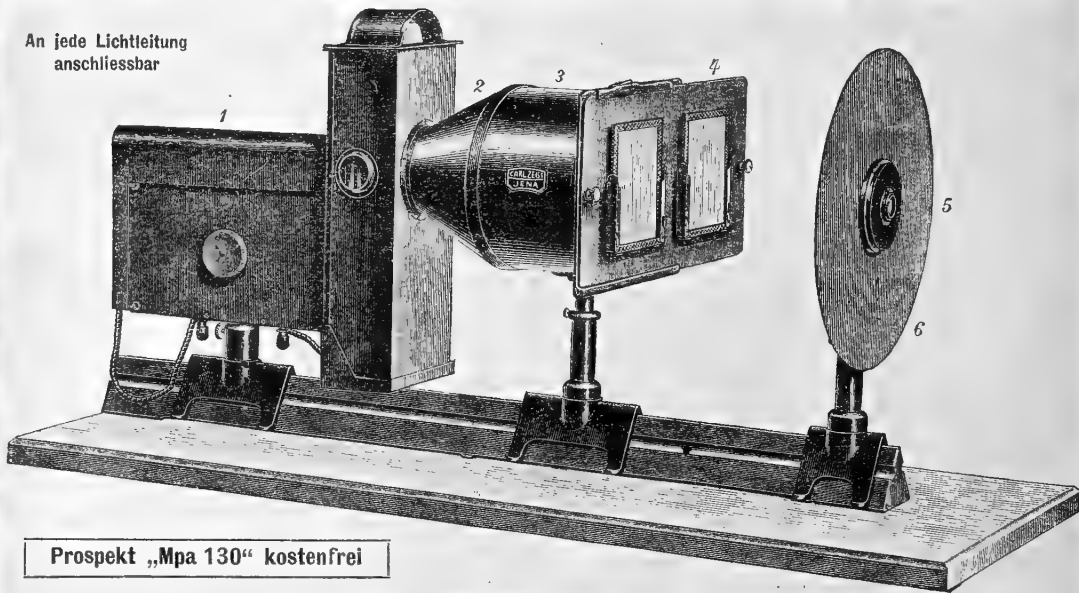
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIV

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschließbar



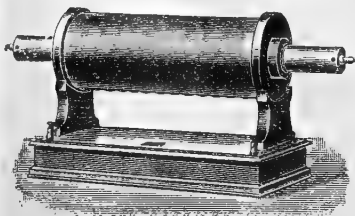
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktoren mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — M. Goergen, München: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit.

2. Wärme.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. L. Holborn,
Charlottenburg,

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Die thermischen Messungen fußen bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts hinein wesentlich auf den Arbeiten von *Regnault*, der von der französischen Regierung mit großen Mitteln unterstützt, fast alle Aufgaben auf dem Gebiete der Wärmephysik von neuem in Angriff genommen und vermöge eines seltenen experimentellen Geschicks kräftig gefördert hatte. Auf die Grundlage der von diesem Forscher gewonnenen Ergebnisse stützte die Thermodynamik ihre Berechnung der Wärmevergänge, und die Maschinenlehre wählte danach die Arbeitsbedingungen für die kalorischen Maschinen. Es liegt jedoch in der Natur dieser Aufgaben, daß ihre Lösung nach Ablauf eines halben Jahrhunderts den Anforderungen der Technik nicht mehr überall genügte. Denn einerseits waren die Arbeiten *Regnaults* an die physikalischen Hilfsmittel seiner Zeit gebunden, anderseits tauchten mit dem Fortschritt von Wissenschaft und Technik neue Fragen auf. Aus diesem Grunde nahm *Helmholtz*, der erste Leiter der Reichsanstalt, sogleich bei deren Gründung die Wiederholung und Erweiterung der *Regnaultschen* Versuche in den Arbeitsplan auf.

Auf dem Gebiete der Thermometrie, welche die Grundlage aller physikalischen Messungen bildet, hatte *Regnault* gezeigt, daß die Skale des verbreitetsten Thermometers, nämlich des Quecksilberthermometers, nicht als Grundlage dienen kann. Denn wegen des großen Einflusses, den die Ausdehnung der Glashülle auf die Angaben dieser Instrumente ausübt, differieren diese in dem Gebiete über 100° beträchtlich bei Thermometern, die aus verschiedenem Glase hergestellt werden. *Regnault* hatte deshalb seine Quecksilberthermometer auf das Gasthermometer bezogen, das unter verschiedenen Bedingungen, selbst bei der Verwendung verschiedener Gase, eine befriedigende Übereinstimmung seiner Angaben innerhalb des Bereichs zwischen 0 und 350° gewährleistete. Die Erfahrungen, die *Regnault* über die Brauchbarkeit verschiedener Glassorten für die Anfertigung von Quecksilberthermometern gewonnen hatte, machte sich die Industrie nicht zunutze; sie legte den größeren Wert auf eine leichte Bearbeitung vor der Lampe, und so kam es, daß die Güte der Thermometer mit der Verwendung weicher Gläser sank, weil diese eine große thermische Nachwirkung besaßen.

Den Weg zur Besserung der Instrumente wiesen systematische Untersuchungen über die Abhängigkeit der thermischen Nachwirkung des Glases von

der chemischen Zusammensetzung, die von *R. Weber* und von der Normal-Eichungs-Kommission in Gemeinschaft mit dem Jenaer Glaswerk *Schott & Genossen* angestellt wurden. Man gelangte damit zu Thermometergläsern mit viel kleinerer Nachwirkung, so daß die Temperaturmessung wesentlich verfeinert werden konnte, besonders als man sich von dem noch verbliebenen Einfluß der Nachwirkung durch die Einführung besonderer Beobachtungsverfahren, die auf die Beweglichkeit der Fixpunkte Rücksicht nahmen, freier machte.

Dieses war der Stand der Quecksilber-Thermometrie, als die Reichsanstalt ins Leben trat. Ihre erste Aufgabe bestand deshalb darin, die Brauchbarkeit der neuen Gläser zu untersuchen, und zwar einmal in Hinsicht auf die Genauigkeit der Messungen in dem Fundamentalgebiet zwischen 0 und 100°, sodann in Rücksicht auf die Anwendbarkeit des Quecksilberthermometers auf höhere Temperaturen. Anfangs bezogen sich die Untersuchungen, die zugleich der Ausarbeitung der Methoden für die Bestimmung der Thermometerkonstanten galten, vorzugsweise auf das Jenaer Glas 16. Doch wurden in der Erwartung, daß die Herstellung noch zweckmäßigerer Gläser der damit beschäftigten deutschen Technik gelingen würde, außerdem viele andere Glasproben auf ihre thermischen Eigenschaften geprüft. Unter allen hat sich das Jenaer Glas 59 bisher als das brauchbarste erwiesen: außer seiner hohen Erweichungstemperatur, die oberhalb 500° liegt, besitzt es die Vorteile einer sehr kleinen thermischen Ausdehnung und einer großen Dauerhaftigkeit.

Neben der Auswahl des Glases war hauptsächlich der Anschluß des Quecksilberthermometers an die Gasskale von Wichtigkeit. Für das Bereich zwischen 0 und 100° hatte damals *Chappuis* mit einer im internationalen Bureau von Breteuil angestellten Untersuchung über die Wasserstoffskale einen wesentlichen Fortschritt über *Regnaults* Messungen hinaus erzielt. Sie beruhte auf ausgedehnten Vergleichen zwischen dem Wasserstoffthermometer, dessen Gefäß aus Platin bestand, und Quecksilberthermometern aus verre dur und war durch die an die Hauptnormale angeschlossenen Quecksilberthermometer übertragbar. Durch internationale Vereinbarung wurde diese Skale im Jahre 1887 für die Maß- und Gewichtsordnung von den meisten Kulturstaaten angenommen; später hat sie auch für die übrigen physikalischen Messungen Eingang gefunden. In Deutschland geschah dies dadurch, daß die Reichsanstalt die „internationale Wasserstoffskale“ ihren Thermometerprüfungen zugrunde legte. In den Temperaturen oberhalb 100°, wo die Realisierung des Wasserstoffthermometers Schwierigkeiten bietet, wurden die Eichungen der Reichsanstalt zunächst auf das Luftthermometer gegründet, mit dem neue Messungen bis zu 500° angestellt wurden entsprechend der großen Reichweite, welche die Quecksilberthermometer durch die

Einführung der neuen Gläser gewonnen hatten. Diese Instrumente, die für die Messungen der über dem Siedepunkt des Quecksilbers liegenden Temperaturen mit Stickstoff unter einem Druck bis zu 20 Atm. gefüllt werden, haben sich dann in der Technik als die bequemsten Gebrauchsthermometer schnell eingeführt, nachdem die Messungen durch die Einführung der neuen Gläser an Zuverlässigkeit gewonnen hatten. Der hermetische Verschluss dieser Thermometer machte Schwierigkeiten. In der Atmosphäre können sie wegen ihres inneren Überdrucks nicht mit der Gebläselampe verschmolzen werden. Sie wurden deshalb anfangs mit Schellack zugekittet. Später trat eine elektrische Schmelzmethode an die Stelle, mit Hilfe deren die Instrumente leicht unter Druck geschlossen werden können. Bei der Eichung werden sie mit vollständig in das Temperaturbad eingetauchtem Quecksilber verwendet, weil der herausragende Faden besonders bei der Messung hoher Temperaturen eine große Korrektur erforderlich macht. In der Technik ist dieses Beobachtungsverfahren selten erwünscht; man will hier meistens den Stand der Quecksilberkuppe immer vor Augen haben, ohne erst das Instrument verschieben zu müssen. Es ist deshalb die mittlere Temperatur des herausragenden Fadens gleichzeitig zu bestimmen. Ein einfaches Mittel wurde für diesen Zweck mit dem Faden-thermometer geschaffen.

Für die Messung der Glühtemperaturen standen der Technik bei der Gründung der Reichsanstalt nur ganz unzureichende Mittel zur Verfügung, obwohl das Bedürfnis für eine genaue Temperaturbestimmung sehr groß war, wie sich ohne weiteres ergibt, wenn man bedenkt, wie stark z. B. die Eigenschaften zu bearbeitender Metalle oder die Ausbeuten chemischer Vorgänge von der Temperatur abhängen. Vielfach scheute man zur Erreichung einer gewissen Sicherheit sogar nicht vor der Anwendung des Luftthermometers zurück, eines Instruments, das bei hohen Temperaturen schon im physikalischen Laboratorium große Schwierigkeiten bot, die es wünschenswert erscheinen ließen, seinen Gebrauch auf die Anstellung fundamentaler Messungen zu beschränken. Außerdem gab es keine Prüfstelle für Pyrometer, so daß die Angaben verschiedener Betriebe selbst innerhalb ihrer geringen Genauigkeit nicht einmal vergleichbar waren. Die Arbeiten der Reichsanstalt waren zunächst darauf gerichtet, die vorhandenen Mittel auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen, die mannigfachen Fehlerquellen darzulegen, die besonders für die genauesten Pyrometer, die elektrischen, durch die Einwirkung der Heizgase bestehen und Mittel für deren Abhaltung aufzusuchen. Das Thermolement aus Platin und Platinrhodium, das kurz vorher von *Le Chatelier* für pyrometrische Zwecke empfohlen war, ergab sich als das einfachste und sicherste Mittel für die Messungen in dem Temperaturbereich von 500 bis 1500°. Es wurde der Einfluß studiert, den die Reinheit und die Homogenität der Metalle auf die Genauigkeit der Thermolemente und auf die Reproduzierbarkeit ihrer Angaben ausübt, wonach es der Firma *W. C. Heraeus* gelang, Thermolemente

von 0,1% Genauigkeit herzustellen und die Thermokraft bei Drähten aus verschiedenen Schmelzen innerhalb 1% zu reproduzieren. Die elektrische Feinmechanik lieferte empfindliche Zeigergalvanometer und die keramische Industrie brauchbare Schutzrohre, die eine Verwendung der Pyrometer bis 1500° auch technischen Betrieben ermöglichte.

Die Vergleichung der Thermolemente mit dem Gasthermometer, die den Eichungen zugrunde gelegt wurde, machte große Fortschritte, als an die Stelle der ursprünglichen Gasfeuerung die elektrische Heizung eingeführt wurde. Nicht allein ließ sich hierdurch der üble Einfluß der Heizgase auf die Platinmetalle der Thermolemente gänzlich vermeiden, man konnte nun auch das Porzellan, das nach dem Vorgang von *St. Claire Deville* lange Zeit als Material für das Gefäß der Gasthermometer in hoher Temperatur gedient hatte, verlassen und an seiner Stelle Platiniridium verwenden, wodurch die gasthermometrischen Messungen bedeutend an Genauigkeit gewannen. Allerdings gelangte man an dieses Ziel erst, nachdem noch eine weitere Aufgabe ihrer Lösung entgegengeführt war. Denn auf die gasthermometrischen Messungen übt die Ausdehnung des Thermometergefäßes einen Einfluß, der mit der Höhe der zu messenden Temperatur stark wächst. Da sich Platiniridium mehr als doppelt so viel wie Porzellan ausdehnt, so waren die Messungen der Gefäßausdehnung entsprechend zu verfeinern. Mit Hilfe der elektrischen Heizung gelang es zum ersten Mal, die Ausdehnung von Metallen und andern feuerbeständigen Stoffen in der Glühhitze bis 1000° mit einer Genauigkeit zu messen, wie sie bisher nur in dem Temperaturbereich von 0 bis 100° erreicht worden war. Die Lösung dieser Aufgabe ist, abgesehen von ihrem ursprünglichen Zweck, der sich auf die gasthermometrischen Messungen richtete, auch für viele technische Forderungen von Bedeutung geworden.

Bei der elektrischen Heizung machte sich allein noch eine Erscheinung übel bemerkbar, die eine Verunreinigung der Thermolemente und damit eine Veränderung ihrer Thermokraft bewirkt: es ist dies die mit zunehmender Temperatur schnell wachsende Zerstäubung der Platinmetalle. Bei der Untersuchung ergab es sich, daß diese Erscheinung chemischer Natur ist, da Platin, Rhodium, Iridium und ihre Legierungen nur in Gegenwart von Sauerstoff zerstäubten. Außerdem zeigte Iridium eine bedeutend größere Zerstäubung als Platin und Rhodium, woraus sich erklärte, daß die Thermolemente aus Platin-Platinrhodium gegenüber denen aus Platin-Platiniridium während des Gebrauchs eine bessere Konstanz der Angaben zeigten.

Als mit der Einführung der technischen Apparate für die Luftverflüssigung ein neues Temperaturgebiet in der Industrie zu messen war, erwiesen sich ohne weiteres die für hohe Temperaturen gebräuchlichen Verfahren verwendbar; man brauchte nur das Thermolement Platin-Platinrhodium durch solche aus Konstantan-Eisen oder Konstantan-Silber ersetzen, und diese für das ent-

sprechende Temperaturbereich an das Gasthermometer anzuschließen. In diesem Anwendungsgebiet erwies sich auch das Widerstandsthermometer aus Platindraht besonders geeignet. Seine Vorzüge vor dem Thermoelement machen sich allerdings vornehmlich bei Messungen im Laboratorium geltend, wo sich mit dem Platinwiderstand leicht eine größere Genauigkeit erreichen läßt als mit dem Thermoelement. Für höhere Temperaturen zwischen 0 und etwa 500°, wo der Platinwiderstand noch weiter den Vorteil besitzt, daß seine Abhängigkeit von der Temperatur durch eine quadratische Gleichung genau dargestellt wird, so daß er nur an drei Punkten geeicht zu werden braucht, gewährt er auch gegenüber dem Quecksilberthermometer große Bequemlichkeit für feinere Messungen, weil die zeitraubende Kalibrierung wegfällt. In dem angegebenen Temperaturgebiet wird deshalb das an das Gasthermometer angeschlossene Widerstandsthermometer mit Vorteil als Gebrauchsnorm bei der Eichung verwendet. Als Füllung für Flüssigkeitsthermometer zur Messung tiefer Temperaturen wurde an Stelle von Alkohol oder Toluol Petroläther und technisches Pentan eingeführt, die bis zur Temperatur der flüssigen Luft flüssig bleiben.

Die Bestimmung der Ausdehnung fester Körper wurde mit der Erweiterung der Grenzen für die gasthermometrischen Versuche auf tiefe Temperatur fortgesetzt. Neben der für die hohen Temperaturen benutzten Komparatormethode wurde in dem unteren Temperaturbereich auch das Fizeausche Verfahren zur Untersuchung von kristallisiertem und geschmolzenem Quarz, Platin, sowie anderer Normalsubstanzen benutzt. Man bediente sich hierbei der Abbe-Pulfrichschen Versuchsanordnung, bei der äquidistante Interferenzringe in homogenem prismatisch zerlegtem Licht erzeugt werden, deren Wanderung an ihrer Stellung zu einer Marke zu beobachten ist.

Nach den vorstehenden Ausführungen ist es ersichtlich, wie alle Arten von Gebrauchsthermometern für die verschiedensten Temperaturbereiche auf eine einheitliche Skale, nämlich die des Gasthermometers, zurückgeführt werden. Mit der Steigerung der Genauigkeiten machen sich jedoch in dieser Skale, die aus physikalischen Gründen mit verschiedenen Gasen in den verschiedenen Temperaturgebieten hergestellt wird, noch kleine Unterschiede bemerkbar, die daher rühren, daß die einzelnen Gase verschieden stark von dem idealen Zustande abweichen. Auch führt die Art des gasthermometrischen Verfahrens, ob das Gas bei konstantem Druck oder bei konstantem Volumen der Beobachtung unterworfen wird, zu Abweichungen in den Temperaturangaben. Diese Unstimmigkeiten können sich natürlich nur in dem internationalen Verkehr, bei der Vergleichung von Thermometern bemerkbar machen, die von verschiedenen Eichbehörden geprüft sind, bilden aber doch bei dem heutigen internationalen Austausch der industriellen Erzeugnisse nicht allein für die Wissenschaft, sondern auch für die Technik einen Übelstand. Um ihm abzuhelfen, ist deshalb die Reichs-

anstalt an die auswärtigen nationalen Institute mit dem Vorschlage herangetreten, alle Temperaturangaben auf die ideale Skale zu beziehen. Als dann wäre der Vorteil, der jetzt schon durch internationale Vereinbarung für das Gebiet zwischen 0 und 100° erreicht worden ist, auf alle Temperaturangaben ausgedehnt. Zugleich würde die internationale Wasserstoffskale praktisch hierdurch nicht geändert, da die Abweichungen des Wasserstoffs von dem idealen Gaszustande zwischen 0 und 100° bei dem heutigen Stande der Meßkunst noch zu vernachlässigen sind. Viele Autoren befolgen schon jetzt diesen Vorschlag und drücken die Ergebnisse ihrer thermometrischen Versuche in der idealen Skale aus.

Für die Festlegung der Temperaturskale hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, die Temperaturen gewisser Fixpunkte, wie die Schmelz- und Siedepunkte reiner Substanzen, zu bestimmen. Man befreit sich damit von der möglicherweise eintretenden Veränderung der Gebrauchsnormalen, die sonst eine Wiederholung der zeitraubenden gasthermometrischen Messungen erfordern würde, und gibt zugleich jedermann die Mittel an die Hand, seine Thermometer selbst zu eichen.

Die Versuche, Thermoelemente über 1600° hinaus als Pyrometer zu verwenden, haben bisher für die Technik zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt. Es fehlt an hinreichend feuerfesten Schutzröhren, so daß die notwendige Isolation der Drähte auf die Dauer nicht zu erreichen ist. Auch nimmt die Zerstäubung der Platinmetalle mit wachsender Temperatur in solcher Weise zu, daß die Thermokraft schon nach wenigen Heizungen starke Änderungen erfährt. Man mußte deshalb an ein anderes thermometrisches Verfahren denken. Schon im Jahre 1862 hatte *Becquerel* neben der Beobachtung von Thermokräften Strahlungsmessungen ausgeführt, um die Temperatur fester glühender Körper zu bestimmen. Diese Versuche beruhten jedoch noch auf schwankender Grundlage und konnten erst zu einem praktischen Erfolg führen, als unsere Kenntnis von den Gesetzen der Strahlung durch die theoretischen Untersuchungen von *W. Wien* über die von *Kirchhoff* erreichte Grenze erweitert wurde. Namentlich war es von großer Bedeutung für die experimentelle Bestätigung der Theorie, daß es gelang, den idealen Strahler zu realisieren, für den allein die von ihr aufgestellten Gesetze über die Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur und Wellenlänge gelten. Es ist dies der schwarze Körper, der durch einen gleichmäßig temperierten Hohlraum dargestellt wird, aus dem die Strahlung durch eine verhältnismäßig kleine Öffnung auf das Beobachtungsinstrument fällt. Der erste schwarze Körper, der an der Reichsanstalt benutzt wurde, bestand aus einer Eisenkugel, die man in einem Flüssigkeitsbade oder in dem Luftraum eines Gasofens gleichmäßig heizte. Hierauf folgte der von *Lummer* und *Kurlbaum* konstruierte Körper mit elektrischer Heizung, der sich bis 1500° verwenden läßt. Für höhere Temperatur ist neuerdings der im Vakuum elektrisch geheizte Kohlekörper von *Warburg* und

Leithäuser im Gebrauch, dessen Temperatur über 2000° gesteigert werden kann. Wir müssen es uns versagen, auf die mannigfachen Ergebnisse der an der Reichsanstalt angestellten Arbeiten über die schwarze Strahlung einzugehen und begnügen uns mit dem Hinweis auf das für die praktische Pyrometrie wichtigste Gesetz, das *W. Wien* für die Abhängigkeit der sichtbaren Strahlung von der Temperatur aufgestellt hat. Bezeichnen E_1 und E_2 die Helligkeiten eines engbegrenzten Spektralbezirks von der Wellenlänge λ bei den absoluten Temperaturen T_1 und T_2 , so gilt die Beziehung:

$$\log \text{ nat } \frac{E_2}{E_1} = \frac{c}{\lambda} \left\{ \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right\}$$

Ist die Konstante c bekannt, so lassen sich hiernach alle Temperaturen aus einer einzigen ableiten, da

$\log E$ linear von $\frac{1}{T}$ abhängt.

Der Bestimmung von c ist ein großer Teil der an der Reichsanstalt ausgeführten Arbeiten über die schwarze Strahlung gewidmet, nach den neusten Messungen beträgt der Wert 14 370 Mikron · Grad.

Von den für den technischen Gebrauch konstruierten optischen Pyrometern, die ein einfaches Spektralphotometer erfordern, ist auch eines aus der Reichsanstalt hervorgegangen. Das Instrument, das auf einem neuen photometrischen Prinzip beruht, besitzt keine konstante Vergleichslampe; als solche wird vielmehr ein elektrisches Glühlämpchen benutzt, dessen zu verändernde Helligkeit aus der Stärke des Stromes bestimmt wird. Die optischen Pyrometer werden nach dem schwarzen Körper geeicht, so daß ihre Angaben „schwarze Temperaturen“ bezeichnen, die mit der wirklichen Temperatur nur in dem Falle übereinstimmen, wo der Strahler schwarz ist. Die Anwendung der Pyrometer wird hierdurch nicht sehr beschränkt, da es sich in den meisten Fällen um die Messung von Temperaturen in Öfen handelt, deren Hohlräume fast wie schwarze Körper strahlen. Auch scheint das Strahlungsvermögen im sichtbaren Gebiet von der Temperatur nicht sehr stark abhängig zu sein. Wenigstens zeigen blanke Metalle, deren Strahlung von der schwarzen am stärksten abweicht, gar keine Änderung: sie senden bei allen Temperaturen denselben Bruchteil von der Strahlung des gleich temperierten schwarzen Körpers aus.

Die Untersuchungen der Reichsanstalt über die thermischen Eigenschaften der Stoffe knüpften, wie wir schon oben darlegten, an *Regnault* an. Es gilt dieses besonders von einer Versuchsreihe, welche das Wasser, den Wärmeträger der Dampfmaschine, betraf. Die Reihe begann mit Beobachtungen über die Ausdehnung dieses Stoffes zwischen 0 und 100°, die nach dem fundamentalen Prinzip der kommunizierenden Röhren angestellt wurden. Später wurde die Bestimmung des Sättigungsdrucks vorgenommen, die in dem großen Gebiete zwischen —60 und +370°, also von den kleinen Drucken der festen Phase bis zur kritischen Temperatur durchgeführt werden konnte. Ferner wurde in dem für die Dampfmaschine wichtigsten Bereich zwischen

100 und 200° die Verdampfungswärme neu gemessen. Diese Versuche, die nach unten hin bis 30° ausgedehnt wurden, gestatteten im Verein mit der im Münchener Maschinenlaboratorium ausgeführten Bestimmung des spezifischen Volumens von gesättigtem Dampf eine genaue Prüfung der von *Clapeyron* aufgestellten thermodynamischen Gleichung. Bei allen diesen Messungen wurde die von *Regnault* erreichte Genauigkeit übertroffen, was nicht allein den überlegenen thermometrischen Hilfsmitteln, sondern auch der Wahl besserer Versuchsanordnungen zu danken ist.

Unsere Kenntnis über die spezifische Wärme der Gase beruhte lange Zeit allein auf den Messungen *Regnaults*, die sich über das Temperaturgebiet zwischen 0 und 200° erstrecken. Man hatte wohl versucht, seine Versuchsanordnung zu vereinfachen, aber über das von ihm beobachtete Temperaturintervall war man nicht hinausgekommen. Erst das technische Bedürfnis brachte auf diesem Gebiete einen Fortschritt hervor. Die Berechnung der modernen Explosionsmotoren ließ eine Bestimmung der spezifischen Wärme für die hohen Temperaturen, die in den Zylindern dieser Maschinen herrschen, wünschenswert erscheinen und veranlaßten die französischen Forscher *Le Chatelier* und *Mallard* eine Methode hierfür auszuarbeiten. Ihre Ergebnisse, die von den *Regnaults* durch ein weites Temperaturgebiet getrennt waren, ließen sich aber nur schwer mit diesen verknüpfen und wurden vielfach angezweifelt. Besonders wurde die von ihnen gefundene Änderung der spezifischen Wärme der einfachen Gase, die sich in dem von *Regnault* untersuchten Gebiet als konstant erwiesen hatte, lebhaft bestritten. Zur Klärung der Sachlage schien es erforderlich, die *Regnaults*chen Messungen über 200° hinaus fortzusetzen. Diese Versuche konnten mit Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf bis 1400°, also bis in das Gebiet der Explosionsversuche hinein, ausgedehnt werden und ergaben eine Übereinstimmung mit den gleichzeitig und später von anderer Seite angestellten Versuchen nach dem Explosionsverfahren, bei denen es gelungen war, die Methode von *Le Chatelier* und *Mallard* zu vervollkommen.

Auch für tiefe Temperaturen ist die Messung der spezifischen Wärme von Gasen an der Reichsanstalt wieder aufgenommen. Es wird hierfür die von *Callendar* angegebene Methode der dauernden Strömung benutzt, die durch die Einführung des Gegenstromprinzips verbessert wurde. Mit einer solchen Anordnung, die nur kleine Gasmengen verlangt, ließen sich auch die Edelgase und Temperaturen bis zu —190° herab der Untersuchung unterwerfen.

Ferner ist noch eine Untersuchung in Angriff genommen, um die Abhängigkeit der spezifischen Wärme der Luft von ihrem Druck zu bestimmen. *Regnault*, der auch diese Frage schon aufgeworfen hatte, konnte keine Änderung der spezifischen Wärme nachweisen. Die Beweiskraft seiner Versuche wird jedoch mit Recht angezweifelt, da die Empfindlichkeit seiner Versuchsanordnung nicht ausreichte, bei den der Beobachtung unterworfenen

geringen Drucken bis zu 10 Atm. schon eine Änderung anzuzeigen, zumal, da diese geringer zu sein scheint, als sie später *Lussana* bei seinen Versuchen fand.

In diesem Zusammenhange sei noch eine Untersuchung der Reichsanstalt angeführt, die einen Beitrag zu der Kenntnis der Verhältnisse der spezifischen Wärmen bei konstantem Druck und konstantem Volumen für Luft, Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserstoff lieferte. Sie geht der Zeit nach den oben angegebenen voran und bildet ein Beispiel, wie ein auf dem einen physikalischen Gebiete erprobtes Mittel zugleich die Lösung anderer Aufgaben fördern kann. So lieferte das feine Platinblech, aus dem das für die Strahlungsmessungen neu konstruierte Bolometer hergestellt worden war, ein schnell folgendes Thermometer zur Beobachtung der Abkühlung, welche die Gase infolge der adiabatischen Ausdehnung bei der Versuchsanordnung von *Clément* und *Desormes* erleiden, und bedeutete für diese eine Verbesserung, gegenüber der bisher üblichen Bestimmung aus der Druckabnahme des Gases. Denn es konnten nun auch die Gase mit guter Wärmeleitung genau gemessen werden.

Bei den oben erwähnten kalorimetrischen Messungen wurde das Kalorimeter auf elektrischem Wege geeicht. Diese Methode wurde auch auf die Apparate ausgedehnt, die sich zur Bestimmung der Verbrennungswärme der Berthelotschen Bombe bedienen, sowie auf die Eichung von technischen Kalorimetern, die für die Messung der Heizwerte von Leuchtgas u. dgl. bestimmt sind.

Die behandelten Arbeiten der Wärmephysik bieten ein Beispiel für die doppelte Aufgabe der Reichsanstalt, die darin besteht, physikalische Instrumente zu eichen und außerdem selbst Untersuchungen anzustellen, die ein großes wissenschaftliches oder technisches Interesse bieten. Die beiden Richtungen befruchten sich gegenseitig. Denn einerseits kann nur der mit der physikalischen Wissenschaft fortschreitende Forscher die Genauigkeit und den Umfang der Eichungen dem Bedürfnisse anpassen, andererseits gewähren neu eröffnete Meßbereiche die Möglichkeit für die Lösung neuer Aufgaben.

Die Sterilisierungsmethoden für Trinkwasser.

Von Dr. J. Tillmans, Frankfurt a. M.,

Vorsteher der chemischen Abteilung des Städt. Hygienischen Instituts.

Wir unterscheiden die natürlichen Wässer in Oberflächenwasser und Grundwasser. Oberflächenwasser ist alles Wasser, welches mit der äußeren Luft in Berührung ist. Es ist demnach das Wasser von Seen, Flüssen, Teichen, Zisternen, Stauweihern, Talsperren usw.

Grundwasser ist dagegen das Wasser, welches beim Auftreffen der meteorologischen Niederschläge auf den Erdboden in den Boden eindringt und dort so lange tiefer sinkt, bis es auf eine

für Wasser undurchlässige Bodenschicht gelangt, auf der es sich sammelt, indem es die Poren und Hohlräume des darüber stehenden Erdreiches anfüllt.

Ein für menschliche Genußzwecke verwendetes Wasser muß farblos, geruchlos, von angenehmem Geschmack und zusagender Temperatur, überhaupt von solcher Beschaffenheit sein, daß es gern genossen wird. Ferner darf es vor allen Dingen keine krankheitserregenden Mikroorganismen enthalten.

Die Keimzahl beträgt in Oberflächenwässern, welche jeder Verschmutzung mehr oder weniger schutzlos preisgegeben sind, oft viele Tausende bis Hunderttausende in 1 cm. Selbstverständlich sind diese Bakterien zum weitaus größten Teil keine Krankheitserreger, doch können sich unter ihnen auch Krankheitserreger befinden; insbesondere kommen für die bei uns vorliegenden Verhältnisse die Erreger der Darmerkrankungen Ruhr und Typhus in Betracht.

Grundwasser aus einwandfreien Bodenschichten, die aus gut filtrierendem Material bestehen, ist im allgemeinen keimfrei, da die Keime beim Filtrieren des Wassers durch den Boden an den Sandkörnern des Erdreiches hängen bleiben. Ferner ist derartige Grundwasser stets gleichmäßig kühl, während Oberflächenwasser im Sommer zu warm, im Winter meist zu kalt ist. Oberflächenwasser enthält auch gewöhnlich gelöste organische Stoffe in mehr oder minder großer Menge, Substanzen, die nach ihrer Herkunft, ohne direkt gesundheitsschädlich zu sein, doch geeignet sind, ein Wasser als Trinkwasser unappetitlich erscheinen zu lassen. Aus allen diesen Gründen verdient einwandfreies Grundwasser für die Wasserversorgung bei weitem den Vorzug. Leider gibt es aber eine ganze Anzahl von Städten, die nicht in der glücklichen Lage sind, in ihrer Nachbarschaft über Grundwasserströme von der notwendigen Ergiebigkeit zu verfügen.

Von solchen Städten muß daher auch heute noch das Oberflächenwasser von Seen und Flüssen für die Wasserversorgung herangezogen werden. So decken beispielsweise Hamburg, Bremen, Breslau, Magdeburg, Stuttgart ihren Bedarf an Trinkwasser ganz oder zum Teil aus dem Wasser der in Frage kommenden Flüsse.

Bei uns in Deutschland wird aber nirgendwo mehr das Oberflächenwasser unbehandelt zur Wasserversorgung verwandt. Stets muß derartige Wasser vor seiner Verwendung zu Trinkzwecken einer Behandlung zum Zwecke der Entfernung der Bakterien unterzogen werden.

Diese Entfernung der Bakterien kann durch die Verfahren der Filtration oder Sterilisation geschehen. Im ersten Falle werden die Bakterien mechanisch entfernt, im zweiten durch zugesetzte Mittel abgetötet.

Es sind eine große Reihe von derartigen Mitteln vorgeschlagen, insbesondere auch für die Wasserversorgung der Truppen im Felde. Die meisten dieser Mittel haben sich nicht bewährt, weil sie entweder überhaupt nicht sicher wirken oder aber das Wasser in bezug auf Aussehen, Geruch und Geschmack derartig verändern, daß sie praktisch nicht in Frage

kommen. Das sicherste Mittel für Sterilisierung im Kleinbetrieb ist das Abkochen, ein Verfahren, welches aber natürlich wegen der Kosten nur mit kleinen Wassermengen ausführbar ist. Ich sehe also davon ab, alle die vielen vorgeschlagenen Mittel zu erwähnen, und beschränke mich nur darauf, die Verfahren zu schildern, welche für den Großbetrieb praktisch Bedeutung gewonnen haben, nämlich die Sterilisierung mit Ozon, freiem Chlor und ultravioletten Strahlen.

Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon.

Das Ozon ist bekanntlich eine allotrope Modifikation des Sauerstoffes. Während das Sauerstoffmolekül aus zwei Atomen besteht, setzt sich das Molekül Ozon aus drei Atomen zusammen. Es zerfällt sehr leicht in gewöhnlichen Sauerstoff, $O_3 = O_2 + O$, wobei das freiwerdende Atom Sauerstoff, wenn es oxydierbare Substanzen vorfindet, sehr kräftige Oxydationswirkungen entfaltet. Darauf beruht auch seine Anwendung zur Bakterienabtötung bei der Sterilisation von Wasser. Der freiwerdende Sauerstoff wirkt in statu nascendi auf die Bakterien oxydierend ein, wobei diese absterben.

Das Ozon bildet sich bei der dunklen Entladung hochgespannter elektrischer Ströme. W. v. Siemens hat es im Jahre 1857 auf diesem Wege zuerst dargestellt.

Die desinfektorische Wirkung des Ozons untersuchte Ohlmüller zuerst im Kaiserlichen Gesundheitsamte. Er fand, daß das Ozon nur in Gegenwart von Wasser kräftig desinfizierend wirkte und daß die Desinfektionswirkung um so besser war, je weniger organische Substanz das Wasser enthält.

In der Praxis wurde das Ozonverfahren zuerst in kleinen Anlagen in Holland und Frankreich durch die Firmen Tindall und Abraham und Marmier angewendet. Die günstigen Berichte aus diesen Ländern veranlaßten die Firma Siemens & Halske, Berlin, in Martinikenfelde eine große Versuchsanlage anzulegen und dort Versuche in größerem Stile auszuführen.

An dieser Versuchsanlage sowohl wie an den später errichteten Wasserwerken, sowohl nach System Siemens & Halske als auch nach anderen Systemen, ist von zahlreichen Bakteriologen die Wirkung des Ozons geprüft worden. Stets wurde gefunden, daß das Ozon eine ausgezeichnete bakterienabtötende Wirkung entfaltet; ganz besonders günstig ist die Wirkung auf pathogene Bakterien.

Eine Vorbedingung für gute Sterilisierung des Trinkwassers ist, daß das zu sterilisierende Wasser keine suspendierten Bestandteile und auch nicht zuviel gelöste organische Stoffe besitzt. In diesem Falle wird nämlich das Ozon statt zur Abtötung der Bakterien zur Oxydation der organischen Stoffe verbraucht. Stets muß also das Wasser vollkommen klar zur Sterilisation verwandt werden. Wo es das nicht ist, muß zunächst eine Filtration zur Entfernung der ungelösten Substanz vorgenommen werden.

Auch wenn das Wasser Eisenverbindungen gelöst enthält, wird die Wirkung unsicher. Das Eisen ist im Wasser bekanntlich stets als Oxydul

vorhanden. Das zugefügte Ozon oxydiert die Ferrosalze und kann dann nicht in genügendem Maße auf die Bakterien einwirken.

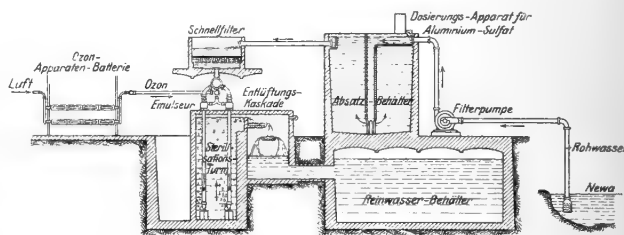
Besonders wertvoll erscheint bei der Behandlung des Wassers mit Ozon der Umstand, daß ein Überschuß von Ozon nicht schadet. Das Ozon verschwindet nämlich nach einiger Zeit von selbst wieder aus dem Wasser, indem es in gewöhnlichen Sauerstoff übergeht. Der Geruch und Geschmack des sterilisierten Wassers wird also nicht ungünstig beeinflusst.

Eine ganze Reihe von Städten sterilisieren heute ihr Trinkwasser mit Ozon, so Paderborn i. W., Chemnitz, Hermannstadt, Paris, Nizza, Florenz, St. Petersburg u. a. Weitere Ozonanlagen sollen ferner in ausländischen Städten (Spanien, Rumänien) im Bau begriffen sein.

Die Konzentration der Luft an Ozon beträgt im allgemeinen 3 g und steigt höchstens bis auf 5 g pro Kubikmeter Luft.

Man baut Ozonanlagen ebensowohl für die Großbetriebe wie auch für den kleinen Betrieb, sei es für die Industrie, sei es für den Haushalt.

In der Abbildung ist das Ozonwasserwerk der Hauptstadt des russischen Reiches schematisch dargestellt. Das der Newa entnommene



Rohwasser wird zunächst nach Zusatz von Chemikalien in Klärbehältern geklärt und dann auf Schnellfiltern filtriert. Es tritt dann innig vermengt mit dem durch die Emulsore (Art Wasserstrahlpumpen) von der Ozonapparatenbatterie angesaugten Ozon in die Sterilisationstürme ein. Hier erfolgt in kürzester Frist die Abtötung der Bakterien. Danach fließt das Wasser über Entlüftungskaskaden in den Reinwasserbehälter und das Stadtnetz.

Was nun die Kosten der Sterilisation mit Ozon betrifft, so müssen sie an den verschiedenen Anlagen stark schwanken. Sie sind abhängig von den Anlagekosten, den Kosten für Grunderwerb und den Stromkosten, sowie den Löhnen und ähnlichem, nach den verschiedenen Ländern und Gegenden schwankenden Faktoren. Natürlich spielt auch die Größe der Anlage eine Rolle, da größere Anlagen stets relativ billiger arbeiten als kleine. Im allgemeinen kann man jedoch sagen, daß im Kostenpunkt das Ozonverfahren den Vergleich mit allen andern im Großbetrieb verwendeten Wasserreinigungsverfahren nicht zu scheuen braucht.

Nach Erlwein dürften die Gestehungskosten bei Anlagen mit 200—300 cbm Stundenleistung sich pro Kubikmeter auf 1,5—2 Pfg. belaufen, bei größeren Anlagen auf 0,8—1 Pfg. Die Kosten für Ozon selbst sind nach demselben Autor gering, die Haupt-

kosten fallen auf Verzinsung, Amortisation und Löhne.

Ist eine Filtration notwendig, so erhöht sich der Preis um die Kosten der Filtration, die etwa 0,7 bis 0,9 Pfg. pro Kubikmeter betragen.

Das Verfahren der Sterilisierung des Wassers mit freiem Chlor.

Im Jahre 1894 teilte *Traube* mit, daß man durch einen Zusatz von freiem Chlor in einer Menge von 1 : 1 000 000 Wasser zu sterilisieren vermöge.

Um das überschüssige Chlor wieder zu beseitigen, verwendete *Traube* Natriumsulfit.

Die Resultate *Traubes* wurden später vielfach auch mit Wasser, dem Typhuskeime und Cholera-vibrionen künstlich zugesetzt waren, nachgeprüft. Während einige Forscher zu demselben Resultat kamen wie *Traube*, fanden andere, daß zu einer sicheren Sterilisierung die Chlorkalkmengen sehr viel höher sein müßten.

Grimm erklärte die beträchtlichen Abweichungen in den für die Sterilisation notwendigen Chlorkalkmengen bei einigen Autoren daraus, daß bei diesen Autoren als Erfolg stets vorgeschwebt habe, das Chlor zur Trinkwasserbereitung im Felde und in den Tropen, also für den Handgebrauch, zu benutzen.

Das verdächtige Wasser muß dabei stets kurz vor dem Gebrauch sterilisiert werden, es muß also eine geringe Einwirkungszeit gewählt werden. Während *Traube* zwei Stunden einwirken ließ, haben die Forscher, welche beträchtlich höhere Chlormengen zur Sterilisierung notwendig hatten, nur wenige Minuten einwirken lassen.

Trotz dieser teilweise ungünstigen Berichte hat die Praxis zunächst in Belgien, Amerika und England, im vergangenen Jahre indessen auch bei uns in Deutschland das Verfahren aufgenommen und sehr günstige Ergebnisse erzielt.

Im Großbetriebe wurde die Chlorsterilisierung zuerst angewendet in Form des sogen. Ferrochlor-Verfahrens.

Dieses Verfahren wurde von *Duyk* in Brüssel ausgearbeitet und in einer Wasserreinigungsanlage in Middelkerke in Belgien im Großbetriebe durchgeführt und geprüft.

Das Rohwasser wird nach Abscheidung der unlösligen Bestandteile in Absatzbecken oder ähnlichen Vorrichtungen oder auch unmittelbar mit einer chlorkalkhaltigen Flüssigkeit und Eisenchloridlösung versetzt, und diese Mischung entweder ohne weiteres oder auch nach Klärung in Absatzbecken auf Schnellfiltern (System *Howatson*) filtriert. Das filtrierte Wasser ist dann gnußfertig.

An Chlor wurden 26,6 Teile freies Chlor auf 1 000 000 Wasser verwendet, also ein recht erheblicher Zusatz.

Beim Zusatz der Chemikalien bildet sich Eisenoxydhydrat, freies Chlor und freier Sauerstoff. Das freie Chlor und der freie Sauerstoff bewirken die Sterilisierung, während das Eisenoxydhydrat die schwebenden Stoffe zu Boden reißt. Das freie Chlor verschwindet von selbst aus dem Wasser; das zum

Genuß gelangende Wasser soll keine schädlichen Chlorverbindungen mehr enthalten.

Das Verfahren ist mehrfach geprüft und günstig beurteilt worden. Die Abtötung der Keime war bei der ersten Prüfung im Jahre 1902 sehr erheblich; die Keimzahl ging von 5000 im Rohwasser auf 40 im Reinwasser zurück.

Später sind auch an anderen Orten Ferrochloranlagen ausgeführt worden (*Hasselt*).

Im Jahre 1908 ist die Sterilisierung von Wasser mit Chlorkalk von *S. A. Johnson*, Chicago, in vielen Städten der Vereinigten Staaten von Nordamerika eingeführt worden; das Verfahren soll bald darauf schon in weit über 100 Städten ständig gebraucht worden sein. Soweit sich übersehen läßt, nimmt die Verwendung des Verfahrens in Amerika immer mehr an Ausdehnung zu.

Man verwendet Chlor in Form von Chlorkalk oder Natriumhypochlorit.

Im allgemeinen wird der Chlorkalk im Verhältnis von 1 : 350 000 zugesetzt, es kommt dann ein Teil wirksames Chlor auf 1 000 000 Teile Wasser, doch werden auch höhere sowohl wie niedrigere Chlorzusätze verwandt.

Wasser mit höherem Gehalt an organischen Stoffen braucht mehr Chlor als solches, welches weniger organische Substanz enthält. Im allgemeinen dürfte der Chlorzusatz in der Praxis zwischen 0,5 bis 3,5 mg freies Chlor pro Liter Wasser schwanken.

Wegen des geringen Chlorzusatzes entfernt man das überschüssige Chlor nicht aus dem Wasser, um so mehr, als es nach einigen Stunden im Wasser nicht mehr nachzuweisen ist. Offenbar bindet es sich an die gelösten organischen Stoffe des Wassers.

Im allgemeinen wird das Wasser vor dem Chlorzusatz erst durch Filtration von seinen Schwebstoffen befreit, da sonst ähnlich wie beim Ozon naturgemäß die Wirkung unsicher bleiben muß. Indessen beschränken sich auch einige amerikanischen Städte darauf, das Chlor zum unfiltrierten Wasser zuzusetzen.

Die Abtötung der Keime soll nach den amerikanischen Berichten eine ausgezeichnete sein.

Aus England wird von einem anderen Verfahren der Chlorbehandlung, dem sogen. de Chlor System, berichtet. Im „de Chlor Filter“ wird der ganze Wasserreinigungsprozeß vorgenommen. Dem de Chlor Filter wird das vorgefilterte Wasser und der Chlorkalk in bestimmten Mengen zugepumpt. Im oberen Teile des Filters bleibt dieses Gemisch eine Zeitlang stehen. Im unteren Teile enthält das Filter drei Abteilungen, die erste und letzte Abteilung sind mit Kies gefüllt, die zweite mit gekörnter Kohle. Beim Passieren des Wassers durch diese Schicht wird das überschüssige freie Chlor durch die Kohle absorbiert.

In Reading in England ist das Verfahren in Betrieb. Die Keimzahl sank von 4234 im Rohwasser auf durchschnittlich 34 Keime im Reinwasser.

Im heißen Sommer 1911 hat man wegen der drohenden Typhusgefahr die Chlorkalkbehandlung des Wassers auch in einer Reihe von Städten des

rheinisch-westfälischen Industriebezirktes verwendet. Auch hier waren die bakteriologischen Effekte ausgezeichnet.

Der Hauptnachteil des Verfahrens der Chlorsterilisation besteht darin, daß das Chlor den Geruch und Geschmack des Wassers beeinflusst.

Bruhns gibt an, daß nach seinen Versuchen, die mit einer ganzen Reihe von Personen angestellt wurden, für die meisten Menschen die Grenze der Geschmackswirkung bei einem Zusatz von 1,5—2 mg freies Chlor pro Liter Wasser lag. Das sind aber gerade Gehalte, die bei den meisten Wässern für eine gute Sterilisationswirkung verwendet werden müssen.

Nun kann man allerdings das Chlor beseitigen, wenn man Natriumthiosulfat nach erfolgter Einwirkung zugibt. Auf ein Teil des verwendeten Chlorkalkes braucht man nach *Bruhns* etwa 0,5 bis 0,7 Teile Natriumthiosulfat. Das so behandelte Wasser soll dann keinen unangenehmen Geruch und Geschmack mehr aufweisen. Der Hauptvorteil des Verfahrens ist seine große Billigkeit. Man bedarf keiner Apparatur wie bei allen andern Wasserreinigungsverfahren. Man braucht nur einen Behälter und den billigen Chlorkalk, der nur in äußerst geringer Menge verwandt wird.

Nach *Imhoff* und *Saville* sollen die Kosten etwa $\frac{1}{20}$ von denen der sonstigen Wasserreinigungsverfahren betragen; 100 cbm zu sterilisieren kostet etwa 5 Pfg.

Zur allgemeinen Einführung kann das Verfahren für Deutschland nicht empfohlen werden; es ist mit gewissen Mißständen, insbesondere schlechtem Geruch und Geschmack, behaftet, der von empfindlichen Personen doch in sehr geringen Mengen bemerkt wird. Dazu kommt noch die Autosuggestion. Zweifellos kann jedoch das Verfahren für Ausnahmefälle gute Dienste leisten. Da, wo ein Trinkwasser vorübergehend bakteriologisch gefährdet erscheint, empfiehlt sich die Chlorsterilisation. Das Verfahren verdient in solchen Fällen wegen seiner Einfachheit, Billigkeit und schnellen Ausführbarkeit vor den übrigen Verfahren den Vorzug.

Sterilisierung des Wassers durch Behandlung mit ultravioletten Strahlen.

Zerlegt man das weiße Licht in seine Bestandteile, so lassen sich bekanntlich über dem sichtbaren blauen Teil des Spektrums noch Strahlen nachweisen, die sogenannten ultravioletten Strahlen, die zwar als Licht nicht mehr wahrgenommen werden, denen aber kräftige chemische Wirkungen zukommen.

Daß diesen ultravioletten Strahlen auch bakterientötende Kraft innewohnt, ist schon längere Zeit bekannt. Auch die bakterientötende Kraft des direkten Sonnenlichtes führt man auf den Gehalt des Sonnenlichtes an ultravioletten Strahlen zurück.

Den französischen Forschern *Courmont* und *Nogier* gebührt das Verdienst, die ultravioletten Strahlen in der Wassersterilisierungspraxis zuerst verwandt zu haben und wenn auch über die praktische Anwendbarkeit des Verfahrens im Großbetriebe bzw. die Konkurrenzfähigkeit des Verfahrens, insbesondere im Kostenpunkt, die Meinun-

gen zurzeit nicht ganz geklärt sind, so ist doch der Anfang recht vielversprechend.

Sendet man durch eine evakuierte Röhre, welche Quecksilberdampf enthält, einen Gleichstrom, so leuchtet der Quecksilberdampf und sendet eine große Menge ultravioletter Strahlen aus. Glas läßt diese Strahlen nicht durchtreten, wohl aber Quarz. Man hat daher die sogenannte Quecksilberdampfquarzlampe konstruiert, welche heute schon von den verschiedensten Firmen geliefert wird. So von der Firma Ultraviolette, Paris, rue chauchat 32, von der Westinghouse Cooper Hewitt Gesellschaft, Berlin, Wilhelmstraße 131, von der Quarzlampengesellschaft m. b. H., Hanau a. M.

Voraussetzung für die Anwendung der Quecksilberdampfquarzlampe zur Wassersterilisierung ist, daß das Wasser vollständig klar ist. Bei trübem sowie gefärbtem Wasser dringen die Strahlen nur wenige Millimeter weit in das Wasser ein und werden dann absorbiert, während nach *Courmont* klares Wasser für ultraviolette Strahlen bis auf 30 cm von der Lampe entfernt durchlässig ist.

Aus diesem Grunde sind die ultravioletten Strahlen auch unanwendbar für die Sterilisierung von Bier, Wein, Milch und ähnlicher Flüssigkeit. Hier dringen die Strahlen nur bis zu Bruchteilen von Millimetern herab ein, womit das Verfahren vollständig unökonomisch wird.

Indessen will *v. Recklinghausen* neuerdings auch filtriertes Seinenwasser, welches stark gelb gefärbt ist, mit seiner verbesserten Lampe (vergl. unten) genügend sterilisiert haben.

Man arbeitet sowohl mit in der Luft brennenden Lampen als auch mit Lampen, welche in das zu sterilisierende Wasser eingetaucht werden.

Im letzteren Falle läßt man das Wasser mit einer solchen Geschwindigkeit und in solcher Entfernung an der Lampe vorbeifließen, daß das Wasser gerade lange genug mit den Strahlen in Berührung kommt, um sterilisiert zu werden.

Für beide Systeme werden sowohl Vorteile wie Nachteile angeführt. Als Vorteile der eingetauchten Lampen werden angegeben, daß die Strahlung am besten ausgenutzt werde. Dann aber kühlt sich die Lampe auch dauernd ab. Die Lampen erhitzen sich nämlich in Luft auf 7—800°, wodurch sie auf die Dauer in ihrer Wirksamkeit nachlassen.

Dahingegen sollen die in Luft brennenden Lampen infolge der erhöhten Temperatur eine bessere Ausbeute an ultravioletten Strahlen ergeben. Ferner fällt hier das Beseitigen des Kesselsteins von den Lampen, welches bei den eingetauchten Lampen von Zeit zu Zeit erfolgen muß, fort.

Die Resultate, die *Courmont* und *Nogier* über ihre Versuche zur Sterilisierung mitteilen, sind ausgezeichnet. Von vielen Millionen und Milliarden Colikeimen pro Kubikzentimeter wurde das Wasser nach Einwirkung der Strahlen von längstens einer Minute, meistens aber momentan oder nach wenigen Sekunden vollständig befreit.

Auch andere Autoren erhielten gute Sterilisationseffekte mit der Methode. So haben auch zwei Mitglieder der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung, Berlin, *Grimm* und *Weldert*, Versuche

mit einer Quecksilberdampfquarzlampe ausgeführt. Der Sterilisierungseffekt war, wenn das Wasser genügend langsam durchfloß, gut. Er wurde aber ungenügend, wenn die Geschwindigkeit über eine bestimmte Grenze gesteigert wurde.

Chemisch wird das Wasser in keiner Weise verändert. Die Ansicht, daß durch die Bestrahlung Wasserstoffsuperoxyd oder Ozon gebildet würde und daß diese Körper die Sterilisation veranlassen, ist unrichtig. Nitrite, Nitrate, Stickstoffverbindungen und die sonstigen Salze des Wassers werden in keiner Weise verändert. Nur erfährt das Wasser eine geringe Erhöhung der Temperatur um wenige Zehntelgrade.

Langandauernde Tierversuche mit bestrahltem Wasser haben ferner dargetan, daß es vollständig gesundheitlich ungefährlich ist.

Der schwächste Punkt der Methode ist die Kostenfrage. Während *Courmont* und *Nogier* der Ansicht sind, daß es in dieser Richtung mit allen sonstigen Wasserreinigungsverfahren konkurrieren kann, berechnen *Weldert* und *Grimm* aus ihren Versuchen, daß bei demselben Effekt das Ultraviolettverfahren etwa 10—15mal so teuer ist als die übrigen Wasserreinigungsverfahren.

Nach *Erlwein* fehlt ferner noch der wichtigste Punkt für einen Vergleich der Kosten mit denen der übrigen Wasserreinigungsverfahren, nämlich die genaue Kenntnis der Lebensdauer und der Reparaturkosten der einstweilen noch sehr teuren Quarzlampen.

von Recklinghausen hat aber eine Lampe konstruiert, welche mit 500 Volt Spannung (gegen 220 bei den sonstigen Lampen) betrieben wird. Diese Lampe soll, da sie elfmal so viel ultraviolette Strahlen erzeugt, bedeutend wirtschaftlicher sein.

M. W. ist in Deutschland noch kein Großbetrieb zur Ultraviolettbestrahlung des Wassers übergegangen. Indessen sollen nach *von Recklinghausen* eine ganze Reihe von französischen Städten das Verfahren benutzen oder im Begriffe stehen, es einzuführen. Hausapparate für den Kleinbetrieb werden in der Praxis schon verwendet.

Die Bedeutung der Speicheldrüsen für die Aufnahme und Verarbeitung der Nahrung bei den Tieren¹⁾.

Von Prof. Dr. H. Jordan, Tübingen.

Die Natur bedient sich oft mannigfaltiger Mittel zu einem einzigen Zwecke. Nicht selten aber bedient sie sich des gleichen Mittels, um mannigfaltige Zwecke zu erreichen. Viele Wege stehen ihr offen, um zu einem Ziele zu gelangen, viele

Wege, um ein einziges „Mittel“ (also etwa ein Organsystem) je nach Bedarf zu *verschiedenen* Zielen dem Organismus nutzbar zu machen. In dieser Mannigfaltigkeit liegt der Hauptreiz biologischer Studien; einer Mannigfaltigkeit, die also immer durch ein gemeinsames Ziel oder eine gemeinsame Basis, engste Beziehungen erkennen läßt, Beziehungen der sie bildenden Einzelercheinungen untereinander.

Die *Beziehung*, der Kern aller Wissenschaft, läßt uns innerhalb der Mannigfaltigkeit jede Einzelercheinung als Glied des Ganzen erkennen und macht sie zum Gegenstand allgemeinsten Interesses. Die *Mannigfaltigkeit* aber, durch jene Beziehung vereinheitlicht, zeigt uns den Umfang des Naturgeschehens, des Naturkönnens, das, sich vom Einheitsschema entfernend, frei schafft, was zur Erreichung des Zieles „Leben“ notwendig ist.

Unter dem angedeuteten Gesichtspunkte wollen wir in den folgenden Zeilen ein Beispiel dafür kennen lernen, wie die Natur mit einem einzigen Organsystem eine ganze Reihe verschiedener Zwecke erreicht.

Es gibt bei den Tieren wohl keine Erscheinungsreihe von solcher Vielgestalt, wie der Erwerb und die Aufnahme der Nahrung. Entsprechend sind die Tiere denn auch mit mancherlei Organen ausgerüstet, diesen Aufgaben gerecht zu werden. Unter diesen Organen spielen „*Speicheldrüsen*“ eine große Rolle. Wir verstehen unter Speicheldrüsen durchweg solche, einen Saft (ein Sekret) bereitende Organe, deren ausführende Kanäle in, oder in der Nähe der Mundhöhle münden.

I. Bestandteile des Speichels, welche die Aufnahme oder den Erwerb der Nahrung erleichtern.

A. Schleim (*Mucin*).

a) *Schleim als Schmiermittel*. Wie erstmalig der Saft bestimmter Drüsen innerhalb der Tierreihe in den Dienst der Nahrungsaufnahme getreten sein mag, können wir uns wie folgt denken: Vielen niederen Tieren geht ein nennenswertes Vermögen, die Beute in kleine Bissen zu zerlegen, vollkommen ab. Die Nahrung muß daher in vielen Fällen in Form verhältnismäßig großer Stücke, oft ganzer Beutetiere, eingeschlungen werden. Das gilt z. B. für die Seeanemone, die erstaunlich große Jagdbeuten durch ihren Schlund zu zwingen vermag. Die Muskelbewegung, mit Hilfe derer solch ein Schlingakt ausgeführt wird, hat uns nicht zu beschäftigen; wohl aber die Tatsache, daß dieser Akt unterstützt wird durch *Schleim*, der das *Gleiten der Bissen* erleichtert.

Wir können bei Seeanemonen nicht von Speicheldrüsen reden. Allein die Oberfläche des Körpers, die Wand von Schlund und Magen sind reich an einzelligen Drüsen, die Schleim absondern. Schon wenn die Beute mit den Fangarmen gefangen wird, ergießt sich Schleim auf sie, den die Drüsen der Arme selbst bereiten. Von den Armen dem Munde übergeben, gelangt sie hier in eine Region, die besonders reich an Schleimzellen ist. Aber auch im

¹⁾ Nach einem Vortrag erweitert. Das Tatsachenmaterial wurde entnommen: *Jordan*, Die vergleichende Physiologie der wirbellosen Tiere. Bd. 1 Ernährung. Jena 1913, G. Fischer. Bezüglich der Wirbeltiere siehe größtenteils *Biedermann*, Die Aufnahme, Verarbeitung und Assimilation der Nahrung in *Wintersteins* Handb. d. vergl. Physiol. Jena 1911, G. Fischer.

Innern des Magens wird diese Substanz abgeschieden¹⁾.

Auch bei den *Strudelwürmern* ist es zweifelhaft, ob wir von Speicheldrüsen schon reden dürfen. In ihrem Rüssel finden wir einzellige Hautdrüsen, die wahrscheinlich solch einen, das Einschlingen der Nahrung erleichternden Schleim liefern. Ähnliches gilt für die *Fische*, denen echte Speicheldrüsen fehlen, die dafür aber in der Mundschleimhaut sog. Becherzellen, das sind einzellige Schleimdrüsen, besitzen.

Bei vielen Tieren finden wir (teilweise neben einzelligen Drüsen) echte *vielzellige Speicheldrüsen*, die sehr oft, unter anderem, Schleim abcheiden.

Zum ersten Male in der Tierreihe begegnen wir kompakten Speicheldrüsen mit ausgiebiger Schleimsekretion bei den Lungenschnecken. Diese Drüsen liegen einer Erweiterung der Speiseröhre, dem Kropf, auf. Es sind zwei lappige, langgestreckte Drüsenblätter, die mit je einem der Speiseröhre parallel laufenden Ausführungsgang in den Schlundkopf münden. Sie ergießen ihren Saft also dahin, wo mit Hilfe der Raspelzunge (*Radula*) die Bissen gebildet werden. Der Saft ist fadenziehend und reich an Schleim.

Schleimhaltiger Speichel spielt bei Wirbellosen²⁾ noch weiterhin eine Rolle, es seien Tintenfische (*Octopus vulgaris*, *Eledone moschata*), Insekten (*Gryllus*, *Gryllotalpa*) genannt. Allgemeinste Verbreitung aber findet er bei *Wirbeltieren*: Gewisse Drüsen der Mundschleimhaut, der Zunge, viele der großen Speicheldrüsen liefern Schleim. Seine Bedeutung ist auch hier die Bissen schlüpfrig zu machen. Das läßt sich nach *Pawlow* auf folgende Weise zeigen: Bei Säugetieren richtet sich die Beschaffenheit des Speichels jeweilig nach der Art der aufgenommenen Nahrung. Füttert man einen Hund mit trocknen Substanzen, so wird ein besonders schleimreicher Speichel abgeschieden („Schmier-speichel“).

b) *Schleim als Fangmittel*. Die „fadenziehende“ Eigenschaft des Schleimes deutet schon auf seine Klebrigkeit hin, die bei entsprechender Konsistenz sehr bedeutend werden kann. So finden wir bei vielen Tieren Schleim im Dienste des Beutefangs. Schon manche Protozoen (z. B. *Choanoflagellaten*³⁾) nähren sich von kleinen Beuteobjekten, die sich in einem von der Protozoenzelle ausgeschiedenen zähen Schleim fangen. Nicht anders manche Steinkorallen, die periodisch den Schleimbelag, den sie auf der Körperoberfläche bilden, mit den darin gefangenen Kleinlebewesen einschlucken. Auch der Schleim der Fangarme unserer Seeanemonen, von dem wir sprachen, ist sehr klebrig. Was hier nun

für den Schleim der Körperoberfläche gilt, ist in ähnlicher Weise zutreffend für den schleimreichen Speichel mancher Wirbeltiere.

Die hier in Betracht kommenden Tiere fangen Insekten derart, daß sie ihre Zunge gegen die Beute ausschleudern oder vorschnellen. Die Beute haftet dann an der mit zähem Schleim überzogenen Zunge, wie an einer Leimrute. Hier sind zu nennen die Frösche, das Chamäleon, die Spechte; unter den Monotremen: *Proechidna*, *Echidna*; unter den Edentaten: *Myrmecophaga*, *Dasypus*, *Manis*. Die Zunge von *Echidna* ist lang und wurmförmig, mächtige Speicheldrüsen, die vorderen Submaxillardrüsen liefern den Schleim. Ich fand in ihrem starken Ausführungsgang einen glashellen, gallertartigen, sehr klebrigen Schleim, aus dem außerordentlich lange Fäden gezogen werden konnten. Zerreibt man die Drüse mit Wasser, so erhält man eine sehr zähe schleimige Masse, die nahezu gesteht! (*Proechidna*).

B. Das Wasser.

„Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Speichel vor allem die Rolle von Wasser zu spielen hat. Dieses ist aber in der Mundhöhle dann nötig, wenn ein Tier feste trockene Nahrung aufnimmt . . .“ (*Pawlow*). Das kann naturgemäß nur von Landtieren gelten, da Wassertieren ja Wasser ohnehin in genügenden Mengen zur Verfügung steht. Bei Säugetieren aber wissen wir, daß z. B. das Schlucken trockener Stoffe (wie Hafer oder Heu) einem Pferde die größte Mühe macht, bei dem zwar der Schleim, nicht aber die Gesamtmenge des Speichels in den Mund gelangen kann (Ausschaltung der Ohrspeicheldrüse — *Claude Bernard*). „Je trockener, fester die Nahrung, desto mehr Speichel ergießt sich auf sie aus allen Speicheldrüsen“ (*Pawlow*). Ferner dient das Wasser bei Aufnahme scharfer oder schlecht schmeckender Stoffe zu deren Verdünnung: es wird nach Verfütterung solcher Stoffe ein besonders wasserreicher Speichel abgesondert (Verdünnungsspeichel — *Pawlow*).

Wahrscheinlich spielt auch bei *wirbellosen* Landtieren das Wasser des Speichels eine große Rolle als Schwemm- und Lösungsmittel. Wir wissen hierüber nur einiges bei gewissen Insekten: Füttert man Bienen mit trockenem Zucker (eingetrockneter Zuckerlösung) so bringen sie auf den Zucker einen Speicheltropfen, um die entstandene Lösung dann aufzulecken. Ähnlich verhalten sich Fliegen.

Absonderlich erwähnen müssen wir bei den Säugetieren noch die Bedeutung wässriger (seröser) Sekrete von Drüsen, die sich am Grunde jener Furchen befinden, deren Seitenwände die Geschmacksknospen beherbergen: Die Sekrete sollen die Furche von eingedrungenen Nahrungsstoffen reinigen, die Geschmacksknospen stets wieder für ihre Funktion freimachend.

C. Eiweißlösende Fermente.

Der Speichel vieler Tiere enthält Stoffe, die, gleich den verdauenden Magen- und Darmsäften, gewisse Bestandteile der Nahrung aufzulösen imstande sind. Am bekanntesten ist das Verdauungsvermögen etwa des Menschenspeichels für

¹⁾ Der Schleim, den die Magenwand der Seeanemone abscheidet, hat verschiedene Aufgaben, u. a. ein leichtes Gleiten der Abfallstoffe zu ermöglichen, die den Magen durch die Mundöffnung verlassen müssen.

²⁾ Die Cirripeden besitzen einen Speichel, von dem zwar nicht bekannt ist, ob er Schleim enthält, der aber, als eine zähere Masse, die gekaute Nahrung zu einem Bissen zusammenballt.

³⁾ Auch viele andere Protozoen fangen ihre Beute mit Hilfe klebriger Sekrete. Ob es sich dabei aber um Schleime handelt, ist unbekannt.

Stärkemehl. Allein hierbei handelt es sich nicht um eine Unterstützung der Nahrungsaufnahme, mit der wir uns zunächst beschäftigen; wir werden später darauf zurückkommen. Anders in der Regel die Speichelarten, die Eiweiß auflösen; sie kommen bei einigen Wirbellosen vor. Wir nennen zuerst eine Meeresschnecke *Sycotypus canaliculatus*, Tintenfische (*Octopus*) und Spinnen. Diese Tiere sind einer besonderen Art der Nahrungsaufnahme fähig: *Sycotypus* frißt Austern und bemächtigt sich des Beutefleisches durch ein kleines Loch, das es in die Schale raspelt. Hat ein *Octopus* eine Krabbe verzehrt, so findet man auch die, an sich unverletzten Beine des Krusters, ihres Fleisches beraubt. Eine Spinne „saugt ihre Beute, z. B. eine Fliege, aus“ pflegt man zu sagen. Aber durch dieses „Aussaugen“ wird die Chitinhülle der Fliege aller ihrer Muskeln und anderer Organe beraubt! Kurz die in Frage stehenden Tiere bemächtigen sich des Beutefleisches dadurch, daß sie es durch einen Verdauungssaft in seiner eigenen Schale, seinem eigenen Panzer, verdauen, auflösen; die Lösung saugen sie dann ein¹⁾. Bezüglich der Art der Nahrungsaufnahme stehen die genannten Tiergruppen nicht vereinzelt da: Viele Insekten usw. verdauen ihre Beute bis zu einem gewissen Grade gleichfalls schon außerhalb des Körpers („Außenverdauung“), derart die mechanische Zerkleinerung des Kauens durch chemische Lösung ersetzend oder ergänzend. Ja die Larven von *Dytiscus*, *Myrmeleon* und *Lampyrus* bedienen sich der Außenverdauung in gleicher Weise wie Spinnen, *Octopus* und wohl auch *Sycotypus*: um nämlich das Beutefleisch aus dem schützenden Panzer herauszulösen. Aber, während im allgemeinen die Außenverdauung durch ausgespienen Mitteldarmsaft bewerkstelligt wird, bereiten Tintenfische, Spinnen und *Sycotypus* die notwendigen eiweißlösenden Fermente in *Speicheldrüsen*. Tatsächlich liefern die „hinteren“ Speicheldrüsen von *Octopus* und *Eledone*, die Speicheldrüsen von *Sycotypus canaliculatus*, die Unterkiefer- oder *Pedipalpendrüsen*²⁾ der Spinnen ein wirksames eiweißverdauendes Ferment.

Eiweißverdauende Speichel sollen noch bei einigen anderen Tieren vorkommen. So bei Bienen, deren Speichel neben anderen Eigenschaften, angeblich Eiweiß zu lösen vermag. Es handelt sich hierbei um das Eiweiß des Pollens, das während des Kauaktes schon verdaut oder doch angedaut wird. *Ankylostoma duodenale*, der Fadenwurm, der die sog. Gotthardkrankheit verursacht, lebt vornehmlich von der Schleimhaut des Menschen-darmes, in dem er sich aufhält. *Loöf* nimmt an, daß der Saft aus Speicheldrüsen des Wurmes das Gewebe der Schleimhaut auflöst. Endlich wird auch dem Speichel der Stechmücken eiweißlösende Wirkung zugeschrieben (*Schaudinn*)³⁾.

¹⁾ Bei *Sycotypus* ist der Vorgang noch nicht erwiesen.

²⁾ Das sind Drüsen, die im Unterkiefer selbst liegen und an der zum Kauen dienenden Kante münden.

³⁾ Der Weidenbohrer (*Cossus ligniperda*) bereitet einen Speichel, von dem man glaubte, er löse das zur Nahrung dienende Holz auf. Die Annahme hat sich nicht bestätigt.

D. Freie Säure.

Bei der Außenverdauung der Spinnen, Tintenfische usw. lernten wir die Art kennen, wie Speicheldrüsen den Schutz überwinden, den eine Chitinhaut oder ein Kalkpanzer dem Beutefleisch gewährt. Nunmehr beschäftigt uns eine ähnliche Einrichtung, die wohl vornehmlich da zur Anwendung kommt, wo der schützende *Kalkpanzer* besonders hart ist: Dann bedeutet schon das Anbringen einer ersten Öffnung in den Panzer eine für die mechanisch wirkenden Werkzeuge der Tiere unlösbare Aufgabe. Wieder sind es die Speicheldrüsen, die jene Werkzeuge unterstützen: Man kennt zahlreiche Seeschnecken, deren Speicheldrüsen freie Säure produzieren. Teils handelt es sich dabei um *Asparaginsäure*, teils um *Schwefelsäure*. Von *Dolium galea* kann man beträchtliche Mengen (von einem Tiere mehr als 50 ccm) solchen Speichels gewinnen. Er enthält an freier Schwefelsäure ungefähr 3 %, daneben etwa 0,5 % Salzsäure. Der Kalk des Stachelhäuterpanzers oder der Muschelschale wird unter der Einwirkung dieser Säuren brüchig und kann dann leicht von der *Radula* der Raubschnecke bearbeitet werden.

E. Speichel, der die Blutgerinnung hemmt.

Eine ganz andersgeartete Schwierigkeit haben Blutsauger bei der Nahrungsaufnahme zu überwinden. Das Säugetierblut, dessen sich solche Parasiten bemächtigen, würde an und für sich gerinnen und die Wunde verschließen, welche die stechenden Werkzeuge des Saugers verursachen. Man hat nun bei fast allen daraufhin untersuchten blutsaugenden Parasiten einen Speichel gefunden, der Blut, dem er zugesetzt wurde, am Gerinnen verhindert. Das gilt für den Blutegel, die Zecken und andere. Das wirksame Prinzip des Speichels vom Blutegel ist dargestellt worden und ist im Handel zu haben. Der Speichel dieser Parasiten wird durch zahlreiche einzellige Drüsen bereitet, die auf den Kieferschneiden zwischen den Zähnen münden und deren eigentlicher Körper zwischen den Saugmuskeln des Schlundkopfes (Saugpumpe) liegt. Derart wird durch den Saugakt selbst der Speichel in die durch die Kiefer verursachte Wunde getrieben. Das Blut wird ungerinnbar und kann ohne weiteres gesogen werden⁴⁾.

F. Giftspeichel.

Wir können hier giftige Speichelsekrete anschließen, da es ja auch ihre Aufgabe ist, die Nahrungsaufnahme zu erleichtern: den (hier aktiven) Widerstand der Beute auszuschalten. Die „Oberkiefer“ (*Cheliceren*) der Spinnen, die „Kieferfüße“ der chilopoden Tausendfüßer sind Giftzangen, welche Giftdrüsen bergen, die wir ja auch zu den

⁴⁾ Mücken (*Culex*) entleeren in die Stichwunde, die sie verursachen, Stoffe, welche die Gewebe des Wirts reizen, so daß mehr Blut zur Stichwunde zufließt, und welche wohl auch das zu saugende Blut ungerinnbar machen. Allein um Speichel handelt es sich hierbei nach *Schaudinn* nicht, sondern um einen Saft, den gewisse Sproßpilze abscheiden. Die Sproßpilze leben als „Commensalen“ in Vorderdarmverweiterungen der Mücke.

„Speicheldrüsen“ allgemeiner Definition rechnen können. Der Ausführungsgang der Drüsen mündet je an der Spitze der beiden Zangenäste. Die uns schon bekannten (hinteren) Speicheldrüsen der Octopoden liefern, neben eiweißverdauendem Saft, ein Gift, das die Beute (meist krebsartige Tiere) schnell tötet. Die Toxoglossen (Schnecken) haben eine Speicheldrüse, deren Gift sich durch die Rinne eines langen spitzen Radulazahnes in die Wunde ergießt, welche der Zahn sticht. Auch an die Giftdrüsen der Schlangen kann in diesem Zusammenhang erinnert werden.

II. Bestandteile des Speichels, welche an der eigentlichen Verdauung teilnehmen.

A. Eiweißverdauung.

Wir erwähnten Tiere, deren Speichel Eiweiß verdaut. Wir erkannten die Bedeutung dieser Verdauung in einer Erleichterung der Nahrungsaufnahme. Nichtsdestoweniger spielen diese Fermente auch eine Rolle bei der Verdauung. Sicher gilt das für die Schnecke *Sycotypus canaliculatus*, die abgesehen vom Speichel keinerlei eiweißverdauende Säfte bereitet.

B. Stärke- und Zuckerverdauung.

Die erste verdauende Wirkung eines Speichels, die man kennen lernte, war Stärkeverdauung durch Säugetier- (Menschen-) Speichel. Wir sind über die Verbreitung dieses Vermögens bei den verschiedenen Säugetieren merkwürdig ungenau unterrichtet. Es steht fest, daß der „gemischte“ Speichel¹⁾ von Mensch, Kaninchen und Schwein sehr energisch Stärke in Malzzucker verwandelt; daß dieses Vermögen bei Einhufern wenig, bei Wiederkäuern noch weniger ausgesprochen ist, und bei den Carnivoren (z. B. dem Hunde) gänzlich fehlt. Die angedeutete Wirkung kommt erst im Magen zur vollen Geltung. Wir haben daher allen Grund zu folgender Annahme: Das Ferment (das „Ptyalin“) ergießt sich zu dem Zwecke in den Mund, um durch den Kauakt gründlich mit den stärkehaltigen Pflanzenstoffen vermengt zu werden²⁾. Ohne uns hier auf eine Spekulation darüber einlassen zu können, warum stärkelösender Speichel bei diesem Pflanzenfresser vorhanden ist, während er jenem fehlt, wollen wir nur feststellen, daß bei einigen Wirbellosen ähnliches Verhalten nachweisbar ist, wie etwa beim Menschen. Die Lungenschnecken sondern einen Speichel ab, der neben dem besprochenen Schleim und Wasser, *Stärke, Rohrzucker, Cellulose* und noch andere Kohlehydrate verdaut. Ganz analoge Fermente finden sich aber auch im Magensaft. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß hier ebenfalls der Speichel während der Nahrungsaufnahme durch die Radula, innig — durch den Raspelakt selbst — mit der Nahrung

vermengt werden soll. Das wird uns noch deutlicher, wenn wir erfahren, daß die Seeschnecke *Aplysia* (der Seehase), bei der die Nahrung in einem „Kauagen“ durch starke Zähne ohnehin innig mit dem Magensaft verknetet wird, nur ganz unbedeutende Speicheldrüsen besitzt, deren Funktion kaum in Betracht kommen dürfte.

Speichel, der auf Zuckerarten und Stärke wirkt, findet sich noch bei anderen Wirbellosen: bei Isopoden (*Ligia oceanica*), Orthopteren (Küchenschabe). Die Bienen verdauen („invertieren“) den Rohrzucker des Nektars bei der Honigbereitung mit Hilfe eines Speichels, der auch, allerdings in geringem Grade, Stärkemehl verdaut.

III. Speichelsekrete, die anderen Zwecken als der Ernährung dienen.

A. Der Speichel dient zum Bauen.

Daß der Coconfaden, mit Hilfe dessen z. B. die *Schmetterlingsraupen* sich vor der Verpuppung einspinnen, ein Sekret von Munddrüsen ist, dürfte allbekannt sein¹⁾. Aber noch in anderer Weise wird Speichel zum Bauen der Wohnung benutzt. Er dient den *Ameisen* als Bindemittel bei Herstellung ihrer Erdbauten, oder bei der Bereitung des „Cartons“, aus dem manche das Nest formen (z. B. *Lasius fuliginosus*, dessen entsprechende Drüse, die „Mandibulardrüse“, besonders gut entwickelt ist). Das Weibchen von *Julus terrestris* baut aus Speichel und Erde eine Art Nest für seine Eier. Endlich kommt Nestbau, Ankleben des Nestes und der Eier in ihm mit Speichel bei den *Cypseliden* (Seglern) vor. Insbesondere *Collocalia esculenta* baut ihr eßbares Nestchen ganz aus Speichel²⁾.

B. Speichelsekrete, die als Nahrung für fütterungsbedürftige Individuen der Insektenstaaten Verwendung finden.

Die eigentliche Nahrung für die Jugendstadien der *Termiten*, die noch kein Holz fressen können, sowie für diejenigen Larven, aus denen Ersatzkönige und -königinnen gezogen werden sollen, ist das Sekret einer Speicheldrüse, die an der Unterlippe mündet. Ähnliches soll für die Ameisen, ja nach manchen Autoren auch für die Bienen gelten.

Hiermit wollen wir unsere Übersicht abschließen. Bedenkt man, wie wenig das ungeheure Gebiet der vergleichenden Physiologie bisher durch-

¹⁾ D. h. das gemischte Sekret aller Speicheldrüsen, wie es im Munde zur Wirkung kommt.

²⁾ Für Stärkemehl, das sich in der Natur bekanntlich in den Cellulosehüllen der Pflanzenzellen eingeschlossen zu finden pflegt, dürfte jene Vermengung mit Ferment durch den Kauakt von besonderer Wichtigkeit sein. Daher die relative Verbreitung stärkeverdauender Speichel.

¹⁾ Manche Ameisen bauen ihr Nest dadurch, daß sie Blätter durch Gespinnstfäden miteinander verweben. Als „Webeschiffchen“ bedienen sie sich ihrer Larven, die gleich den Schmetterlingsraupen Spinnstränge besitzen. Die Larven werden von den Arbeiterinnen zwischen die Kiefer genommen, und der zum Larvenmund austretende Gespinnstfaden von einem Blatt zum andern hin und hergezogen. *Chun* beschreibt diese Drüsen bei *Oecophylla*-larven als vier auffällig große Schläuche, die den Körper der Länge nach durchziehen. Sie münden an der Unterlippe. (*Chun*, Aus den Tiefen des Weltmeeres. 1903, A. 2, S. 129.)

²⁾ Nach Ansicht mancher Autoren soll das Bienenwachs für seine Verwendung zum Wabenbau durch Kauen mit Speichel vorbereitet werden.

forscht ist, so wird man die hier angeführten Beispiele als Ausdruck einer überraschenden Mannigfaltigkeit ansehen wollen. Wie weit die Möglichkeit vielseitiger Verwendung dieses einen Organs geht, wer vermag es heute auch nur zu erraten?

Die neueren Vorstellungen von der Struktur der Atome¹⁾.

Von Dr. Kasimir Fajans, Karlsruhe i. B.

Die Untersuchungen der letzten zwanzig Jahre über das Wesen der neu entdeckten Strahlenarten und das Verhalten, das sie bei ihrem Durchgang durch Materie zeigen, haben außerordentlich wichtige Aufschlüsse über eines der interessantesten Probleme der Physik und Chemie — die Struktur der Atome der chemischen Elemente — geliefert.

Bekanntlich faßt man die Teilchen der Kathodenstrahlen, die *Elektronen*, auf als die weiter unteilbaren Atome freier negativer Elektrizität mit einer Ladung von $1,59 \cdot 10^{-20}$ E. M. E.²⁾ der Elektrizitätsmenge und einer Masse, die nur zirka $\frac{1}{1800}$ der des Wasserstoffatoms beträgt. Diese Masse der Elektronen denkt man sich als nur von ihrer Ladung herrührend. Es muß bemerkt werden, daß ein elektrisch *geladenes* Teilchen eine größere Masse haben muß als das gleiche *ungeladene* Teilchen, denn beim geladenen gehört zur Erzeugung derselben Beschleunigung eine größere Kraft als beim ungeladenen; bei seiner Bewegung entsteht nämlich im äußeren Raum ein magnetisches Feld, dessen Energie ja nur auf Kosten der Arbeitsleistung der Kraft erzeugt werden kann. Es zeigt sich, daß diese Vergrößerung der Masse eines als Kugel vom Radius a gedachten Teilchens, das eine Ladung e trägt,

gleich ist $m = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{a}$. Die spezielle Annahme,

die man bei den Elektronen macht, ist, daß man ihre *ganze* Masse als von der Ladung herrührend ansieht, d. h., daß sie nur eine sog. elektromagnetische Masse besitzen. Aus der obigen Formel läßt sich auf Grund dieser Auffassung der Radius der kugelförmig, gedachten *Elektronen* berechnen zu

$$a = \frac{2}{3} \frac{e}{m} \cdot e = \frac{2}{3} 1,78 \cdot 10^7 \cdot 1,59 \cdot 10^{-20} = 1,9 \cdot 10^{-13} \text{ cm}^3)$$

während der Radius der *Atome* zu zirka 10^{-8} cm angenommen wird.

Wenn diese kleinen Elektronen, als Kathoden- oder β -Strahlen, große Geschwindigkeiten besitzen, haben sie die Fähigkeit größere Dicken von Materie zu durchqueren. Sie teilen diese Eigenschaft

mit den Röntgen- und γ -Strahlen und auch mit den α -Strahlen der radioaktiven Substanzen, die sehr schnell bewegte positiv geladene Heliumatome darstellen, und man ist bei der Deutung dieser Erscheinungen zu der Annahme gelangt, daß diese Strahlen bei ihrem Durchgang durch die Materie nicht nur in den freien Räumen zwischen den Atomen sich bewegen, sondern durch die Atome selbst zu fliegen imstande sind¹⁾.

Man konnte deshalb hoffen von ihrem Verhalten innerhalb der Atome Aufschlüsse über die Struktur dieser selbst zu erhalten.

Nun zeigten die eingehenden Forschungen, daß von einem Schwarm von Kathodenstrahlteilchen es durchaus nicht allen gelingt ungehindert eine gegebene noch so dünne Materieschicht zu durchdringen. Ein Teil von ihnen wird aufgehalten oder, wie man sagt, absorbiert, ein anderer von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt oder, wie man sagt, zerstreut. Untersucht man nun genauer, wie sich verschiedene Substanzen in bezug auf diese ihre Wirkung verhalten, so findet man, wie *P. Lenard*²⁾ zuerst gezeigt hat, ein äußerst einfaches Gesetz: gleiche Gewichtsmengen der verschiedensten Substanzen von verdünntem gasförmigem Wasserstoff bis zu metallischem Gold zeigen in erster Annäherung gleiche absorbierende oder zerstreuende Wirkung auf die Kathodenstrahlen.

Die Wirkung gleicher Zahl von Atomen, und deshalb auch eines Atoms der verschiedenen Elemente, ist also ungefähr proportional dem Atomgewichte. Dieses von *Lenard* gefundene Gesetz zeigte deutlich, daß dasjenige, was in der Materie auf die Kathodenstrahlen wirkt, in den verschiedenen Atomen in Quantitäten vorhanden ist, die proportional dem Atomgewichte sind. Was wirkt nun in den Atomen auf die Kathodenstrahlteilchen ein? Ein solches Teilchen stellt ja eine freie negative elektrische Ladung vor. Auf die Bewegung einer solchen können aber nur elektrische und magnetische Kraftfelder einen Einfluß haben. Da aber ein magnetisches Feld auf bewegte Elektrizität zurückzuführen ist, muß man schließen, daß ein nach außen neutrales Atom in seinem Innern elektrische Ladungen und zwischen ihnen elektrische Felder enthalten muß. Aus dem besprochenen Verhalten der verschiedenen Atome gegenüber den Kathodenstrahlen wird man auch gleich schließen können, daß diese Felder und Ladungen bei schwereren Atomen stärker sein werden als bei denen von kleinerem Gewicht.

Wie soll man sich nun diese innerhalb eines Atoms vom Radius 10^{-8} cm eingelagerten elektrischen Felder denken? Was sind die negativen und positiven Ladungen, zwischen denen die Kraftlinien des Feldes laufen? Dies waren nun und sind es auch jetzt noch die wichtigsten Fragen, die die Erforschung des Atombaues zu lösen hatte.

Ein Teil des Problems ließ sich nun leicht beantworten, denn die negative freie Elektrizität haben wir ja in den Elektronen kennen gelernt.

¹⁾ Vergl. W. H. Bragg, *Studies in Radioactivity*, London 1912.

²⁾ Vergl. *P. Lenard*, *Über Kathodenstrahlen*, Leipzig 1906.

¹⁾ Bearbeitet nach dem zweiten Teil der am 17. Dezember 1912 an der Techn. Hochschule Karlsruhe i. B. gehaltenen Habilitationsvorlesung. Vgl. Verhandl. des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe.

²⁾ Die elektromagnetische Einheit (E. M. E.) der Elektrizitätsmenge ist gleich 10 Coulomb oder 3×10^{10} elektrostatische Einheiten der Elektrizitätsmenge.

³⁾ $1,78 \times 10^7$ E. M. E. ist der Wert des Verhältnisses der Ladung zur Masse $\left(\frac{e}{m}\right)$ der Elektronen.

Sie sind die Grenze der Teilbarkeit der Elektrizität, und man muß deshalb annehmen, daß sie in den Atomen die negativen Enden der elektrischen Felder darstellen. Die Dimensionen der negativen Elektronen, die je zu zirka 10^{-13} cm berechnet worden sind, entsprechen durchaus der Vorstellung, daß sie konstituierende Teile der ja viel größeren Atome darstellen. Man kann auch in der Tat solche Elektronen aus allen Atomen erhalten. Man bekommt sie als Kathodenstrahlen in Entladungsröhren ganz unabhängig davon, aus welchem Material die Kathode dargestellt ist. Ebenfalls werden Elektronen von verschiedenen Körpern emittiert, wenn man diese belichtet¹⁾ oder auf sie Röntgenstrahlen oder Strahlen radioaktiver Substanzen fallen läßt. Auch durch Erhitzen von Metallen und auch anderer Stoffe auf hohe Temperaturen kann man negative Elektronen bekommen. Freiwillig erfolgt die Ausschleuderung von Elektronen aus den Atomen radioaktiver Stoffe in Form von β -Strahlen. Und neuerdings ist es gelungen, auch bei manchen chemischen Reaktionen²⁾ das Freiwerden von Elektronen nachzuweisen. Und der schönste Beweis dafür, daß diese Elektronen in den Atomen als solche vorhanden sind, liegt ja bekanntlich in dem *Zeeman-Effekt* vor. Man kann es deshalb als eine feststehende Tatsache betrachten, daß die negativen Enden der innerhalb der Atome herrschenden elektrischen Felder durch die negativen Elektronen gegeben sind.

Ein Atom ist aber neutral, man muß also, wenn man nicht besonders komplizierte Annahmen machen will, neben den negativen Elektronen in ihm auch noch positive Elektrizität annehmen. Und nun entsteht die schwierigste Frage des Atomproblems — die Frage nach dem Wesen dieser positiven Elektrizität. Die einfachste Annahme, die man hier machen könnte, ist natürlich die, daß sie sich außer dem Sinn ihrer Ladung durch nichts von der negativen unterscheidet. Man müßte dann aber erwarten, daß sich ebenso wie die negativen Elektronen auch positive mit einer sehr kleinen Masse behaftete Elektronen von der Materie abtrennen lassen. Es ist aber trotz vieler Versuche nicht gelungen, positive Teilchen mit einer Masse, die kleiner wäre als die des Wasserstoffatoms, zu finden³⁾. Da nun das Wasserstoffion, das aus einem Wasserstoffatom durch Verlust eines negativen Elektrons entsteht, das leichteste positive Teilchen ist, das man bis jetzt beobachtet hat, wurde von mancher Seite die Vermutung ausgesprochen, ob es denn nicht das weiter unteilbare positive Elektron selbst darstellt. Indessen steht eine solche Annahme im Widerspruch mit der Tatsache, daß solche positiv geladenen Wasserstoffatome, wie die Untersuchung der Kanalstrahlen zeigte, zu Lichtemission fähig sind⁴⁾. Dies können

aber nur Gebilde tun, die aus mehreren Teilen zusammengesetzt sind, ein isoliertes Elektron ist zu Schwingungen nicht fähig.

Das Wesen der positiven Elektrizität ist also einer direkten experimentellen Untersuchung nicht zugänglich, und es muß der Phantasie der einzelnen Forscher überlassen werden, sich darüber bestimmte Vorstellungen zu machen. In den verschiedenen Annahmen, die über die positive Elektrizität gemacht werden, liegt nun der Hauptunterschied der bis jetzt aufgestellten Atommodelle.

Ein großer gemeinsamer Zug läßt sich aber in allen aufgestellten Theorien bemerken. Wir wissen ja mit Bestimmtheit, daß in den Atomen negative Elektronen vorhanden sind. Aus der Neutralität des Atoms, wie erwähnt, muß man auch auf das Vorhandensein von positiver Elektrizität schließen. Was anderes aber außer diesen zwei Dingen hat man in den Atomen, soweit man sie heute durchschauen kann, nicht gefunden. Und es ist deshalb das natürliche Bestreben aller Atommodelle, das Atom restlos aus diesen beiden Elektrizitäten aufzubauen: daraus ergibt sich aber die Forderung, eine der wichtigsten Eigenschaften der Atome — ihre Masse — aus der Masse der sie aufbauenden positiven und negativen Elektrizität abzuleiten. Wir wollen nun sehen, inwieweit dies gelungen ist.

Einer der ersten, der sich über den Aufbau der Atome aus Elektrizität bestimmte Vorstellungen machte, war der berühmte englische Physiker *J. J. Thomson*¹⁾. Bei der Inangriffnahme des Problems hat er nicht so viel darauf Wert gelegt, daß sein Modell das wahrscheinlichste wird, sondern er erstrebte zunächst durch besonders einfache Annahmen eine rechnerische Verfolgung der Frage zu ermöglichen. In dem kugelförmigen Atom denkt er sich die positive Elektrizität als homogen durch die Kugel verteilt, ihr Durchmesser entspricht also dem des Atoms. Die negativen Elektronen sind nun in diese Kugel der positiven Elektrizität eingelagert und es wird die Annahme gemacht, daß sie sich innerhalb der Kugel frei bewegen können. Die positive Gesamtladung ist gleich der Summe der negativen Ladungen der Elektronen.

Die Anziehungskraft, die die positive Elektrizität auf die Elektronen ausübt, wird nun das Bestreben haben sie nach dem Zentrum der Kugel zu bringen. Dem widerstreben aber die Abstoßungskräfte, die die Elektronen auf sich gegenseitig ausüben, und nun entsteht die Frage, bei welcher Anordnung der Elektronen innerhalb der positiven Kugel ein stabiler Zustand erreicht wird, bei welchem sich die auf jedes Elektron wirkenden An- und Abstoßungskräfte das Gleichgewicht halten. Für diese Berechnung wird angenommen, daß sich die Elektronen nach dem Coulombschen Gesetz abstoßen und mit einer Kraft, die dem Abstand vom Mittelpunkt der positiven Kugel proportional ist, nach diesem Mittelpunkt ange-

¹⁾ Über diesen sog. lichtelektrischen Effekt vergl. *Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik* 1909.

²⁾ Vergl. *F. Haber*, *Physik. Zeitschr.* 12, 1035, 1911.

³⁾ Vergl. Bericht über die Kanalstrahlen, *Jahrb. der Radioakt. u. Elektronik*, 8, 34, 1911.

⁴⁾ Vergl. Doppler-Effekt bei Kanalstrahlen, *J. Stark*, *Atomdynamik. Bd. 2.* S. 131.

¹⁾ Vergl. *J. J. Thomson*, *Elektrizität und Materie*, und auch *Korpuskulartheorie der Materie in der Sammlung „Wissenschaft“*, Braunschweig.

zogen werden. Um die mathematische Analyse nicht zu erschweren nimmt *Thomson* die negativen Elektronen nicht als in allen drei Dimensionen verteilt an, sondern ordnet sie alle in einer durch den Mittelpunkt der positiven Kugel gehenden Ebene an. Dazu ist allerdings die Annahme nötig, daß die Elektronen in schneller Rotation in dieser Ebene um eine zu ihr senkrechten Achse sich befinden, sonst würde eine solche Anordnung bei einer größeren Zahl von Elektronen nicht stabil sein können.

Das Hauptresultat dieser unter den erwähnten Annahmen durchgeführten Rechnung ist, daß sich die Elektronen in konzentrischen Ringen in der positiven Kugel anordnen werden. Die Zahl der Ringe ist um so größer, je größer die Gesamtzahl der Elektronen.

Bis zu 5 Elektronen hat man einen Ring. Bei sechs Elektronen sind 5 in dem äußeren Ring mit einem Elektron in der Mitte. Bei 10 Elektronen sind schon 2 in dem inneren Ring und wenn wir so weiter zu 17 Elektronen übergehen, hat man schon drei Ringe. Bei 32 Elektronen kommt man auch mit 3 Ringen nicht aus, bei 49 muß schon sogar fünf annehmen usw.

Es würde zu weit führen hier näher zu besprechen, wie *Thomson* auf Grund seines Modelles manche Eigenschaften der wirklichen Elemente deuten konnte, wie das periodische System, die Valenz, den elektrochemischen Charakter u. a. mehr: Ein Punkt von großer Bedeutung soll aber noch im Anschluß an das Thomsonsche Modell besprochen werden, nämlich die Frage nach der absoluten Zahl der Elektronen im Atom. *Thomson* hat auf Grund seines Modelles und einiger Annahmen über den Verlauf der Zerstreuung der β -Strahlen innerhalb der Atome eine Formel abgeleitet, nach welcher man aus dem Grad der Zerstreuung die Zahl der Elektronen berechnen kann, die die Atome enthalten. Genaue Versuche ergaben nun, daß diese Zahl bei den Atomen verschiedener Elemente ungefähr proportional dem Atomgewichte ist, was, wie wir schon früher gesehen haben, auch die Lenardschen Versuche wahrscheinlich machten, und daß der Proportionalitätsfaktor ungefähr drei ist. Die Zahl der Elektronen wäre also 3 mal so groß wie das Atomgewicht. Diese Zahl ist natürlich von den nicht prüfbaren Voraussetzungen der Theorie abhängig; indessen scheint ihre Größenordnung der Wirklichkeit zu entsprechen, denn *Thomson* bekam auch durch Berechnung anderer Erscheinungen für den Proportionalitätsfaktor Zahlen, die zwischen 1—3 lagen, und neuerdings hat *Rutherford*¹⁾ auf Grund eines ganz anderen Atommodells aus den Erscheinungen der Zerstreuung der α -Strahlen auch ein ähnliches Resultat erhalten.

Dieses Resultat wirft nun ein ganz eigentümliches Licht auf das wichtigste Problem der Atomforschung — auf die Frage nach dem Ursprunge der Masse des Atoms. Wir haben gesehen, daß ein negatives Elektron eine Masse besitzt, die nur $\frac{1}{1800}$ der des Wasserstoffatoms beträgt. Wenn daher dieses

Atom vom Atomgewichte eins nach dem soeben gesagten nicht mehr als zirka drei Elektronen besitzen soll, so ist der Anteil dieser an der Gesamtmasse des Atoms nur ein sehr kleiner. Beinahe die Gesamtmasse der Atome muß daher von der Masse der positiven Elektrizität des Atoms herühren. Nun ist aber die Masse einer freien elektrischen Ladung, wie wir gesehen haben, gleich $\frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{a}$, wo a den Radius der als Kugel gedachten Ladung bedeutet. Nach dem Thomsonschen Modell, in dem ja der Radius der Kugel der positiven Elektrizität dem Atomradius entspricht, d. h. von der Größenordnung 10^{-8} cm ist, wäre also die Masse der positiven Elektrizität, wegen des viel größeren Radius, bedeutend kleiner als die der negativen. Das steht aber ganz im Gegensatz zu dem obigen Resultat. Das Thomsonsche Modell vermag also den Ursprung der Masse nicht zu erklären.

Vor einem Jahre machte nun der englische Forscher *J. W. Nicholson*¹⁾ einen kühnen Versuch dieses Problem zu lösen.

Wenn die Masse der positiven Elektrizität auch rein elektromagnetischen Ursprunges sein soll und dabei für gleiche Elektrizitätsmengen die Masse der positiven Elektrizität viel größer als die der negativen ist, so folgt aus der Formel $\frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{a}$, daß das a des positiven Elektrons viel kleiner sein muß als das des negativen. Die Dimensionen des positiven Elektrons sind also nach *Nicholson* noch bedeutend kleiner als die des negativen. Gleichzeitig schloß auch *Rutherford* aus dem Verhalten der α -Strahlen bei ihrem Durchgang durch Materie, daß, entgegen der Thomsonschen Auffassung, der positiven Elektrizität in den Atomen kleinere Dimensionen zugeschrieben werden müssen. Es entsteht die Frage, wie ein Atom aus diesen positiven und negativen Elektrizitäten von so kleinen Dimensionen zusammengesetzt werden kann. *Nicholson* nimmt die Existenz von vier Urelementen an, aus deren drei alle anderen aufgebaut werden. Wir wollen nun zunächst die Struktur dieser Urelemente besprechen. Die Menge der positiven Elektrizität muß in jedem Atom gleich der der negativen sein. Das einfachste mögliche Atom würde also aus einem positiven und einem negativen Elektron bestehen, die nächsten würden dann je zwei, drei usw. positive und negative Ladungen aufweisen. Damit aber diese Gebilde Eigenschaften eines Atoms zeigen, also z. B. ein inneres elektrisches Feld aufweisen, müssen diese positiven und negativen Elektrizitäten getrennt voneinander im Atom bestehen. Das kann aber nur dann zu einer stabilen Anordnung führen, wenn die eine Elektrizität um die andere rotiert, denn sonst müßten sie durch Anziehung aufeinander fallen. *Nicholson* nimmt an, daß es die positive, mit viel größerer Masse behaftete Elektrizität ist, die die Rolle der Sonne in diesem System übernimmt und daß die negativen Elektronen um diese Sonne rotieren. Ein auf diese Weise konstruiertes

¹⁾ Phil. Mag. 22, 1911.

¹⁾ Phil. Mag. 22, 1911.

Atom, wenn es nur ein um den positiven Kern rotierendes Elektron enthält, kann aber nicht stabil sein, denn, wie sich zeigen läßt, muß es elektromagnetische Energie ausstrahlen und deshalb seine kinetische Energie einbüßen. Bei den Atomen mit je zwei und mehreren Ladungen ist es aber anders und es genügt die Annahme zu machen, daß sich die Elektronen in gleichen Abständen voneinander auf einem Ring befinden, der um den positiven Kern rotiert, um eine stabile Anordnung zu erhalten. *Nicholson* stellt eine besondere Hypothese über den Bau des positiven Kernes seiner Uratome auf. Er nimmt nämlich an, daß ein Kern von zwei, drei, vier und fünf positiven Elementarladungen nicht aus nebeneinander bestehenden kugelförmigen positiven Elektronen gebildet wird, sondern daß diese miteinander zu einer größeren Kugel zusammenschmelzen. Es wird dabei angenommen, daß die Dichte der positiven Elektrizität bei diesem Zusammenschmelzen sich nicht ändert, daß also das Volumen dieser Kerne proportional der Zahl der Ladungen ist. Daraus ergeben sich aber sehr interessante Konsequenzen für die Massen dieser positiven Kerne, also in erster Annäherung auch für die Massen oder Atomgewichte der Uratome. Die elektromagnetische Masse einer elektrischen Kugel ist ja, wie schon

mehrfach erwähnt wurde, gleich $\frac{2}{3} \frac{E^2}{a}$, wo E die

Ladung der Kugel bedeutet. Ist nun $E = ne$, wo unter e die Elementarladung zu verstehen ist, so

wird die Masse gleich $\frac{2}{3} \frac{n^2 e^2}{a}$. Die Massen der ver-

schiedenen Kerne werden also $\frac{n^2}{a}$ proportional sein.

Nun ist aber a proportional $\sqrt[3]{v}$, wo v das Volumen der Kugel bedeutet, also da v nach der *Nicholson*-schen Annahme einfach n proportional ist, kann a proportional $\sqrt[3]{n}$ gesetzt werden. Die Masse der verschiedenen positiven Kerne wird also

$$\frac{n^2}{\sqrt[3]{n}} = n^{5/3}$$

proportional sein. Die vier von *Nicholson* angenommenen, auf die erläuterte Weise aufgebauten Urelemente sind keine mathematischen Fiktionen, sondern sie sollen auch wirklich in der Natur vorkommen. Und zwar ist das Element mit dem Kern von doppelter Ladung nach *Nicholson* das Coronium, dessen Spektrum in der Sonnen-corona aufzufinden ist, das Element mit drei Ladungen soll der Wasserstoff sein, das mit vier das hypothetische Element der Astronomen, das Nebulium, dessen Spektrum die Nebel zeigen, und endlich dem mit je fünf positiven und negativen Ladungen wird der Name Protofluor beigelegt, und auch dieses soll in der Sonnencorona vorkommen. Wir werden noch später zeigen, worauf sich diese Annahmen stützen.

Nach dem vorher Gesagten würden also die

Massen der positiven Kerne dieser vier Elemente zueinander im Verhältnis stehen wie

$$2^{5/3} : 3^{5/3} : 4^{5/3} : 5^{5/3} = 3,1748 : 6,2403 : 10,079 : 14,620.$$

Da aber das Atomgewicht des Wasserstoffs, das $3^{5/3}$ entspricht, gleich 1,008 ist, ergeben sich für die übrigen Atomgewichte, wenn man noch die kleinen Korrekturen anbringt, die wegen der Nichtberücksichtigung der Masse der negativen Elektronen nötig sind:

Coronium	0,513,
Wasserstoff (H)	1,008,
Nebulium (Nb)	1,6277,
Protofluor (Pf)	2,3607,

Und nun zeigt *Nicholson*, daß man aus den letzten drei Urelementen, nämlich aus Wasserstoff, Nebulium und Protofluor alle anderen Elemente aufbauen kann. Es gelingt, das Atomgewicht aller bekannten Elemente als die Summe von ganzen Vielfachen der Atomgewichte dieser drei Elemente darzustellen, wobei die Abweichungen der so berechneten Werte von den direkt bestimmten selten größer sind als die Fehlergrenzen der besten Atomgewichtsbestimmungen. Die folgenden Beispiele zeigen dies sehr überzeugend:

	ber. beob.
He = Nb + Pf	= 3,988 (3,99)
Li = He + 3 H	= 7,01 (6,94)
Be = 3 Pf + 2 H	= 9,097 (9,10)
B = 2 He + 3 H	= 11,00 (11,00)
C = 2 He + 4 H	= 12,008 (12,00)
N = 2 He + 6 H	= 14,02 (14,01)
O = 3 He + 4 H	= 15,996 (16,00)
F = 3 He + 7 H	= 19,020 (19,0)
Ne = 6 Pf + 6 H	= 20,21 (20,21)
Na = 4 He + 7 H	= 23,008 (23,01)
Mg = 2 H + 5 He + Pf	= 24,32 (24,32)
A = 10 He	= 39,88 (39,88)

Auf diese Weise gelang es *Nicholson* auch sämtliche anderen Elemente, deren Atomgewicht genügend genau bekannt ist, darzustellen. Allerdings, wenn es sich um große Atomgewichte handelt, ist eine so erzielte Übereinstimmung kein Beweis für die Richtigkeit der Annahmen, denn durch Summieren von Vielfachen von drei Zahlen kann man jede genügend große Zahl erhalten. Die hier angeführten Beispiele der Elemente mit kleinen Atomgewichten zeigen aber auch eine so glänzende Übereinstimmung, daß man sie kaum als eine zufällige wird betrachten dürfen. Sehr auffallend und von allen gemachten Annahmen unabhängig ist, daß die Atomgewichte der meisten leichten Elemente sich restlos aus denen des Heliums und Wasserstoffs darstellen lassen.

In welcher Weise sind nun die größeren Atome aus den Uratomen aufgebaut? Nach der *Nicholson*-schen Auffassung dürfen die positiven Kerne der Urelemente in den größeren Elementen nicht zusammenschmelzen. Denn, wie leicht einzusehen ist, würde dann das Atomgewicht des neuen Atoms nicht die Summe der es aufbauenden Uratome sein können. Denn z. B. $4^{5/3} + 5^{5/3}$ ist nicht mit $(4 + 5)^{5/3}$ identisch. Andererseits kann man aber

auch nicht annehmen, daß sie ganz unverändert nebeneinander liegen, wie man es für die Atome der Elemente in den Molekülen ihrer Verbindungen annimmt. Denn wenn auch ein Atom in zwei zerfallen kann, wie es die radioaktiven Vorgänge zeigen, so ist es doch ein ganz anderer Vorgang als die Zersetzung einer chemischen Verbindung. Man muß sich also eine Gruppierung denken, die ein Mittelding zwischen einem Zusammenschmelzen und einer unveränderten Nebeneinanderlagerung vorstellt.

Wenn nun schon die Möglichkeit die Atomgewichte aller Elemente aus drei Zahlen darzustellen von großem Interesse ist und noch viele andere Ausblicke z. B. die Erklärung des periodischen Systems, die diese Theorie eröffnet, volle Aufmerksamkeit verdienen, so wird ihre Bedeutung in ganz ungewöhnlichem Maße durch folgendes gesteigert. *Nicholson* hat auf Grund einfacher Annahmen die Verhältnisse berechnet, die die Schwingungszahlen der Elektronen in Atomen, die auf die von ihm für Nebulium und Protofluor angenommene Weise gebaut sind, aufweisen müssen. Er konnte nun einerseits¹⁾ alle von den Astronomen dem hypothetischen Element Nebulium zugeschriebenen Spektrallinien mit den für sein Nebulium berechneten zur Deckung bringen, andererseits erwiesen sich 16 Linien der Sonnencorona als identisch mit den für Protofluor berechneten. Und es ist wohl der größte Triumph, der bis jetzt einem Atommodell zugefallen ist, daß *Nicholson* auf Grund seines Modelles vorausgesagt hat, daß das Nebulium außer den schon vorher bekannten Linien noch eine von der Wellenlänge 435.3μ emittieren muß. Die Revision einer alten photographischen Platte, auf der das Spektrum des Nebuliums der Nebel aufgenommen war, ergab, daß diese Linie in der Tat vorhanden ist, und nur wegen ihrer Schwäche übersehen wurde. Und eine vor kurzem gemachte Aufnahme des Spektrums des Orionnebels, die *Wolf* in Heidelberg gemacht hat, bestätigte dieses Resultat vollkommen.

Wir sind am Schlusse unserer Ausführungen angelangt. Als das endgültige Ziel der Erforschung des Atombaues kann man die Aufstellung von Atommodellen ansehen, die uns in der gleichen Weise alle Eigenschaften eines Atoms vorauszusagen gestatten werden, wie die Strukturformeln der Chemie es für viele chemische Eigenschaften der Verbindungen tun. Von diesem Ziel sind wir noch sehr weit entfernt. Das bisher Erreichte wird man wohl aber als einen zu den besten Hoffnungen berechtigenden Anfang ansehen dürfen.

Besprechungen.

Musehold, Albert, Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans. Berlin 1913, Julius Springer. 134 S. Preis brosch. M. 10.—, geb. M. 11.—.

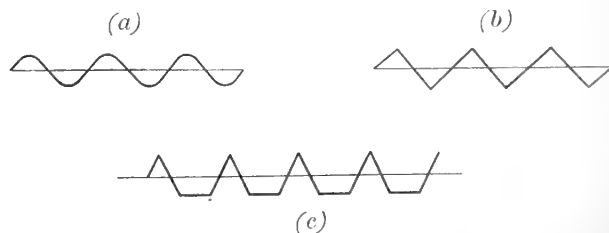
Dieses, auch über den Kreis der Physiologen und Laryngologen hinaus namentlich dem Physiker, dem Ge-

sanglehrer, dem Säger und dem Freunde von Naturwissenschaft und Tonkunst empfehlenswerte Buch hat einen doppelten Inhalt: es enthält erstens eine zusammenfassende Darstellung der Akustik der Pfeifen, soweit sie zur Grundlegung der Verhältnisse beim menschlichen Stimmorgane dienen können; und zweitens die Darstellung eigener Versuche des Verfassers, die im einzelnen übrigens schon in vorausgegangenen Jahren veröffentlicht wurden.

Der erste Teil ist der weitaus umfangreichere, enthält aber für den Fachmann nichts wesentlich Neues und wendet sich daher mehr an den Laien. Die Darstellung der Phänomene und die daran sich schließende theoretische Erörterung ist anschaulich und gründlich, und nur an wenigen Stellen sind Ausstellungen zu machen, so z. B., daß bei der Theorie der Lippenpfeifen die neuesten und entscheidenden Untersuchungen von *Hensen* einerseits, von *Wachsmuth* andererseits (und ihren Schülern) nicht erwähnt, geschweige denn, wie sie das verdient hätten, ausführlich dargestellt sind.

Der Kenner, dem der Nachweis des Zungenpfeifencharakters des menschlichen Stimmorgans schon geläufig ist, wird über diesen ersten Teil hinweggehen und sich dem sehr interessanten zweiten Teil zuwenden, der nur wenige Seiten Text, dafür aber eine große Anzahl von Abbildungen enthält, und zwar Abbildungen des in Funktion befindlichen Kehlkopfes, die teils durch photographische Momentaufnahmen mit Blitzlicht, teils nach dem stroboskopischen Verfahren gewonnen wurden. Man kann sich denken, daß es nicht leicht ist, solche Photogramme zu gewinnen; namentlich muß bei der stroboskopischen Methode eine sehr peinliche Übereinstimmung und fortwährende Nachregulierung der Periode erfolgen. Man muß das berücksichtigen, falls man etwa finden sollte, daß die Photogramme, so schön sie sind, doch noch zu wünschen übrig lassen, und daß sie namentlich dem unbefangenen Betrachter nicht völlig ausreichend erscheinen, um die weitgehenden Schlüsse, die der Verfasser aus ihnen zieht, in allem Einzelnen gesichert erscheinen zu lassen.

Was nun die von *Musehold* untersuchten Erscheinungen betrifft, so kann hier nur auf das Interessanteste davon eingegangen werden, während für alle, namentlich anatomischen und physiologischen, Einzelheiten auf die Schrift selbst verwiesen werden muß. Dieses interessante Spezialproblem, von dem aus aber auch alle andern mehr oder weniger beleuchtet werden, ist das Verhältnis der Bruststimme zur Falsettstimme. Dabei hat der Verfasser vernünftigerweise vor allem das Verhalten der Glottis studiert und ist erst dann zur Betrachtung der Schwingungen der Stimmlippen übergegangen. Das erste Ergebnis: daß die Glottis beim Brustton ganz geschlossen wird, beim Falsett aber mehr oder weniger offen bleibt, ist ja nicht neu, aber es wird durch die Beobachtung gesichert und weiter ausgeführt. So ist als besonders wichtig hervorzuheben, daß die Schwingungen der Stimmlippen nicht symmetrisch verlaufen,



wie eine Sinusschwingung einer Stimmgabel (a), auch nicht zackig-symmetrisch, wie die Schwingung einer gestrichenen Saite (b), sondern nach dem Schema von (c), d. h. die Stellung der größten Öffnung ist momentan,

¹⁾ Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 72, No. 1, 2 u. 8.

die Stellung des dichtesten Schlusses dagegen hat eine vergleichsweise erhebliche Dauer. Es ist das ja mit Rücksicht auf den Mechanismus des Vorganges leicht verständlich und findet sich auch bei den aufschlagenden Zungen in ganz ähnlicher Weise wieder. Diese Asymmetrie gibt sich schon methodisch auf eine sehr deutliche Art zu erkennen, nämlich dadurch, daß es viel leichter ist, eine stroboskopische Aufnahme in der Schlußstellung als in der entgegengesetzten zu machen; übrigens ist *Muschold* trotzdem auch das letztere, wenn auch erst nach viel vergeblicher Mühe, gelungen.

Während nun beim Brustton die Glottis während jeder Periode einmal geschlossen wird, bleibt sie beim Falsett mehr oder weniger offen, woraus sich wiederum Rückschlüsse auf den Luftstrom, auf die Schwingungen der Lippe usw. ziehen lassen; so wird der Klang verändert und die Anstrengung vergrößert. Durch die Aufnahmen wird auch die umstrittene Frage entschieden, in welcher Raumrichtung denn die Lippen schwingen: wesentlich ist lediglich die Auswärtsbewegung, die Aufwärtsbewegung ist nur sekundär, und eine Abwärtsbewegung findet überhaupt nicht statt. Bestätigt wird, daß die Lippen beim Brustton in der ganzen Breite, beim Falsett nur mit den Rändern schwingen; und im Zusammenhange hiermit fällt auch beim Falsett die wulstartige Oberflächenform fort, die Oberfläche wird vielmehr platt, was sich u. a. daran zeigt, daß Schleimteilchen hier nicht, wie beim Brustton, zur Seite geschoben werden, sondern unter Umständen ruhig liegen bleiben. Schließlich erledigt sich auch die neuerdings aufgestellte Meinung, beim Falsett wirke das Stimmorgan nicht als Zungen-, sondern als Lippenpfeife, die Stimmlippen wären hier nicht primär, sondern nur sekundär beteiligt; das ist nicht richtig, in beiden Fällen hat man es mit einer Zungenpfeife zu tun, und nur eines ist für den Unterschied wesentlich: überwiegt die Tätigkeit der Stimmuskeln, so entsteht ein Brustton; durch die Übermacht der äußeren Spannungsmuskeln dagegen entstehen Falsettöne. Für den Sänger ergibt sich daher das Problem, diesen Wechsel möglichst stetig zu überbrücken; und das kann auf zwei Arten geschehen. Das eine Mittel ist die Einschaltung eines besonderen „Mittelregisters“ zwischen Brust- und Falsettregister; das andere, besonders für die beiden Männerstimmen geeignete, besteht in der „Deckung“ der Töne; hierüber, über den Unterschied zwischen „offen“ und „gedeckt“ gesungenen Vokalen, hat namentlich *Pielke* interessante Untersuchungen angestellt, deren Ergebnissen sich *Muschold* am Schlusse seines Buches anschließt.

Felix Auerbach, Jena.

The Svedberg, Die Existenz der Moleküle. Leipzig 1912. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. VIII u. 243 S. mit 4 Tafeln und 76 Abbildungen im Text. Preis brosch. M. 7,—, geb. M. 8,—.

Einen Glanzpunkt unter den in den letzten Jahren von der exakten Naturwissenschaft gemachten Fortschritten stellt die experimentelle Begründung der molekularkinetischen Anschauungen der Atomistik dar. Die Untersuchungen, denen dieser Fortschritt zu verdanken ist, sind auf sehr verschiedenen Gebieten der Chemie und der Physik gemacht worden. Schon die kinetische Gastheorie hatte gewisse Vorstellungen über die Größe der Atome und Moleküle zu entwickeln gewußt, aber die Resultate waren, da die Voraussetzungen für die Rechenoperationen gegenüber den natürlichen Phänomenen wesentlich vereinfacht erschienen und die Richtigkeit der Ergebnisse durch unabhängige Untersuchungen nicht kontrolliert werden konnte, doch recht unsicher. Die letzten Jahre haben nun die lange als

unentbehrlich empfundene Kontrolle der alten Ergebnisse erbracht und diese nach verschiedenen, voneinander sachlich und methodisch ganz unabhängigen Verfahren in so weitgehendem Maße bestätigt, daß man die Theorie der Atome und Moleküle als eine der am peinlichsten geprüften und am besten begründeten Theorien der exakten Naturwissenschaft ansehen darf.

Erzielt worden sind diese Erfolge einerseits auf dem Gebiete der „Elektrizität in Gasen“ und der Radioaktivität, andererseits durch das Studium der kolloidalen Lösungen. Die kolloidalen Lösungen sind bekanntlich dadurch gekennzeichnet, daß in ihnen die Teilchen, bis zu denen der gelöste oder „dispergierte“ Stoff im Lösungs- oder „Dispersionsmittel“ aufgeteilt ist, groß im Verhältnis zu den Molekülen des Lösungsmittels, und zwar bisweilen so groß sind, daß sie, besonders bei Benutzung des Ultramikroskops, direkt unter Beobachtung gestellt werden können. Diese Teilchen verhalten sich nun wie große Moleküle oder Ionen, und so wird es begreiflich, daß aus Beobachtungen an ihnen Schlüsse über das Wesen ihrer kleineren Brüder, der Moleküle, Atome und Ionen, gezogen werden konnten.

Das Hauptverdienst an der Nutzbarmachung der Erscheinungen in kolloidalen Lösungen für die Atomistik kommt einerseits *Sutherland*, *Einstein* und *v. Smoluchowski*, die die theoretisch-mathematische Seite der Frage bearbeitet, andererseits *Perrin* und *Svedberg* zu, die die nötigen experimentellen Untersuchungen durchgeführt haben.

In dem vorliegenden Buche, in dem *Svedberg* über seine eigenen Beiträge zu dem in Frage stehenden Problem berichtet, auf die Arbeiten anderer Autoren aber nur so weit eingeht, als sie im direkten Zusammenhange zu seinen eigenen Untersuchungen stehen, unterscheidet der Verfasser zwei Gruppen von Erscheinungen, die er zur experimentellen Begründung der Molekulartheorie benutzt hat, die „multimolekularen“ und die „paucimolekularen“ Erscheinungen, d. h. die Erscheinungen, bei denen gleichzeitig die Wirkung einer großen Anzahl von Molekülen oder allgemeiner von dispergierten Teilchen beobachtet wird, und die, bei denen es sich um die Beobachtung der Wirkung von einzelnen Teilchen handelt.

Von multimolekularen Phänomenen hat *Svedberg* zwei näher untersucht, die Absorption des Lichtes und die Diffusion der gelösten Stoffe in echten und in kolloidalen Lösungen. Die Versuche über die Absorption des Lichtes haben zu dem wichtigen Ergebnis geführt, daß das Absorptionsvermögen der Lösungen eine Funktion der Größe der gelösten Teilchen ist und in kontinuierlichem Übergange von zweifellos heterogenen kolloidalen Lösungen zu den meist als „homogen“¹⁾ bezeichneten echten Lösungen führt. Diese Kontinuität ist ein Wahrscheinlichkeitsbeweis dafür, daß auch die echten Lösungen tatsächlich heterogen sind, daß auch in ihnen die gelösten Stoffe in Form individueller Einzelteilchen vorhanden sind, d. h. daß die Molekulartheorie zu Recht besteht. Die auf Messungen des Diffusionsvermögens gestützten Beweise für die Atomtheorie beruhen im wesentlichen auf einer Prüfung der von *Sutherland*, *Einstein*

¹⁾ Sehr treffend sagt *Roozeboom*: „Wir nennen ein System homogen, wenn es in allen seinen mechanisch isolierbaren Teilen die gleiche chemische Zusammensetzung und dieselben physikalischen und chemischen Eigenschaften hat. Diese Homogenität besteht also in bezug auf die Zusammensetzung bei guter Durchmischung in einem Gase oder einer Flüssigkeit nur wegen der Kleinheit der Moleküle und der Grobheit unserer Beobachtungsmittel.“

und v. *Smoluchowski* abgeleiteten molekularkinetischen Formel

$$D = \frac{R \cdot T}{N} \cdot \frac{1}{6 \pi \eta r},$$

in der D das experimentell bestimmbare Diffusionsvermögen des gelösten oder dispergierten Stoffes, R die Konstante der allgemeinen Gasgleichung, T die absolute Temperatur, N die Konstante von Avogadro, d. h. die für alle Stoffe gleiche absolute Anzahl von einzelnen Molekülen in einem Grammmolekül des betreffenden Stoffes, η die innere Reibung des Dispersionsmittels und r der Radius der diffundierenden Teilchen ist. So ergibt sich z. B. aus der Formel, daß das Produkt $D \cdot \eta$ für das Diffusionsvermögen desselben Stoffes, d. h. für konstantes r , in verschiedenen Lösungsmitteln, d. h. für wechselndes η bei konstanter Temperatur T konstant ist, oder man kann aus ihr, wenn man für N den von der kinetischen Gastheorie gelieferten Wert einsetzt, r berechnen und den so erhaltenen Wert mit dem durch direkte ultramikroskopische Beobachtung ermittelten Werte von r vergleichen, Versuche, die in der Tat die Richtigkeit der Theorie bestätigen haben.

Unter den paucimolekularen Erscheinungen, die zur experimentellen Begründung der molekularkinetischen Anschauungen geeignet sind, hat *Svedberg* ebenfalls zwei, die Brownsche Bewegung und die spontanen zeitlichen Konzentrationsschwankungen bei radioaktiven Stoffen, eingehend studiert.

Unter der Brownschen Bewegung versteht man bekanntlich das von der Wirkung äußerer Kräfte unabhängige zitternde Hin und Her, das kleine heterogene Teilchen in einem sonst homogenen gasförmigen oder flüssigen Medium aufweisen, und das als ein Analogon jener Bewegungen aufzufassen ist, die nach der kinetischen Gastheorie die Gasmoleküle ausführen. Die geradlinig gemessene Strecke, die die einzelnen Teilchen im Durchschnitt in der Zeiteinheit in einer gegebenen Richtung wirklich zurücklegen, ist von *Einstein* und von v. *Smoluchowski* berechnet und von *Svedberg* experimentell bestimmt worden. Auch die Resultate dieser Versuche können zur Berechnung der absoluten Dimensionen der molekularen Größen dienen.

Weiter zeigt sich, daß in einer teilchenarmen kolloidalen Lösung die Anzahl der Teilchen, die in einem gegebenen Augenblick im Gesichtsfelde des Ultramikroskops sichtbar sind, sehr erheblichen Schwankungen unterworfen ist, eine Erscheinung, deren Theorie v. *Smoluchowski* ausgearbeitet hat. In der von diesem Autor entwickelten Formel tritt außer der Zahl der in den einzelnen Zeitmomenten und der im Durchschnitt sichtbaren Teilchen auch eine Größe auf, die mit dem Druck-Volum-Gesetz der Gase in Verbindung steht und die Prüfung der Frage ermöglicht, ob und inwieweit dies Gesetz, das ja ebenso wie für Gase auch für Lösungen gelten soll, für die kolloidalen Lösungen gilt. Die Untersuchung von *Svedberg* hat ergeben, daß das Gesetz nur als ein für äußerst verdünnte Lösungen geltendes Grenzgesetz angesehen werden kann, und daß die Abweichungen von ihm nicht von der van der Waalsschen Zustandsgleichung beherrscht werden.

Die Übertragung dieser Versuche auf echte Lösungen stößt auf die Schwierigkeit, daß die Teilchen in echten Lösungen sich der direkten Beobachtung entziehen und ihre Anzahl in den einzelnen Zeitmomenten daher experimentell nicht festgestellt werden kann. Dieser Schwierigkeit wurde *Svedberg* dadurch Herr, daß er an Stelle gewöhnlicher Lösungen Lösungen radioaktiver Stoffe oder radioaktive Gase benutzte und die Anzahl der Teilchen in einem natürlich nicht mechanisch begrenzten, wohl aber genau

definierten Volumen nach dem Vorgange von *Regener* und von *Rutherford* und *Geiger* durch die Anzahl der von ihnen hervorgebrachten Szintillationen bestimmte. Diese Versuche sind zwar noch nicht abgeschlossen, dürften aber ebenfalls zu einer Bestätigung der molekularkinetischen Theorien führen.

Die Berichte über seine Untersuchungen gibt *Svedberg* mit allen Einzelheiten, vielleicht mit zu vielen Einzelheiten, so daß das vorliegende Buch jedenfalls als ein voller Ersatz für die in Zeitschriften zerstreuten Originalarbeiten gelten kann.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Beckenkamp, J., Statische und kinetische Kristalltheorien: Erster Teil: Geometrische Eigenschaften der Kristalle und deren Veranschaulichung durch geometrische Strukturbilder. Berlin 1913 bei Gebr. Borntraeger. VIII + 206 S. Preis geb. M. 10,60.

Der Verfasser, der sich seit mehreren Jahrzehnten der Untersuchung der inneren Kristallstruktur gewidmet hat, faßt in dem vorliegenden Werke die verschiedenen Theorien auf diesem für Kristallographen, Physiker und Chemiker gleich bedeutenden Gebiete zusammen. Der jetzt erschienene erste Teil behandelt hauptsächlich die geometrische Seite des umfangreichen Problems und zeichnet sich vor anderen kristallographischen Werken besonders durch die eingehende Berücksichtigung der historischen Entwicklung der Kristallographie aus.

Der Aufschwung der Kenntnisse über den kristallisierten Zustand der Materie fand besonders am Anfang des 19. Jahrhunderts statt und ist vor allem mit dem Namen von *R. J. Haüy*, des „Vaters der Kristallographie“, verknüpft. Nur das erste Hauptgesetz der Kristallographie betreffend die Konstanz der Kristallwinkel eines Stoffes ungeachtet der gegenseitigen Verschiebung der Kristallflächen, war schon erheblich früher entdeckt (*Steno* 1669, *Romé de l'Isle* 1772). Im Jahre 1801 sprach *Haüy* das zweite Hauptgesetz aus, das als *Parametergesetz* bezeichnet wird (nur solche Flächen sind am Kristall möglich, deren Abschnitte auf drei kristallographischen Achsen zu den Abschnitten einer Fundamentalfäche im einfachen, rationalen Verhältnis stehen). Zugleich leitete *Haüy* das Gesetz aus einer molekularen Hypothese ab, deren Anfänge sich bei diesem Forscher schon 1781 finden und weiterhin auf Betrachtungen von *Chr. Huyghens* (1728 veröffentlicht aus dem Nachlaß) und *T. Bergmann* (1773) zurückgeführt werden können. Bald darauf führten *Chr. Weiß* (1804) und *F. E. Neumann* (1823) das *Zonengesetz* ein: jede Kristallfläche ist bestimmt durch die Zugehörigkeit zu zwei Zonen, eine Zone ist die Gesamtheit der Kristallflächen parallel einer Kante. Schließlich legte *A. F. Möbius* (1849) die Beziehung klar zwischen dem Parameter- und dem Zonengesetz: beide sind nur verschiedene Formulierungen desselben Grundgesetzes. Welche Kristallflächen von der unendlich großen Zahl der möglichen vorwiegend ausgebildet werden, ist erst in neuerer Zeit Gegenstand vieler Forschungen gewesen (Komplikationsregeln von *Junghans*, *Goldschmidt*, v. *Fedorow*, *Baumhauer*).

Der dritte Hauptbegriff der Kristallographie, derjenige der *Symmetrie*, rührt ebenfalls von *Haüy* her (1815). *Chr. Weiß* (1815) und *F. E. Neumann* (1826) leiteten daraus die 7 Kristallsysteme ab, während *J. F. C. Hessel* in einer lange unbeachtet gebliebenen Arbeit (1830) die 32 möglichen, durch ihre Symmetrie verschiedenen Kristallklassen aufstellte.

Ein neuer Begriff, der für die Kristallographie wichtig geworden ist, aber eine befriedigende Erklärung noch nicht gefunden hat, ist der der *Nachahmung* oder *Mimesie* (*E. Mallard* 1876); man versteht darunter die häufige

auffallende Annäherung der Winkel und Ausbildung einer niedrig symmetrischen Kristallart an diejenigen einer höher symmetrischen. *E. v. Fedorow* dehnte den Begriff der Nachahmung in der Kristallwelt so weit aus, daß er alle Kristalle als pseudotetragonal oder pseudo-hexagonal betrachtet.

Die Molekularhypothese *Hauys* zur Erklärung der verschiedenen Kristallgestalten führt zu Widersprüchen. Viele Forscher (besonders *A. Bravais* 1850, *M. C. Frankenheim* 1856, *L. Sohncke* 1867 und 1888, *L. Wulff* 1888) suchten diese Widersprüche durch andere Annahmen bezüglich der Molekülanordnung im kristallinen Zustande zu beseitigen. Die Theorien der genannten Kristallographen stimmen darin überein, daß die Moleküle im Kristall regelmäßig gitterartig im Raume verteilt gedacht werden („Raumgitter“). Schließlich kamen *A. Schoenflies* und *E. v. Fedorow* ungefähr gleichzeitig (um 1888) zu einer Ausdehnung der Ansichten von *Sohncke*, welche 230 mögliche regelmäßige Punktsysteme ergibt, unter welchen die sämtlichen 32 Symmetrieklassen vertreten sind. Diese 230 Punktsysteme sind mathematisch möglich, ob sie aber auch mechanisch möglich sind, kann nur entschieden werden, wenn man die Natur der molekularen Kräfte im Kristall kennt. Auf diesem Punkte herrscht noch völliges Dunkel, und sind daher die Ansichten recht mannigfaltig und verschieden.

Im letzten Abschnitt des Buches beschreibt Verfasser die gesetzmäßige Verwachsung gleichartiger oder ungleichartiger Kristalle. Als Beispiele werden ausführlich die Zwillingbildung bei Quarz, Feldspat, gewissen Zeolithen und Kalkspat behandelt und besonders auf die Mimesie infolge wiederholter Zwillingbildung hingewiesen.

Schließlich definiert der Verfasser seine eigene Ansicht folgendermaßen: „An dem homogenen Aufbau der niedrigst symmetrischen Massen einer Syngonieart beteiligen sich nach Ansicht des Verfassers nur kongruente Bausteine“ und „Die Theorie des Verfassers beschränkt die heterogene Aggregation aus ungleich großen Partikeln mit niedrigerer Symmetrie auf den Aufbau der höheren Klassen innerhalb derselben Syngonie“ (S. 204). Unter „Bausteinen“ und „Partikeln“ sind Gruppen von chemischen Molekülen zu verstehen. Der Ausdruck „Syngonie“ entspricht ungefähr dem Kristallsystem.

H. E. Bocke, Halle a. S.

Niklas, Hans, Chemische Verwitterung der Silikate und der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Humusstoffe. Verlag für Fachliteratur G. m. b. H. Wien-Berlin-London 1912. 143 Seiten. Preis M. 6.—

Wir sind berechtigt, in der Verwitterung einen Vorgang zu sehen, durch welchen die im kristallinen Zustande sich befindende Gesteinsmaterie teilweise in den kolloiden Zustand übergeführt wird.

Die wichtigsten Agentien der chemischen Verwitterung sind Wasser, Kohlensäure, Sauerstoff, Humusstoffe und Salze.

Die Rolle, welche die einzelnen Verwitterungsagentien bei dem Vorgange der Gesteinszersetzung spielen, läßt sich kurz in folgendem zusammenfassen:

Am wichtigsten ist die Tätigkeit des Wassers, und schon sehr frühe erkannte man, daß die Silikate durch Wasser in unlösliche wasserhaltige kiesel-saure Tonerde und in lösliches kiesel-saures Alkali zerfallen. Als ein bedeutender wissenschaftlicher Fortschritt darf es gelten, daß allmählich die Erkenntnis reifte, daß diese Silikat-zersetzung durch die sogenannte Hydrolyse des Wassers, d. h. durch seine Ionenspaltung bedingt wird.

Durch die Hydrolyse des Wassers bedingt, bilden die Salze schwacher Säuren, wie z. B. die Silikate, wenig

dissoziierte freie Kieselsäure, die sich ausscheidet, wobei durch den damit verbundenen Verlust an H-Ionen OH-Ionen frei werden. Jedenfalls leitet die Hydrolyse des Wassers die Gesteinszersetzung ein, und die Silikate werden dadurch hydrolytisch gespalten. Da die Dissoziation des Wassers bei Temperaturerhöhung bedeutend zunimmt, so erklärt sich damit die Tatsache, daß in warmen Klimazonen die chemische Verwitterung viel intensiver verläuft als im gemäßigten, während sie im arktischen Klima nahezu Null ist.

Laterit, d. h. der typische Tropenboden, bildet sich nach dieser Anschauung durch die hydrolytische Spaltung der wasserhaltigen Gesteine unter dem Einfluß der hohen Temperatur, und zwar bilden sich die Sole von Siliciumeisen und Aluminiumhydroxyd. Da organische Substanz nahezu fehlt, so ist infolge der dadurch bestehenden neutralen oder basischen Reaktion das Kiesel-säuresol stabil und somit auswaschbar geworden.

Das nächste Verwitterungsagens, die Kohlensäure, übt sekundäre Wirkungen aus, d. h. kann erst nach erfolgter hydrolytischer Spaltung der Gesteine in Tätigkeit treten. Sie wandelt das bei der hydrolytischen Spaltung gebildete Alkali in Karbonat um und stört damit das im Gleichgewicht befindliche chemische System, so daß weitere Zersetzung nach dem Prinzip des Massenwirkungsgesetzes erfolgen kann.

Den Humusstoffen ist ebenfalls nur eine sekundäre Wirkung bei den Verwitterungsvorgängen beschieden. Noch ist die Frage nach der Natur der Humussäuren nicht endgültig entschieden. Zweifellos sind die Humusstoffe mehr oder weniger kolloide Medien. Doch dürfte noch nicht einwandfrei erwiesen sein, daß insbesondere die Humussäuren den Charakter der Humusstoffe bedingen, wenn auch die eine oder andere organische Säure daraus isoliert werden konnte. Es ist noch nicht gelungen, die Wirkung der sogenannten Humussäuren von ihrer kolloiden Wirkung in den humosen Stoffen abzugrenzen.

Ihre Hauptwirkung aber dürfte darin liegen, daß sie infolge ihrer kolloiden Natur Schutzwirkungen ausüben und die Stabilität der vorhandenen Sole beträchtlich erhöhen. Daher ihre Fähigkeit, Gesteine und Boden auszubleichen und die in kolloider Lösung befindlichen Basen zu entführen. In kühleren Gebieten werden durch die Humusstoffe Eisen, Phosphorsäure und Tonerde bewegt.

Was die Wirkung der Salze anbetrifft, die diese bei der Gesteinszersetzung ausüben, so ist es von wesentlicher Bedeutung, ob in dem betr. Gebiete humide oder aride Bedingungen herrschen. Im ersten Falle waschen die reichlichen Niederschlagsmengen die Salze weg, und so wird die Entstehung von Hydrosolen, die durchwaschbar sind, befördert. Im zweiten Falle wirken die Salze als kräftig fallende Elektrolyte. Tatsächlich besteht zwischen den Böden der ariden und humiden Gebiete ein bedeutender Unterschied in bezug auf ihre Zusammensetzung. Daß die Bodensalze auch rein chemische Umsetzungen auslösen, die nach dem Prinzip der Massenwirkung verlaufen, ist ohne weiteres einzusehen.

Daß die einzelnen Mineralien je nach ihrer Struktur und ihrer chemischen Zusammensetzung sich verschieden gegen die Agentien der Verwitterung verhalten, ist hinreichend sichergestellt und man kann diesbezüglich Reihen aufstellen.

Von den einzelnen Bestandteilen der Gesteine unterliegen insbesondere die Alkalien und das Calcium der Auswaschung. Auch ist einwandfrei erwiesen, daß das Kalium in den Gesteinen bedeutend fester gebunden wird, wie das Natrium. Desgleichen ist das Eisen nicht so stark gebunden wie das Aluminium, das der Verwite-

rung am kräftigsten widersteht. Auch das Magnesium ist verhältnismäßig stark gebunden.

In diesen Sätzen werden durch den Verfasser die Hauptergebnisse der gegenwärtigen Lehre von der Verwitterung zusammengefaßt. Der Hauptteil des Buches besteht aus einer Aneinanderfügung von Einzelreferaten einschlägiger Arbeiten, deren Lektüre für den Nichtfachmann etwas ermüdend wirkt.

R. Lachmann, Breslau.

Der Luzernebau. Nach den praktischen Erfahrungen, wissenschaftlichen Beobachtungen und Untersuchungen in Nordamerika, bearbeitet von F. F. Matenaers, landwirtschaftlichem Redakteur und Schriftsteller in Chicago (Illinois). Berlin 1912, Verlag P. Parey. 200 S. mit 37 Textabbildungen. Geb. Preis 4,80 M.

Durch seine bisherigen Veröffentlichungen ist der Verfasser des vorliegenden Buches auch den deutschen Landwirten nicht mehr unbekannt. Schon seit längerer Zeit hat Matenaers es sich besonders angelegen sein lassen, den Landwirten in seiner alten deutschen Heimat das zu berichten und in überaus klarer, zweckmäßiger Weise mitzuteilen, was in seinem neuen Vaterlande als Gesamtergebnis der neueren landwirtschaftlich-naturwissenschaftlichen Forschung und umfangreicher praktischen Erfahrungen, und damit als Ergebnis von zahlreichen (namentlich während der letzten 25 Jahre angestellten) Versuche gewonnen werden konnte.

Es sind vor allem *praktisch* wichtige Mitteilungen, welche zu entsprechenden Versuchen bei uns in Deutschland anregen sollen, und welche besonders den Landwirten zweifellos auch in verschiedener Hinsicht oft recht lohnende Anregungen geben.

Auch die neue Veröffentlichung von Matenaers über den Luzernebau bietet nicht nur dem Fachmann, sondern auch dem Fernerstehenden manches wertvolle Material zum eifrigen Studium. Insbesondere wird daraus auch derjenige mancherlei Nutzen ziehen können, welcher sich mit allgemeinen wirtschaftlichen und technischen Fragen beschäftigt.

In dem neuen Buche haben wir eine inhaltreiche Monographie vor uns, in welcher uns der Verfasser über die Luzerne und die mannigfache Verwertung dieser wichtigen Kulturpflanze berichtet:

Der erste Abschnitt bringt zunächst Geschichtliches, Beschreibung und Aussehen der Luzerne: Sie stammt aus dem fernen Osten. Ihre genaue Heimat in Zentralasien (?) ist freilich nicht mit Sicherheit bekannt. Jedenfalls aber hat sie erst von Persien aus (Medien: woher sie auch ihren botanischen Namen „Medicago“ erhalten hat, d. h. zunächst von ihrer römischen Bezeichnung herba medica) eine weitere Verbreitung nach Europa und schließlich auch nach Amerika gefunden. Nach dem fernen Westen lassen sich die Spuren ihrer Verbreitung sogar noch heute auf zwei verschiedenen Wegen genauer verfolgen. Die Abstammung des Namens „Luzerne“¹⁾ — des bei uns gebräuchlichsten Namens für diese wertvolle Kulturpflanze — ist noch strittig. Am wahrscheinlichsten ist nach Matenaers die Abstammung von dem spanischen Worte „Userdas“ und dessen Umänderung im Französischen in „Lacuzerdo“, bzw. in „Luzerne“, bzw. in „Lizerne“, bzw. in „Lucerne“. Nähere Angaben über die interessanten Wanderzüge der

Luzerne als der wahrscheinlich ältesten Kulturpflanze würden hier natürlich zu weit führen. —

In botanischer Hinsicht gehört die Luzerne bekanntlich zu der großen, weitverzweigten und wertvollen Familie der Leguminosen (Schmetterlingsblütler), welche infolge des Zusammenlebens mit den an ihren Wurzeln knöllchenartige Anschwellungen bildenden und in den Knöllchen selbst lebenden eigenartigen Mikroben die Fähigkeit besitzen, den freien, elementaren Stickstoff (N) der Luft zu binden und nicht nur für sich selbst, sondern auch für die nachgebauten Pflanzen nutzbar zu machen. Auf diese Weise können sich die Leguminosen also nicht nur von dem gerade vorhandenen, löslichen Bodenstickstoffe, sondern zu einem großen Teile auch vom elementaren N der Luft ernähren. Sie wirken also weiterhin geradezu N sammelnd und können einen Boden — nach den vorhandenen bodenklimatischen Verhältnissen (Kultur- und Düngungsverhältnissen) — in verschiedenem hohem Maße an N anreichern. Welch gewaltige Summen hierbei in Betracht kommen, ist selbst den Landwirten heutzutage vielfach noch ganz unbekannt. —

Wenn wir bei solchen Betrachtungen den schon etwas veralteten ersten Schätzungen Remys (1902) folgen, so kommen wir schon zu überraschend hohen Werten. Wenn man nämlich mit Remy eine mittlere Hülsenfrucht- oder Klee-Ernte bei uns in Deutschland durchschnittlich nur zu etwa 100 kg Stickstoff (N) für den Hektar — einen zweifellos noch sehr niedrig geschätzten Ertrag — annimmt, und wenn man weiterhin annimmt, daß lediglich die Hälfte dieses N unter der Mitwirkung der genannten knöllchenbildenden Mikroben dem elementaren N der Luft, die andere Hälfte aber dem schon vorhandenen, löslichen Bodenstickstoffe entstammt, so werden allein im Deutschen Reiche (bei einer mit Leguminosen bebauten Fläche von etwa 5 Millionen Hektar Land) durch diese Pflanze alljährlich etwa 2½ Millionen Doppelzentner Stickstoff aus der Luft verarbeitet: Diese entsprechen etwa einer Lieferung von 16 Millionen Doppelzentner Eiweiß oder Salpeter im Werte von etwa 300 Millionen Mark, welche so als fast kostenloser Gewinn aus der Luft erhalten werden. — Durch geeignete Impfungen der Leguminosen oder des Bodens (s. später) kann aber die Entwicklung derselben noch außerordentlich gefördert und damit auch dieser Gewinn noch ganz bedeutend gesteigert werden. Nach der vorstehenden Schätzung ist also der ganze N einer Leguminosenernte (5 Mill. dz Salpeter entsprechend) mit 600 Millionen Mark zu bewerten, wenn dieser Stickstoff lediglich zu Gründüngungszwecken verwandt und als solcher — ohne auffallende Verluste — auch möglichst vollständig ausgenutzt werden könnte. Bei einer genaueren Bewertung einer ganzen Leguminosenernte müssen aber, wie Referent auch anderweitig auseinandergesetzt hat (s. ev. J. f. angew. Bot. 1910 pag. 37 u. landw. Jahrb. 1910 Ergbd. 3 pag. 338), die stickstoffreichen organischen Stoffe als indirekter N-Dünger (— als Lieferanten eines großen Teiles der Kohlenstoffnahrung für freilebende N-sammelnde Organismen —) sowie als humusvermehrender und allgemein bodenverbessernder Faktor ebenfalls berücksichtigt und bewertet und damit weitere große Summen in Anschlag gebracht werden. Diese lassen sich aber naturgemäß nur sehr schwer schätzen. Erheblich höher müssen alsdann, im allgemeinen wenigstens, Kleearten und Hülsenfrüchte als Nahrungs- und Futtermittelpflanzen bewertet werden. —

Durch die Verbesserung der Leguminosenkulturen mittels guten Saatgutes und geeigneter Düngungen, sowie durch geeignete „Impfungen“ der Leguminosen in Form von Reinkulturen („Nitragin“ und „Azotogen“)

¹⁾ Im übrigen wird die Luzerne auch „blauer Klee“, „Schnecken-Spargel-Monatsklee“, „Welscher Klee“, „Dauerklee“, „ewiger Klee“, vielfach auch „Alfalfa“ genannt. Letztgenannter Name ist nach Matenaers unmittelbar aus dem Arabischen entlehnt und weist auf einen zweiten Weg der Einwanderung in Spanien (durch die Mauren aus Afrika) hin.

oder „Impferden“ ist alsdann praktisch auch schon viel erreicht worden. Besonders durch Impfungen kann man schon seit einer Reihe von Jahren sehr bedeutende Mehrernten an Stickstoff und organischer stickstoffreicher Masse erzielen.

Mit großer Berechtigung können wir übrigens jetzt annehmen, daß bei einer sachgemäßen, zweckentsprechenden Verbesserung der Leguminosenkulturen durch *Impfungen* — gutes Saatgut und, wenn notwendig, ausreichende Kali- und Phosphorsäuredüngung vorausgesetzt — die spezifischen Leguminosenorganismen wenigstens 20 kg N pro ha und Jahr oder 20 % mehr erzeugen. Dies ist nach mancherlei anderen Erfahrungen des Referenten und anderer Autoren zweifellos sogar noch recht niedrig bemessen. (*Remy* nahm früher nur 10 kg N an, welche durchschnittlich im Jahre auf dem Hektar leicht mehr gesammelt werden können.) Nimmt man nun weiterhin an, daß all dieser N zunächst lediglich zu Gründüngungszwecken ausgenutzt würde, so ergibt sich ein jährlicher *Mehrgewinn an N aus der Luft* von etwa 1 Million Doppelzentner N (entsprechend rund 6 Mill. dz Salpeter) *im Werte von etwa 120 Millionen Mark*. Diese Summe übertrifft aber bereits diejenige, welche zurzeit alljährlich für Chilisalpeter zu Düngezwecken ausgegeben wird: — Die hohe Bedeutung der Leguminosenkulturen und die durch geeignete Maßnahmen zu erzielende Mehrerzeugung an N usw. und damit die besondere Bedeutung der Leguminosen als bodenverbessernder Faktor dürfte aus den hier eingeflochtenen kurzen Erörterungen über ihren wirtschaftlichen Wert deutlich genug hervorgehen. —

Die Leguminosen sind aber nicht nur als Gründüngungspflanzen wichtig und wertvoll, sondern sie spielen auch insofern eine große Rolle, als sie ja in manchen Gegenden zu einem sehr beträchtlichen Teile als Nahrungs- und Futtermittel dienen. Bei ihrer verbesserten Kultur und einem üppigeren Stande derselben wird man nun im allgemeinen auch stets einen weit höheren Stickstoffgehalt der Pflanzen und der Früchte und damit zugleich ein viel wertvolleres, an Eiweiß reicheres Nahrungs- und Futtermittel erhalten. —

Viel gewaltigere Werte kommen hiernach für die Leguminosenkulturen besonders in den großen Anbaubereichen Nordamerikas in Frage. Die Luzerne ist in Amerika auffallend in den Vordergrund getreten und wird dort vorwiegend als Futterpflanze genutzt. Die wirtschaftliche und ökonomische Bedeutung derselben wird auch von *Matenaers* in besonderer Weise eingehender gewürdigt. Er betont u. a. am Schlusse seiner Erörterungen mit den Worten von *W. D. Hoard*, einem der fortschrittlichsten und einsichtigsten Farmer Nordamerikas (ehemaligen Gouverneur von Wisconsin), daß niemand an der Förderung des Ackerbaus und des ganzen Landwirtschaftsbetriebes besser und wirksamer arbeitet, als derjenige, welcher die ausgezeichneten Eigenschaften der Futterpflanze Luzerne beschreibt und predigt. Nach *Hoard* u. a. ist die energische Bewegung zur Förderung und weiteren Einführung des Luzernebaus in den letzten Jahrzehnten jedenfalls eine der wichtigsten und fortschrittlichsten Errungenschaften, welche die Kulturwelt im Verlaufe der letzten hundert Jahre auf dem Gebiete des Ackerbaus zu verzeichnen hat. —

Mancherlei botanische Einzelheiten über die Luzerne sind angeführt, können aber im Rahmen einer möglichst kurzen Besprechung nicht erörtert werden, und es mag daher in dieser Hinsicht nur noch erwähnt sein, daß gegenwärtig etwa 50 verschiedene Spezies von *Medicago* vorhanden und näher bekannt sind. Praktischen Wert als Futterpflanzen haben aber bisher nur die gewöhnliche Luzerne (*Medicago sativa*) und höchstens zwei oder

drei andere *Medicago*-Arten gewonnen. Von der Luzerne gibt es jedoch eine ganze Reihe von sogenannten Varietäten. Der Anbauwert verschiedener Luzernesorten in Amerika und auch bei uns in Deutschland wird von *Matenaers* genauer besprochen, und je nach Klima- und Bodenverhältnissen usw. muß bald die eine, bald eine andere Sorte als vorteilhafter zum Anbau erachtet werden.

Im zweiten Abschnitte wird alsdann die Universalität der Luzerne in bezug auf Boden und Klima und ihre Ertragsfähigkeit im Vergleich zu anderen Futterpflanzen besprochen. Die große Ausbreitungsmöglichkeit des Luzernebaues beruht zum großen Teil auf der verhältnismäßig leichten Anpassung der Luzerne an besondere klimatische Verhältnisse. Die Luzerne kann heute unter weit verschiedenen Verhältnissen vielfach vorteilhafter, als jede andere Leguminose angebaut werden. Hinsichtlich der Nutzungsweise muß das Klima auch berücksichtigt werden. Was den Boden anbelangt, so ist die Luzerne nach allen neueren Forschungen und Beobachtungen bei weitem nicht so wählerisch, als man früher immer annahm, und liefert meist auffallend höhere Erträge, als die meisten sonst gebräuchlichen Futterpflanzen.

Im dritten Abschnitte wird das Saatgut und dessen sorgfältigste Auswahl, insbesondere auch die hauptsächlichsten Verunreinigungen des nordamerikanischen Luzernesamens, behandelt und auf die große Bedeutung der Verwendung von nur erstklassigem Saatgut hingewiesen. Größere Samenkäufe sollten jedenfalls nur nach sorgfältig ausgeführter Keimprobe des gelieferten Saatguts und nach dessen Untersuchung auf Reinheit und Abstammung abgeschlossen werden.

In sechs weiteren Abschnitten werden viele praktisch-landwirtschaftliche und technische Fragen ausführlicher erörtert: Zunächst handelt es sich um die richtige, sachgemäße Aussaat der Luzerne (unter besonderer Berücksichtigung des Bodens, der Herrichtung des Saatbettes, der Methoden der Aussaat usw.), ferner um die Pflege der Luzernefelder und um die Kräftigung dünner Bestände. Im besonderen werden u. a. auch praktische Ergebnisse mit der Scheibenegge, mit der Düngung in Form von Stallmist und Kunstdüngern und mit sachgemäßen Kalkungen mitgeteilt und besprochen. Einen wichtigen Abschnitt bilden auch die Erörterungen über die mannigfachen Feinde und Schädlinge der Luzerne. Als solche kommen nicht nur Unkräuter und Warmblüter (Ratten und Mäuse), sondern auch mancherlei Insekten und niedrige pflanzliche Organismen (Pilze) in Betracht. Sehr ausführlich wird die wichtige Ernte der Luzerne, ferner die sog. Ensilierung der Luzerne, das Pressen und Vermarkten des Luzerneheues und verschiedene Futterpräparate besprochen. Es folgen die wichtigen Erörterungen über die Luzerne als Grünfutterpflanze und Futtermittel für Milchvieh, Pferde, Schafe, Schweine und Geflügel und als Weide für dieselben Tiere und für das Volk der Bienen. *Im zehnten Abschnitt* wird eingehend über die *Kultur zur Samengewinnung*, über Boden, Witterung und andere Faktoren, über den Einfluß der Bienen und anderer Insekten, über die Gewinnung, Aufbewahrung und Vermarkten des Samens berichtet. *Der elfte Abschnitt bringt schließlich noch verschiedenes*, wie Platz der Luzerne im Fruchtwechselsystem, die Bakterienkulturen als Impfstoffe für Luzerne, Modell einer besonderen Luzernescheune und die Keimkraftdauer des Samens. —

Damit kann in dem neuen *Matenaersschen* Buche mancherlei Gutes und Neues der Prüfung unterzogen, das Beste aber den eigenen Verhältnissen angepaßt und in geeigneter Weise nutzbringend zu verwerten gesucht

werden. Als ertragreiche Futterpflanze steht die Luzerne auch bei uns in Deutschland vor anderen Leguminosen (wie Esparsette, Serradella, Klee) fast unerreicht da. Die Ausführungen sprechen sehr zugunsten eines bedeutend verstärkten, planmäßigen Luzernebaues und müssen jedenfalls zu einem solchen geradezu anspornen. Übrigens haben sich erfreulicherweise die Versuche über den Anbau der Luzerne — vor allem verschiedener Herkunft — auch bei uns neuerdings schon etwas gemehrt. Freilich werden sich z. B. Fragen wie diejenige, ob — unter der Voraussetzung guten Saatgutes — die Turkestaner Luzerne oder andere Sorten sich auch zum Anbau unter manchen deutschen normalen Boden- und Klimaverhältnissen eignen, nach Ansicht des Referenten nur dann endgültig lösen lassen, wenn mit den betreffenden Anbauversuchen gleichzeitig auch besondere Maßnahmen, wie wiederholte Anbauversuche auf derselben Fläche, geeignete Düngungen und vor allem auch „Impfversuche“ verbunden werden. Auf diesen letzteren Punkt ist neuerdings auch schon von *Hiltner* hingewiesen worden. Nach neueren Untersuchungen und Beobachtungen des Referenten spielt nun bei den Anpassungen der Knöllchenmikroben an die einzelnen Leguminosen neben anderen Faktoren besonders auch der oft ziemlich stark abweichende Säuregehalt der Leguminosenwurzeln eine sehr wichtige Rolle. Auch N-Gehalt und N-Form kann bisweilen eine wichtige Rolle spielen, wenn die Wirksamkeit der spezifischen Mikroben manchmal stark reduziert ist und zuweilen viel zu wünschen übrig läßt. —

Die großen Vorzüge der Luzerne gegenüber anderen Leguminosen sind in Praktikerkreisen hinlänglich bekannt. Einige Mängel treten meist völlig in den Hintergrund.

Neben mancherlei eigenen Beobachtungen hat *Matenaers* nur einwandfreie Angaben und Zusammenstellungen über den Luzernebau, insbesondere die Berichte der landw. Versuchsstationen Nordamerikas benutzt. Mit Recht wird der wunderbare Siegeszug hervorgehoben, den die Luzerne über den ganzen amerikanischen Erdteil genommen hat, und der in der ganzen Geschichte des Ackerbaues wohl seinesgleichen sucht. Wunderbar ist jedenfalls dieser Siegeszug in solch einer gewaltigen Ausdehnung, wunderbar und bewundernswürdig nach *Matenaers* aber auch in der reichen Fülle seiner Segensspende! Das Buch verdient, eingehend studiert zu werden, um so mehr, als es keinem Zweifel unterliegt, daß der Luzernebau auch bei uns in Deutschland — selbst bei vielfach anderen wirtschaftlichen und klimatischen Verhältnissen — noch einer weit stärkeren Ausdehnung fähig ist. Nach den neueren wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungen können sogar Böden unschwer gut luzernefähig gemacht werden, auf denen nach früheren Versuchen der Anbau der Luzerne vollständig fehlgeschlug: Ihr Anbau kann in manchen Fällen also geradezu erzwungen werden.

Heinze, Halle a. d. Saale.

Kleine Mitteilungen.

Pfeilgifte der Buschmänner. Zur Bereitung der Pfeilgifte dienen sowohl Pflanzen als Tiere. Von beiden Gifarten hat *L. Lewin* (*Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmacol.* Bd. 68, S. 333 u. Bd. 69, S. 59) neuerdings je einen Vertreter näher untersucht. Aus der Zwiebel von *Buphane disticha* (*Haemanthus toxicarius*) isolierte er ein Alkaloid, das er *Haemanthin* nennt. Er gibt ihm auf Grund von Analysen des Chlorhydrats und des Platinsalzes die Formel $C_{18}H_{23}NO_7$, doch weisen nach der Beschreibung und dem Darstel-

lungsverfahren weder die freie Base noch die dargestellten Salze sichere Kriterien der chemischen Individualität auf, so daß der Einwand eines früheren Untersuchers der gleichen Pflanze (*Tutin*, ebenda Bd. 69, S. 314), es läge ein Gemisch von mehreren Alkaloiden vor, nicht unberechtigt erscheint. Interessant sind die pharmakologischen Eigenschaften der Substanz. Sie ist ein Narkoticum, das sich in seinen Wirkungen, namentlich auch in der mydriatischen, dem Atropin und seinen Verwandten nähert; besonders hervorstechend ist die sehr sicher, auch nach subkutaner Anwendung, eintretende Brechwirkung. — Dem längst bekannten Pfeilgiftkäfer *Diamphidia simplex* gesellte sich eine neue Art, von *J. Weise* als *Blepharida evanida* festgestellt, und wahrscheinlich noch eine weitere, von demselben Forscher als *Blepharidella Lewini* bezeichnet. Die Untersuchung der *Blepharida* zeigte mit Wahrscheinlichkeit, daß ebenso, wie früher für *Diamphidia* festgestellt wurde, Eiweißkörper Träger der Giftwirkung sind. *Sp.*

Cellulose aus Spargelkraut. Die Cellulose ist bekanntlich ein wichtiges Rohmaterial der chemischen Industrie, sie dient nicht nur zur Herstellung des Papiers, sondern auch zur Fabrikation der Kunstseide, des Celluloids, des rauchlosen Pulvers und anderer wichtiger Produkte. Mit der Ausdehnung dieser Industriezweige ist auch der Bedarf an Cellulose in den letzten Jahren ganz außerordentlich gestiegen und außer unseren Laub- und Nadelhölzern werden neuerdings auch viele Sträucher und Gräser auf Cellulose verarbeitet. Daß auch die Spargelabfälle zur Gewinnung von Cellulose recht gut geeignet sind, zeigen Untersuchungen, über die Professor *Reinke* von der Technischen Hochschule in Braunschweig in der „Chemiker-Zeitung“ jüngst berichtet hat. Spargelkraut und Spargelschalen waren bisher vollkommen wertlose Abfallprodukte. Das Spargelkraut mußte verbrannt werden, weil sich sonst auf den Feldern schädliche Pilzparasiten bildeten, und die beim Schälen des Stangenspargels erhaltenen Schalen, die dem Gewicht nach etwa 30 pCt. betragen, waren bisher nur als Dünger zu verwenden, da ihr Futterwert zu gering war und alle Versuche zu einer technischen Verwertung ohne Erfolg blieben. Die Untersuchungen von Professor *Reinke* haben nun gezeigt, daß sich aus den Spargelschalen und noch besser aus dem Kraut durch Behandlung mit schwefliger Säure oder Natrouslauge im Autoklaven bei einem Drucke von 4–6 Atmosphären reine Cellulose in guter Ausbeute erhalten läßt. In der Nähe großer Spargelkulturen läßt sich diese Fabrikation ohne große Kosten einrichten, und die aus Spargelkraut gewonnene Cellulose ist wegen ihrer Reinheit zur Herstellung von Verbandstoffen, Sprengstoffen, Papier und feinen Filzen besonders gut geeignet. *S.*

Das Bureau of Standards in Washington hat in seinem Abstract of Circular Nr. 34 von 1912 festgesetzt, daß die **Pferdekraft** gleich **746 Watt** sein soll, nämlich 550 Fuß-Pfund pro Sekunde unter 50 Gr. Breite im Meeresniveau. Dieser Wert ist um mehr als 1 % größer als der bei uns übliche, welcher 75 Meter-Kilogramm pro Sekunde entspricht und gleich 736 Watt ist. Die Nordamerikaner haben sich hierbei, wie bei fast allen Gelegenheiten, als Nachahmer der Engländer gezeigt. Bis die Ersetzung der Pferdekraft durch das Kilowatt in aller Welt erfolgt, was gegenwärtig in Deutschland vorbereitet wird, mag noch lange Zeit vergehen. *Mk.*

Ein hübsches Beispiel für die **große Präzision**, mit der die Erzeugnisse der modernen Industrie hergestellt werden, wurde auf einer kürzlich in London ver-

anstellten Maschinenausstellung gezeigt. Ein Vertreter einer Fabrik von Lagerkugeln forderte die Besucher auf, aus einem großen Haufen von Kugeln eine beliebig auszuwählen. Dann ließ man diese Kugel aus einer Höhe von $1\frac{1}{2}$ Metern auf eine polierte Platte fallen, von der sie etwa 100 mal wieder hochsprang; um schließlich genau an der Stelle liegen zu bleiben, die sie beim ersten Fall getroffen hatte. Wäre sie nicht genau rund gewesen, so hätte sie ihre Ruhelage in einem ganz anderen Punkt erreicht! (*Engineering* 155, 13, 1913.) *Mk.*

Man hat neuerdings vorgeschlagen, die Verwendung von Zement für weitere Zwecke zu ermöglichen, indem man dies Material durch Fett oder Öle wasser- und staubfrei macht, was entweder durch Zusatz dieser Stoffe bei der Herstellung des Zementes oder durch Aufstreichen auf seine Oberfläche nach der Fertigstellung erfolgen könnte. Nach Versuchen von *Lawrence Gadd* wirken aber Öle und Fette auf Zement schädlich, so daß Sandmörtel ohne Ölzusatz besser gegen Wasser dicht hält als Zement, der mit Öl oder Fetten behandelt ist. Bei diesen Versuchen wurden $7\frac{1}{2}$ cm starke Platten hergestellt und auf einer 100 qcm großen Fläche einem Wasserdruck von 4 Atmosphären ausgesetzt. Die nicht mit irgendeiner Substanz behandelten Platten ließen in einer Stunde 4,7 bis 17,7 l Wasser durch. Bei Behandlung der Platten mit Zylinderöl stieg die Durchflußmenge auf 260 bis 675 l und Vaseline steigerte sie auf 340 bis 1340 l. Schweinefett, Baumwollensamenöl und Kolzaöl griff das Material so stark an, daß die Platten bei den Versuchen zerbrachen. Nach *Gadd* wirkt Kolzaöl so schädlich, daß man nicht einmal die Formen für Zementbriketts damit austreichen darf, sondern hierfür Mineralöl verwenden muß. (*Engineering* 155, 20, 1913.) *Mk.*

In Heft 3 dieser Zeitschrift ist berichtet worden, daß man in der Chromosphäre der Sonne Radium gefunden hat. *H. Kayser* hat neuerdings nach den spektrographischen Messungen *Giebelers* festgestellt, daß sich diese Substanz gleichfalls in der Nova *Geminorum 2* findet, und außerdem Uran, Emission und Helium. Dies veranlaßt *Kayser*, die radioaktiven Prozesse zur Erklärung des Aufleuchtens der Neuen Sterne heranzuziehen. Die Spektren der Novae zeigen an Stelle der Wasserstofflinien breite Bänder, deren Intensitätskurve Fig. 1



Fig. 1.

gibt. Ein solches Band fällt steil nach Rot (R), weniger steil nach Violett (V), ab und zeigt mehrere Minima, namentlich auf der violetten Seite. Das Auftreten dieser Bänder hat man durch den Dopplereffekt zu erklären versucht, indem man annahm, daß mehrere Gasschichten mit verschiedenen Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie vorhanden seien. Dabei ist man aber auf ganz unwahrscheinliche Geschwindigkeiten gekommen. Die Anwesenheit radioaktiver Substanzen läßt nun das Vorhandensein von Kanalstrahlen möglich erscheinen, die als Strahlen rasch bewegter, leuchtender Gasteilchen, wie *Stark* nachgewiesen hat, Dopplereffekt zeigen und neben der richtig gelagerten Linie ein breites, nach Violett verschobenes Band mit der in Fig. 2 dargestellten Intensitätskurve geben. Die Analogie beider Erscheinungen gibt folgende Erklärung: Auf der Nova wird durch Eruption oder durch Meteorfalle eine erhebliche Menge von Ra auf die Oberfläche gebracht und durch die

radioaktiven Vorgänge Wärme und Licht erzeugt, so daß der Stern plötzlich aufleuchtet. Die radioaktiven Substanzen senden ihre Energie wesentlich in der Form von α -Strahlen aus, positiv geladenen materiellen Teilchen, wahrscheinlich He-Atomen, deren Geschwindigkeit etwa 10 bis 100 mal größer ist als die der Kanalstrahlen. Beim Eintritt in die wesentlich aus Wasserstoff bestehende Atmosphäre des Sternes erzeugen die α -Strahlen im Spektrum die breiten mit Minima versehenen Bänder, welche 10 bis 15 mal breiter sind als bei den Kanalstrahlen. Das Ra verdampft, seine Dämpfe sowie die von U, Em und He gelangen durch Diffusion in die höhere Atmosphäre, kühlen sich ab und bringen scharfe Absorptionslinien hervor. Es handelt sich also nicht mehr um Weltkörper oder Gasschichten, die sich mit unwahrscheinlicher Geschwindigkeit bewegen, sondern um Gasmoleküle, die durch die gewaltigen von den radioaktiven Körpern erzeugten Energiemengen so große Geschwindigkeiten erhalten. (*Astron. Nachr.* 191, Nr. 4583.) *Mk.*

Für die Wissenschaft wie für die Technik ist es in gleicher Weise wichtig, eine Methode zur absoluten Härtebestimmung von Materialien zu besitzen. Man glaubte bisher vielfach, daß das Brinellsche Verfahren eine solche Methode biete. Dieses besteht darin, daß man eine harte Kugel unter dem Drucke eines bestimmten Gewichtes in das zu untersuchende Material einpreßt. Beträgt das Gewicht P und die Fläche der in das Material hineingedrückten Kalotte der Kugel s , so ist P/s die Härtezahl. Nach Versuchen von *Hanriot* gibt nun das Brinellsche Verfahren für verschiedene Drucke und verschieden große Kugeln ganz verschiedene Werte, so z. B. Aluminiumbronze für $P = 1000$ kg und den Kugeldurchmesser 10 mm 95, für $P = 30$ kg und den Kugeldurchmesser 3 mm nur 67. Beim Nickel sind die entsprechenden Zahlen 80 und 60. Dieser Unterschied rührt daher, daß das Metall durch das Einpressen der Kugel gehärtet wird. Man mißt dann nicht die Härte des Metalls im ursprünglichen Zustande, sondern in dem durch das Einpressen gehärteten. Beim Blei steigt die Härte von 3,1 auf 4,1, wenn man bei einer Kugel von 18 mm Durchmesser den Druck von 100 auf 800 kg steigert. Nickel gab mit einer großen Kugel die Härten 80 und 61 bei Drucken von 1000 und 30 kg. Als darauf die Druckstellen abgefeilt und mit einer kleinen Kugel geprüft wurden, erhielt man die Werte 117 und 67. Dies beweist, daß der stärkere Druck das Nickel mehr gehärtet hat. Die Brinellsche Methode wird also für weich gegläute Metalle zu große Werte geben. Von *Hanriot* ist aber ferner nachgewiesen worden, daß die Härten desselben Metalles, in verschiedenen Zuständen nach dieser Methode ermittelt, stets in demselben Verhältnis stehen, welcher Druck und welche Kugelgröße auch angewendet werden mag. So erhielt er mit 2 Einrichtungen: I $P = 1000$ kg und 10 mm-Kugel, II $P = 30$ kg und 3 mm-Kugel

für Aluminium:	nach I	nach II	Verhältniszahlen
weich gegläut	14	20,6	nach I nach II
gehärtet	30,5	44,9	2,17 2,17
gehärtet	21,3	30,3	1,48 1,46

Ähnliche Ergebnisse zeigten Silber, Aluminiumbronze und Kupferbronze. Die Härteprüfung ist übrigens die beste Methode, um den Grad der einem Material durch Bearbeitung verliehenen Härtung zu prüfen. Die Härte steigt nämlich gleichmäßig mit dem Grad der Bearbeitung an, während andere Eigenschaften, wie die Zugfestigkeit und die Dehnung sich sprungweise ändern. (*C. R.* 155, 713 und 828, 1912.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY

RECEIVED

MAR 31 1913

Heft 11.

14. März 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Margarine. Von *Prof. Dr. Lassar-Cohn, Königsberg i. Pr.* S. 249.

Wesen und Bedeutung der Ortsbestimmung im Luftfahrzeug. Von *Prof. Dr. Adolf Marcuse, Berlin.* S. 251.

Selbsttätige und halbselbsttätige Fernsprechsyste. Von *F. Lubberger, Berlin.* S. 254.

Neues über Sirenen. Von *Privatdozent Dr. L. Freund, Prag.* S. 258.

Biologische Gesichtspunkte zum Autolyseproblem. Von *Dr. A. Deutschland, Berlin.* S. 261.

Die Ausbildung der Oberlehrer in den naturwissenschaftlichen Fächern in Argentinien. Von *Prof. Dr. G. Berndt, Berlin.* S. 263.

Besprechungen. S. 266.

Kleine Mitteilungen. S. 271.

Aus Natur und Geisteswelt

Geheftet M. 1.—

Sammlung wissenschaftlich = gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Gebunden M. 1.25

Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben. Von *Prof. Dr. A. Marcuse.* Mit 26 Abb. (Bd. 378.)

Wesen und Methoden der Ortsbestimmung bei Land-, See- und Luftfahrten, Instrumente zur Ortsbestimmung, öffentlicher Zeitdienst und Kalenderwesen, Beziehungen der Astronomie zur Meteorologie, zur Geographie und Geophysik, zur Schiffahrt und Luftschiffahrt und zur medizinischen Wissenschaft.

Experimentelle Abstammungs- u. Vererbungslehre. Von *Dr. E. Lehmann.* (Bd. 379.)

Zeigt durch Vergleich der modernen Ergebnisse der exakten experimentellen Vererbungslehre, mit den bisher allgemein geläufigen Anschauungen der Abstammungslehre, die Ergebnisse der experimentellen Vererbungslehre, sowie ihre Fortentwicklungsmöglichkeit.

Abstammungslehre und Darwinismus. Von *Prof. Dr. R. Hesse.* 4. Aufl. Mit 39 Figuren. (Bd. 39.) Die Abstammungslehre und die Darwinische Theorie finden hier eine streng zu-

verlässige und kritisch gesichtete, in der Neuauflage auf Grund aller inzwischen erworbenen Erkenntnisse peinlich durchgesehene Darstellung.

Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von *Dr. Ernst Reichmann.* Mit 7 Abb. 4 Doppeltafeln. 2. Aufl. (Bd. 70.)

Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsvorgang befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt, im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung aufgezeigt und als die Bedeutung des Befruchtungsvorgangs eine Mischung der Qualitäten zweier Individuen.

Grundlagen der Elektrotechnik. Von *A. Nottb.* Mit 72 Abb. (Bd. 391)

Ist als Einführung in das Wesen elektrotechnischer Gegenstände oder als Übersicht über die Grundgesetze vor eingehender Fachstudien gedacht. Die Darstellung ist auf möglichste Anschaulichkeit gerichtet, und die Darlegung der Gesetze erfolgt auf Grund rein physikalischer Be-

trachtung, um bei dem Leser vor allem ein Empfinden für den geschäftsmäßigen Zusammenhang der Erscheinungen zu wecken.

Einführung in die Experimentalphysik. Von *B. Börnstein.* Mit 90 Abb. (Bd. 371.)

Das Buch bietet eine Darstellung der grundlegenden physikalischen Gesetze, wie Gleichgewicht, Schwerkraft, Gravitation, Energiegesetz, Lehre von den tropfbaren Flüssigkeiten und Gasen, Molekularvorgänge in allgemeinverständlicher Form unter Schilderung mit einfachen Mitteln ausführbarer Versuche, die durch Abb. verdeutlicht werden.

Unsere Kohlen. Von *Bergassessor Kufek.* Mit 69 Abb. (Bd. 396.) Darstellung der sämtlichen „fossilen Brennstoffe“, einschließlich des Torfes. Die geologischen Grundlagen, die chemischen und physikalischen Probleme, die Technik des Abbaues und der Aufbereitung sowie die Fragen der Verwertung und des Kohlenersatzes werden mit derselben Gründlichkeit behandelt. Zahlreiche Originalphotogramme erleichtern das Verständnis.

Ausführliche Verzeichnisse umsonst und portofrei vom Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

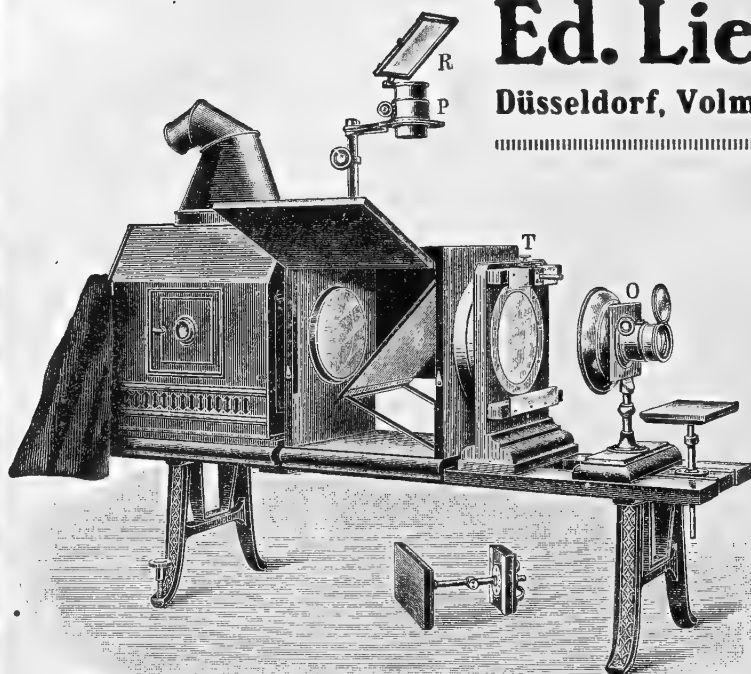
Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf. Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

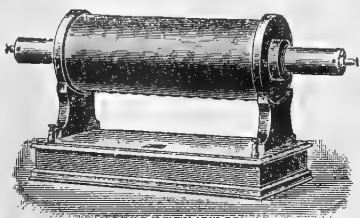
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktoren mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andern-

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

KRÖPLIN & STIER

BÜTZOW i. M.

Werkstätten für Präzisionsmechanik und Elektrotechnik.

Spezialitäten: Funkeninduktoren, Demonstrationsapparate für drahtlose Telegraphie. Apparate für Hertz'sche Versuche. Tesla-Apparate. Influenzmaschinen usw.

Sonderkonstruktionen und Versuchsmodelle nach Angabe.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — R. Oldenburg, Berlin-München: Seite IV — Julius Springer, Berlin: Seite III — B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin: Seite I — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — M. Goergen, München: Seite III — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite II — C. Warmbach, Dresden, Seite III.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang.

14. März 1913.

Heft 11.

Margarine.

Von Prof. Dr. Lassar-Cohn, Königsberg i. Pr.

Im Jahre 1868 erreichte in Frankreich der Butterpreis den Stand von 6 bis 7 Francs für das Kilo. Dieses veranlaßte Napoleon den Dritten, den Auftrag zum Aufsuchen eines Buttersatzmittels zu erteilen, das bei gleicher Nahrhaftigkeit weit billiger als Naturbutter sein sollte.

Nun hatte damals noch *Chevreul* an der Pariser Universität einen der Lehrstühle für Chemie inne, dem es schon im Jahre 1823 gelungen war, die allgemeine Zusammensetzung der Fette aufzuklären. Sie bestehen alle, wie er gezeigt hat, mögen sie nun fest sein und Fette heißen, oder flüssig sein und Öle genannt werden, aus Fettsäuren, die mit Glycerin verbunden sind. So ist z. B. der Rindertalg ein Gemisch aus stearinsäurem, palmitinsäurem und ölsäurem Glycerin, und Olivenöl ist fast reines ölsäures Glycerin.

Was lag für Napoleon daher damals näher, als seine Absicht auch mit *Chevreul* zu besprechen, der darauf die Spezialarbeit auf diesem Gebiete seinem Assistenten *Mège Mouriès* übertrug. Nach sehr ausführlichen jahrelangen Versuchen an Milchvieh, die sich infolge des deutsch-französischen Krieges noch besonders in die Länge zogen, löste dieser die ihm gestellte Aufgabe in so mustergültiger Weise, daß selbst die gesamte heutige Margarineindustrie nur die weitere Ausgestaltung seines Patentes vom 11. Mai 1874 ist. Er empfahl darin möglichst frisches Rinderfett vorsichtig zu schmelzen und das geklärte Fett bei 25° stehen zu lassen. Dabei scheidet sich der härteste Teil des Talgs schon wieder in fester Form ab. Er wird durch Abpressen entfernt und die aus der Presse ablaufende Flüssigkeit wird mit Milch durchgearbeitet. Hierdurch gelangt MilCHFett in sie, sie nimmt Buttergeschmack an, und die Kunstbutter war fertig.

Zu einer den Geschmack befriedigenden Kunstbutter kann man natürlich nur bei größter Sorgfalt kommen, da Fette leicht ranzig werden, und so sind denn die modernen Margarinefabriken geradezu Musterstätten einer sauberen und hygienisch einwandfrei betriebenen Industrie.

Da jede Spur von Ranzidität den Geschmack des fertigen Produkts herabsetzt, somit den Verkaufswert vermindert, gelangt das Fett so frisch wie möglich zum Ausschmelzen. Letzteres erfolgt in doppelwandigen Kesseln, zwischen deren Wand warmes Wasser zirkuliert, wodurch es gelingt, das Fett bei der überhaupt möglichen niedrigsten Temperatur auszuschmelzen, nämlich bei 45°. Hierbei setzen sich die anhängenden Gewebsmassen zu Boden. Das von ihnen abgezogene, wie Olivenöl aussehende flüssige Fett wird unter Zugabe von etwas Kochsalz durch weiteres Stehen bei 25° völlig geklärt. Dabei scheidet sich aber auch schon hauptsächlich stearinsäures Glycerin aus, von dem es durch Abpressen ge-

trennt wird. Die Preßkuchen wandern in die Stearinkerzenfabriken, und das Abgepreßte, welches bei Zimmertemperatur wieder erstarrt, führt den Namen Oleomargarin.

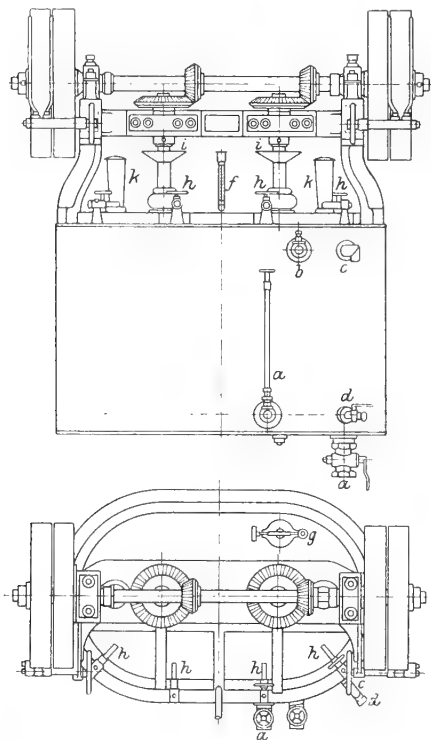
Wollte man nun in der ursprünglich vorgeschlagenen Art arbeiten, so müßte man das geschmolzene Fett so weit vor dem Abpressen erstarren lassen, daß der aus der Presse ablaufende Anteil nach dem Abkühlen Butterkonsistenz zeigt. Dadurch würde man aber höchstens 50 Prozent Oleomargarin erhalten, und das Verfahren würde zu teuer, die Kunstbutter würde kaum mit der Naturbutter im Preise konkurrieren können.

Da setzte nun folgender Fortschritt ein. Um aus ziemlich hartem Oleomargarin, bei deren Herstellung also das geschmolzene Fett nicht gar zu lange bei 25° gestanden hatte, dennoch Kunstbutter von der Streichfähigkeit der Naturbutter zu erhalten, verarbeitete man das harte Oleomargarin, um es weich zu bekommen, zusammen mit einem Pflanzenöl, bis die richtige Streichbarkeit erreicht war. Die Praxis hat ergeben, daß das hierfür auch hinsichtlich seines Preises geeignetste Pflanzenöl amerikanisches Baumwollsaamenöl ist. Werden Baumwollsaamen ganz frisch ausgepreßt, so liefern sie ein Öl, das nach der nötigen Klärung sich vom Olivenöl nur in einem Punkt unterscheidet. Es scheidet sich nämlich aus ihm bei starkem Abkühlen etwas stearinsäures Glycerin ab. Lassen nun die Fabrikanten ihr Öl vor dem Verkauf in der Fabrik ausfrieren und pressen den festgewordenen Teil ab, so ist dieses Baumwollsaamenöl hernach vom Olivenöl überhaupt nicht mehr zu unterscheiden. In ihm werden z. B. auch die französischen Ölsardinen eingelegt.

Bei Anwendung dieses Kunstgriffes gestaltet sich denn die Herstellung einer tadellosen Margarine folgenderart, wobei man sich eines Apparates bedient, wie ihn z. B. die Fabrik von *Cl. Zimmermann* in Cöln liefert, der wir für die Erlaubnis zur Abbildung ihrer Spezialkonstruktion hier zu danken haben. Der Apparat faßt etwa 1000 Liter und ist mit einem Rührwerk allerbesten Art versehen. Durch metallene Tulpen an den Rührachsen ist dafür gesorgt, daß auch nicht die Spur von Schmieröl in ihn hineingelangen kann. Zuleitung von Dampf in den Doppelboden gestattet die Regulierung der Innentemperatur. Man beginnt den Betrieb damit, daß man die Milch mit dem Pflanzenfett im Apparat durcharbeitet, worauf man das eben zum Schmelzen gebrachte Oleomargarin zufließen läßt. Zusatz von etwas Kurkuma oder Orlean sorgt für buttergelbe Farbe, und Zusatz von ein wenig Benzoesäure für die nachherige genügende Haltbarkeit der Kunstbutter. Auf 40 Prozent Oleomargarin kommen 10 bis 15 Prozent Pflanzenöl. Nach beendeter Mischung läßt man den Inhalt des Rührapparates in Eiswasser fließen. Dadurch erstarren die bisher flüssigen außerordentlich kleinen Fetttröpfchen der

Mischung plötzlich und damit nimmt das Ganze erst Butterkonsistenz an. Die Margarine wird darauf noch mit Walz- und Knetmaschinen durchgearbeitet und geformt, womit sie Handelsprodukt ist.

Mit dem Benzoësäurezusatz hat es folgende Bewandnis. Da Margarine infolge der bei ihrer Herstellung zur Anwendung kommenden Milch nicht übermäßig haltbar ist, d. h., wie bereits erwähnt, ranzig zu werden droht, sie doch schon wegen des Versandes aber länger haltbar sein soll als Naturbutter, muß ihr, namentlich im Sommer, etwas zugesetzt werden, was dieses Ranzigwerden hintanhält. Dazu eignet sich nun gerade die Benzoësäure aufs beste, weil schon sehr geringe Mengen von ihr ausreichen. Auch Verfasser hält diesen Zusatz für ganz unschuldig, soviel auch gegen ihn von einigen



Ansicht des Apparates zur Herstellung von Margarine von der Seite und von oben, nach Zimmermann.

Seiten gewettet worden ist. Bringt man doch beim Essen z. B. von Preiselbeeren weit mehr Benzoësäure in den Körper, als beim durchschnittlichen Margarinegenuß überhaupt möglich ist, wie die Untersuchungen der betreffenden Harne ergeben. Im Harn ist nämlich die Bestimmung der genossenen Benzoësäuremengen leicht auszuführen, und der Genuß von Preiselbeeren ist gewiß nicht ungesund.

Eine ganz besondere Verbesserung erfuhr die bisher beschriebene Margarineherstellung noch durch Zugabe von Eigelb bei der Fabrikation. Erst dieser Zusatz beseitigte das von den Hausfrauen so unangenehm empfundene Spritzen der Margarine beim Ausbraten und erteilte ihr die bis dahin fehlende Eigenschaft, sich hierbei nach Art der Naturbutter zu bräunen.

So war denn die Margarinefabrikation allmählich zu einer solchen Vervollkommnung gelangt, daß grundlegende weitere Verbesserungen ausgeschlossen schienen, und doch trat mit dem Jahre 1909 ein vollständiger Umschwung ein. Dem Wachstum der Zahl der Menschen in den meisten Kulturländern entspricht bekanntlich durchaus kein entsprechendes Wachstum der Viehbestände, wovon die jetzige Fleishteuerung in ganz Europa Zeugnis ablegt. Was hier die Allgemeinheit hinsichtlich der Fleischpreise seit etwa zwei Jahren erfährt, erfahren hinsichtlich der aus Tierfett hergestellten Oleomargarine die Kunstbutterfabrikanten schon im Jahre 1909. Und wie es gar gegenwärtig damit steht, ergibt sich aus dem soeben erschienenen Bericht der Handelskammer zu Kiel für das Jahr 1912. Die Preise für Rohfette, Oleomargarine usw., heißt es da, erreichten eine Höhe, wie sie die Industrie bisher nicht gekannt hat, hauptsächlich für feinste Oleomargarine übersteigen sie den Preisstand normaler Jahre um fast 80 %.

Seit dem Jahre 1909 haben sich denn die Margarinefabriken nach einem Ersatz für Oleomargarine umsehen müssen, und nur dadurch, daß es einen solchen zu finden gelang, nur dadurch, daß die Not wieder einmal erfinderisch machte, ist ihre große Zahl existenzfähig geblieben, besteht auch jetzt die Möglichkeit, den weniger wohlhabenden Kreisen Margarine, die sie in ihrem Haushalt einfach nicht mehr zu entbehren vermögen, zu erträglichen Preisen zu liefern. Darüber noch ein Wort verlieren zu wollen, daß gute Margarine der Kuhbutter an Nährwert gleichwertig ist, ist gegenwärtig wohl nicht mehr nötig, wo die tägliche Erfahrung es ununterbrochen durch die Praxis des Lebens erweist.

Als Ersatz der Oleomargarine hat man namentlich das Fett der Kokosnüsse¹⁾ herangezogen. Dieses ist nämlich hart genug, um an die Stelle der Oleomargarine in der Kunstbutterfabrikation treten zu können, einen tauglichen Ersatz für sie zu bieten. Der nationalökonomische Vorteil ist hier der, daß es in den Tropen, und auch speziell in unseren deutschen Kolonien, noch unendliche Landstriche gibt, die mit Kokospalmen bepflanzt werden können. Da nun ein Hektar Land, der mit 225 Bäumen bepflanzt zu werden pflegt, etwa 800 Kilo Kokosfett jährlich liefert, ist klar, daß an Kokosbutter, so nennt man dieses Fett mit Rücksicht auf sein Aussehen, stets so viel geliefert werden können, wie die Kulturwelt braucht. Bevor die Kokosbutter anfang in die Pflanzenbuttermargarinefabriken zu wandern, so heißt diese Margarine zum Unterschied von der, die mit Oleomargarine hergestellt wird, ging alle Kokosbutter in die Seifenfabrikation. Es ist aber nicht schwer, aus Kokosnüssen sauber hergestelltes Kokosfett völlig von allen den Geschmack ungünstig beeinflussenden Bestandteilen zu befreien. Mancher Handgriff hierfür mag ja noch heute als Geheimnis in einzelnen Fabriken bewahrt werden, im allgemeinen werden aber

¹⁾ Manche der spezielleren Angaben dieses Aufsatzes verdanke ich der Freundlichkeit der van den Berghs Margarinegesellschaft zu Cleve im Rheinland, deren Fabriken als Musterbetriebe allgemein bekannt sind.

derartige Verfahren dadurch, daß Patente auf sie genommen werden, in ihren wichtigsten Umrissen allgemein bekannt, und so steht es daher auch mit der Reinigung des Kokosfettes.

Es ist aber nicht nur gelungen, das Tierfett durch Pflanzenfett zu ersetzen, sondern auch die Tiermilch hat man allmählich aus der Margarinefabrikation für manche Sorten von Kunstbutter auszuschalten verstanden. Durch Zerreiben von Mandeln mit Wasser erhält man bekanntlich die Mandelmilch. Auch sie führt Fette, die mit ihr durchgearbeitet werden, wie Fabrikationsversuche ergaben, in den butterähnlichen Zustand über, auch sie emulgiert die Fette, wie der wissenschaftliche Ausdruck dafür lautet. So wird denn jetzt Kunstbutter hergestellt, die völlig frei von Tierstoffen ist, eine Freude besonders für alle Vegetarier strengster Observanz, da an Stelle der das allmähliche Schlechtwerden veranlassenden Milch hier die völlig bakterien- und keimfrei herstellbare Mandelmilch als Fabrikationsstoff dient.

Wie die vorangehenden Mitteilungen ergeben, verbraucht die Margarineindustrie gewaltige Mengen von Fetten. Sie ist damit eine schwere Konkurrenz für die älteren Fette verarbeitenden Industrien geworden, das sind namentlich die Seifen- und Kerzenfabrikation. Auch letztere empfinden jetzt die Verteuerung namentlich der harten Fette recht schwer. Da ist es nun von höchstem Interesse, daß langbekannte rein wissenschaftliche Erkenntnisse der Chemie seit etwa zwei Jahren praktische Verwendung zur Überführung von Ölen, also von flüssigen Fetten, in feste Fette finden. Durch chemische Analysen ist lange festgestellt, daß sich z. B. die flüssige Ölsäure von der festen Stearinsäure chemisch allein dadurch unterscheidet, daß die letztere Säure um 2 Atome Wasserstoff reicher ist als die erstgenannte. Nun kennt man in den wissenschaftlichen Laboratorien seit etwa 50 Jahren eine ganze Reihe von Verfahren, um an Stoffe nach Art der Fette, an die sich den chemischen Theorien zufolge Wasserstoffatome anlagern lassen, diese Atome heranzubringen. Nur waren alle diese Methoden für technische Zwecke gänzlich unbrauchbar.

Weiter ist aber auch seit bald hundert Jahren bekannt, daß es Substanzen gibt, die allein durch ihre Gegenwart, d. h. also ohne sich an den chemischen Umsetzungen zu beteiligen, manche, sonst schwierig oder überhaupt nicht durchführbaren chemischen Umsetzungen ermöglichen. Man nennt solche Substanzen katalytisch wirkende Körper.

Die chemische Industrie der letzten 20 Jahre hat sich gerade diese Erkenntnis in großartigster Weise bei der Herstellung von Schwefelsäure, ihrem wichtigsten Hilfsmittel, das nach Millionen von Zentnern verbraucht wird, zunutze gemacht. Hierbei dient als Katalysator feinstverteiltes Platin. Und jetzt ist es gelungen, mittels eines dem Platin sehr ähnlichen Metalls, dem Palladium, Öle in feste Fette überzuführen. *Damit bereitet sich in der gesamten Fettindustrie ein Umschwung von noch nicht dagewesener Bedeutung vor.* Zur Überführung flüssiger in feste Fette werden Öle in einem Dampfkessel z. B. auf 100° erhitzt und mit etwa $\frac{1}{100000}$

Palladium in feinstverteilter Form versetzt. Nunmehr wird bei 2 bis 3 Atmosphären Überdruck Wasserstoffgas durchgeleitet, worauf nach einiger Zeit das Öl, wenn man es erkalten läßt, zu einem festen Fett erstarrt. Auf 100 Kilo verarbeitetes Öl sollen die Kosten des Verfahrens etwa 1,20 M. betragen. Geht man hierbei von recht sauberem Öl, z. B. Olivenöl aus, so erhält man hernach auch in der Margarineindustrie brauchbares festes Fett, so daß damit also für die Beschaffung von festem Fett für die Kunstbutterfabrikation ebenfalls ein neuer Weg eröffnet ist.

So sehen wir denn, wie sich die Margarineindustrie im Laufe von 40 Jahren zu einer wohl nicht mehr zu übertreffenden Vollkommenheit entwickelt hat, indem sie nunmehr alle für ihre Zwecke gegebenen, und zwar selbst die ursprünglich nur theoretisch denkbaren Möglichkeiten in ihren Fabrikationskreis gezogen hat. Darum Achtung vor den zahlreichen Männern, die in unermüdlicher Arbeit diese Erfolge errungen haben.

Wesen und Bedeutung der Ortsbestimmung im Luftfahrzeug.

Von Prof. Dr. Adolf Marcuse, Berlin.

Terrestrische und magnetische Orientierung.

Nachdem im ersten Teil dieser Darlegungen¹⁾ das Wesen der astronomischen Aero-Navigation erörtert worden ist, soll nunmehr die Bedeutung der terrestrischen und der magnetischen Ortsbestimmung vom Luftfahrzeug kurz besprochen werden.

Die kartographische oder *terrestrische Aero-Navigation* kann unter normalen Verhältnissen für die einfachste gelten, wenn auch diese besondere Art von sog. „Ballon-Geographie“ an Auge und Auffassung des Beobachters recht erhebliche und meist erst nach längerer Übung erfüllbare Anforderungen stellt.

Im *Freiballon* beschränkt sie sich auf die Ortsbestimmung nach guten Übersichts- und Spezialkarten, wobei die Fahrtrichtung durch Einzeichnen des Weges festgelegt und die Geschwindigkeit durch Absteckung der durchflogenen Distanz auf der Karte mit Beobachtung der Uhrzeiten möglichst genau ermittelt werden muß. Daß der Ballonführer im Unterschiede zum Seemann — abgesehen von der Führung des Unterseeboots — hierbei auch auf die Bewegung seines Fahrzeuges in der Vertikalen, sowohl zur Auffindung einer Gleichgewichtslage als auch zur Ausnutzung günstiger Luftströmungen (im Kriege ferner zur Sicherung gegen Abschluß) genau zu achten hat, ist selbstverständlich.

Für die Führung von *Luftschiffen* kommt es bei der terrestrischen Navigation in erster Linie auf das Fahren nach Landmarken an, da man bei sichtbarer Erde ein gegebenes Ziel, allerdings auch mit Berücksichtigung der jeweils herrschenden meteorologischen Verhältnisse, am einfachsten erreicht, wenn man nach der Karte den vom Winde beein-

¹⁾ Heft 6, S. 133.

flußten Kurs regelt. Das Grundgesetz zum Navigieren eines Luftschiffs bei Wind, um nach dem Parallelogramm der Kräfte die drei maßgebenden Komponenten, den gesteuerten Kurs, die Windversetzung und den faktisch gefahrenen Kurs gleichmäßig zu berücksichtigen, ist folgendes:

Der Ort des mit Eigenbewegung und bei bekanntem Winde für ein bestimmtes Zeitintervall geradeaus fahrenden Luftschiffes liegt auf einem Kreise. Der Halbmesser des letzteren ist gleich dem mit dem Motor in demselben Intervall zurückgelegten Wege des Luftschiffs und sein Mittelpunkt liegt gegen den Abfahrtsort in der Richtung verschoben, nach der der Wind weht. Der Betrag dieser Verschiebung ist gleich der Wegstrecke, die der Wind im gleichen Zeitintervall zurückgelegt hat. Größe und Richtung der durch den Weg bedingten Versetzung erkennt man am besten, wenn man an einem mit drehbarem Zeiger versehenen Apparat seitlich von der Gondel des Luftschiffs die Erdoberfläche anvisiert und mit Hilfe der Uhr die Geschwindigkeit, mit Benutzung des beweglichen Zeigers die Richtung bestimmt für die unter dem Visierapparat dahinstreichenden irdischen Objekte.

Im *Flugzeug* endlich vollzieht sich die terrestrische Navigation in entsprechender Weise auch nach Landmarken und Karten, wobei jedoch die viel größere Beweglichkeit dieses schnellsten aeronautischen Transportmittels (bereits über 150 km Stundengeschwindigkeit) in der Vertikale viel bequemere Kontrollen der Erdsicht gestattet. Allerdings wird auch bei dieser raschen Bewegung die Anforderung an das richtige Orientierungsvermögen des Flugzeugführers erheblich gesteigert und es ist vielleicht berechtigt, wenn man zur zweckmäßigen Ausbildung des Piloten in der terrestrischen Orientierung von oben eine entsprechende Übung aus der Gondel des Freiballons verlangt. Außerdem wird mit voller Berechtigung dem eigentlichen Piloten noch ein besonderer Beobachtungspassagier im Flugzeug beigegeben, da die Steuerung jenes immer noch wenig stabilen aeronautischen Transportmittels an den Führer außerordentliche Anforderungen stellt. So muß der Pilot bei Bedienung der Steuerorgane eines Flugzeugs z. B. zur Gegenwirkung gegen seitliche Windstöße und Böen schon in ganz kleinen Bruchteilen der Sekunde schnelle und richtige Bewegungen ausführen. Hierbei handelt es sich tatsächlich um Wahrnehmungen, Einwirkungen auf das Nervensystem und dadurch ausgelöste Reflexbewegungen der Muskeln, die sämtlich innerhalb der sog. physiologischen Zeit unserer Sinneswahrnehmung (Tastsinn, Auge) von ein bis zwei Zehntelsekunden vor sich gehen. Um in so kurzer Zeit energische und für die Erhaltung der Stabilität des Flugzeugs wichtige, oft sogar lebensrettende Bewegungen auszuführen, bedarf es nicht nur einer großen Schulung der Nerven des Flugzeugführers, sondern auch der dauernden Bewahrung einer möglichst kleinen physiologischen Leitungszeit, z. B. durch Abstinenz von Alkohol, der, wie festgestellt ist, sehr bald eine Verlängerung der Leitungszeit für alle Sinneswahrnehmungen herbeiführt. Man

könnte es sogar im Interesse der Piloten selbst für zweckmäßig halten, wenn vor Zulassung eines Flugzeugführers erst seine physiologische Leitungszeit an besonderen, bereits vorhandenen physikalisch-medizinischen Apparaten genau untersucht würde, damit nur solche Personen zu Fliegern ausgebildet werden, die tatsächlich innerhalb weniger Zehntelsekunden auf Sinnesreize reflektorisch reagieren.

Die *terrestrische Navigation* im Luftfahrzeug erfolgt im großen und ganzen nach *Karten* und mit dem *Kompaß*. In Luftschifferkreisen sind mannigfache Vorschläge gemacht und ausgeführt worden, um brauchbare *aeronautische Landkarten* herzustellen. International hat man sich jetzt geeinigt, im Maßstabe von 1 : 200 000 und unter Zugrundelegung der Generalstabskarten des Landes farbige Karten herzustellen, die Geländehöhen, hohe Türme, Starkstromleitungen, gefährliche Terrains usw. enthalten. Die Militärluftschiffahrt verzichtet im allgemeinen auf derartige aeronautische Landkarten und hält die Benutzung der Vogelschen Übersichtskarten sowie der einzelnen Generalstabskarten für ausreichend. Hierbei ist vorausgesetzt, daß alle Starkstromleitungen direkt auf der Erde, z. B. durch farbiges Kennzeichnen der Masten usw. deutlich sichtbar gemacht werden, was auf gesetzlichem Wege geregelt werden sollte.

Zur Erleichterung und Sicherung der terrestrischen Navigation sind außerdem besondere Vorschläge gemacht worden, um bei nach unten sichtiger Luft auch ohne Karten sich durch fest angebrachte Zeichen auf Dächern, Türmen, Stationsgebäuden, Gasometern, trigonometrischen Punkten usw. zu orientieren, wobei in geeigneter Abkürzung Ortsnamen oder geographische Positionen markiert werden sollen. Für die Navigation *im Nebel* ist ferner der Vorschlag gemacht worden, nach oben gerichtete Scheinwerfer anzubringen oder mittels drahtloser Telegraphie, entsprechend den Unterseesignalen, wellentelegraphische Zeichen für Luftfahrzeuge mit funkentelegraphischen Einrichtungen zu geben.

Das wichtigste Hilfsmittel bei der terrestrischen Navigation, besonders für Luftschiffe und Flugzeuge, bildet der *Kompaß*, der in eisenfreier Umgebung die magnetische Nord-Südrichtung anzeigt und nach dem, entsprechend wie auf dem Seeschiff, unter Berücksichtigung der bekannten, jeweiligen Mißweisung (magnetische Deklination) rechtweisend oder geographisch gesteuert werden kann. Unerläßliche Voraussetzung hierbei ist, daß der Steuerkompaß im Luftschiff und im Flugzeug gegen die ablenkenden Einwirkungen umgebender Eisenmassen (Deviationsfehler) in geeigneter Weise durch Hilfsmagnete kompensiert wird. Die Herstellung aeronautisch brauchbarer Steuerkompassse hat große Schwierigkeiten gemacht, um möglichste Stabilität bei den Drehungen des Luftfahrzeuges und bei den starken Motorschütterungen zu erreichen.

Endlich muß an dieser Stelle und im Rahmen der terrestrischen Navigation noch der *Photogrammetrie* oder der photographischen Meßkunst vom Luftfahrzeug aus gedacht werden, die besonders für strategische Zwecke eine nicht zu unterschätzende

Bedeutung besitzt. Gerade die starren Luftschiffe vom Zeppelin-Typus, die u. a. auch für die Navigation über See am geeignetsten sein dürften, gestatten durch Ausnutzung der vorderen und hinteren Gondel zu gleichzeitigen photographischen Fernaufnahmen eine für strategische Zwecke wichtige photogrammetrische Darstellung entfernter Stellungen oder Festungsanlagen. Die Entfernung zwischen vorderer und hinterer Gondel im Z-Schiff beträgt rund 100 m, die als Basis bei gleichzeitigen photogrammetrischen Aufnahmen dienen können. Versuche dieser Art sind bereits mit Erfolg ausgeführt worden, und es kommt jetzt nur noch darauf an, derartige photogrammetrische Fernaufnahmen im großen systematisch durchzuführen.

Die magnetische *Aero-Navigation* endlich, zu deren kurzer Besprechung nunmehr übergegangen sei, behandelt einmal die Verwendung von Kompassen zur Steuerung im Luftfahrzeug und zweitens ganz besonders die Ausnutzung der magnetischen Richtkraft unserer Erde zur Orientierung des Luftfahrzeugs im Nebel.

Schon bei der terrestrischen *Aero-Navigation* wurde des Kompasses gedacht, und es genügt daher, an dieser Stelle einiges von den neuesten Verbesserungen dieses Instrumentes nachzutragen. Zum Steuern von Luftschiffen und Flugzeugen sind von der Firma *C. Bamberg*, Berlin besondere Fluidkomпасse mit einer gegen Motorschütterungen möglichst stabilen Rose konstruiert worden, die sich im Luftschiff durchaus bewährt haben, aber im Flugzeug, wo sie nur in kleineren Dimensionen Verwendung finden können, noch einer weiteren Verbesserung bedürfen. Bei Überlandflügen hat sich im Flugzeug ein Fluidkompaß zur automatischen Berücksichtigung der jeweiligen Windversetzung im Flugzeug bewährt. Dieser besondere Flugzeugkompaß, gleichfalls aus der bekannten Werkstatt von *C. Bamberg*, Berlin, ist unten durchsichtig und oben mit einer beweglichen Marienglasscheibe versehen, in die Parallelstriche eingraviert sind. Der Kompaß gestattet mit Anblick der Erdoberfläche ein Innehalten der Flugrichtung zwischen Aufstiegs- und Bestimmungsort, unabhängig von jeder Windversetzung. An dieser Stelle verdient auch der neue und eigenartige Telefunkenkompaß von *Arco*, Berlin Erwähnung, der bei ganz unsichtigem Wetter auf drahtlosem Wege durch funkentelegraphische Signale von bestimmten Stationen aus die jeweilige Richtung anzeigt. Dieser Telefunkenkompaß, dessen eingehende Erprobung noch aussteht, dürfte für das Luftschiff über See beim Anfahren der Küste wichtig sein, da auf Grund von Signalen zweier drahtloser Küstenstationen sich sogar der Ort des Luftschiffs bei unsichtigem Wetter feststellen läßt.

Das sinnreiche Hilfsmittel des Telefunkenkompasses führt uns unmittelbar zur eigentlichen magnetischen *Aero-Navigation*, die ein Luftfahrzeug selbst im Nebel zu orientieren vermag.

Um das Luftfahrzeug in einer nach oben wie unten undurchsichtigen Luft, wenn weder terrestrisch noch astronomisch navigiert werden kann,

wenigstens in Breite genähert zu orientieren, sind zwei verschiedene Wege möglich. Einmal läßt sich in der Gondel die Horizontalintensität des Erdmagnetismus bestimmen und mit den hierfür an der Erdoberfläche geltenden Werten oder Kraftlinien vergleichen. Diese Linien gleicher magnetischer Intensität oder „Isodynamen“ verlaufen, besonders über Mitteleuropa, ungefähr parallel den Breitenkreisen (von WSW nach ONO), so daß eine auch in Wolken und Nebel mögliche magnetische Orientierung wenigstens über die Nord-Süd-Bewegung des Luftfahrzeugs nach Richtung und Größe Aufschluß zu geben vermag. Nach diesem Prinzip hat *A. Bidligmaier*, Wilhelmshaven, an einem neuen und sinnreichen Ballon-Doppelkompaß, der eine wesentliche Verbesserung des früheren Ballon-Intensitätsvariometers darstellt, brauchbare Ortsbestimmungen, wenigstens in einer nahezu eisenfreien Gondel des Freiballons erzielt. Ob sich jener Doppelkompaß auch im Luftschiff verwenden lassen wird, ist bisher noch nicht festgestellt worden.

Der zweite Weg zur Orientierung im Nebel beruht darauf, daß man die gleichfalls mit den Breitengraden variierende magnetische *Inklination* im Luftfahrzeug mißt. Besonders in Deutschland verlaufen die Linien gleicher magnetischer Inklination oder „Isoklinen“ fast genau parallel einer durch Nord- und Ostseeküsten gelegten Küstenlinie. Ferner nehmen die Inklinationenwerte mit wachsender Breite zu und mit fallender Breite ab, da sie vom magnetischen Äquator nach den magnetischen Polen hin wachsen (0° am magnetischen Äquator und 90° am magnetischen Pol). Endlich liegen die z. B. auf einer Übersichtskarte von Deutschland eingetragenen Isoklinen (von WSW nach ONO verlaufend) nahezu parallel sowie ziemlich äquidistant zueinander. Kann man daher schnell und sicher in der Gondel den jeweiligen Betrag der Inklination messen (für Süddeutschland rund 63° , für Schleswig etwa 69° , entsprechend einer Breitenänderung von 48 bis über 55°), was außerdem nur differentiell gegen den Aufstiegsort nötig ist, so läßt sich die Nord-Süd-Verschiebung des Luftfahrzeugs gegen jenen Aufstiegsort ermitteln. Ändern sich die in der Gondel gemessenen Inklinationenwerte nicht, so bewegt sich das Luftfahrzeug nahezu in ost-westlicher Richtung, nimmt die Inklination zu, so fährt man in nördlicher, nimmt sie ab, in südlicher Richtung um Beträge, die unmittelbar auf einer Isoklinenkarte abgelesen oder auch differentiell berechnet werden können. Derartige Messungen zur magnetischen Ortsbestimmung sind im Luftfahrzeug selbst vom Verfasser und Hauptmann *Geerditz* ausgeführt worden, an einem neuen, von *Töpfer*, Potsdam, nach Angaben von Prof. *Schmidt*, Potsdam, konstruierten Balloninklinatorium, und zwar nicht nur im Freiballon, sondern auch in der Gondel des Luftschiffs. Allerdings haben Messungen am Balloninklinatorium in den halbstarren M-Schiffen und in den unstarren P-Schiffen trotz eingehender Versuche mit Kompensationseinrichtungen und ganz besonderen federnen Aufhängungen keine völlig einwandfreien Resultate wegen der Ablenkung durch Eisenmassen

und wegen der Erschütterungen durch die Motoren ergeben. Aber in der Mittelsonde der starren Z-Schiffe gelangen neuerdings dem Verfasser genaue und einwandfreie Inklinationmessungen, insbesondere auch bei längeren Fahrten in Z-Schiffen über See. In der Mittelsonde dieser starren Luftschiffe herrscht völlige Eisenfreiheit und eine so beträchtliche Ruhe, daß Messungen am magnetischen Balloninklinatorium fast mit derselben Sicherheit sich ausführen ließen, wie am Lande. Nur bei größeren Stampfbewegungen des Luftschiffs wird die Inklinationsnadel unruhig und macht die Beobachtungen, die alsdann auf Mittelwerte aus Schwingungen nach rechts und links sich beziehen müssen, etwas schwieriger. Zugleich gelang es bei diesen Versuchen auch, am Tage durch Kombinierung einer astronomischen Standlinie nach der Sonne (Länge am Vormittag oder Nachmittag) mit einer magnetischen Standlinie (Breite nach Inklinationsänderungen) brauchbare vollständige Ortsbestimmungen (Breitenfehler 15 km und Längenfehler 10 km) im starren Luftschiff zu erzielen und den Nachteil der Orientierung nach nur einem Himmelskörper dadurch wett zu machen. Daß in der Tat das magnetische Balloninklinatorium einwandfreie Messungen der Verschiebung nach Nord-Süd auch über sehr weite Strecken der Erde anzeigt, konnten der Verfasser und Hauptmann *Geerditz* schließlich dadurch feststellen, daß sie auf einer großen Nordlandreise (Hamburg—Island—Spitzbergen—Norwegen—Hamburg), die sie im letzten Sommer als Gäste Sr. M. des Kaisers ausführen durften, das betreffende Balloninklinatorium an zahlreichen Küstenpunkten aufstellten und Veränderungen der erdmagnetischen Inklination zwischen $66\frac{1}{4}^{\circ}$ und $78\frac{1}{2}^{\circ}$ im zunehmenden wie im abnehmenden Sinne konstatierten.

Selbsttätige und halbselbsttätige Fernsprechsysteme.

Von F. Lubberger, Berlin.

Man betrachtet heutzutage ein Fernsprechamt als eine Fabrik für die Massenfabrication von Gesprächsverbindungen. In der ganzen theoretischen und praktischen Fernsprechtechnik gilt eine Verbindung als die Produktionseinheit.

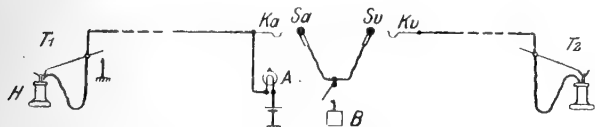


Fig. 1. Einfacher Handbetrieb.

Im vollständigen Einklang mit allen übrigen Zweigen der Massenfabrication spielt auch in der Fernsprechtechnik der Maschinenbetrieb eine große Rolle, er soll die Handarbeit ersetzen. Es dürfte die Leser dieser Zeitschrift interessieren, in wel-

cher Weise sich im Fernsprechwesen diese allgemein bekannte Erscheinung äußert.

Zunächst seien an möglichst einfachen Schaltungen die drei Systeme vorgeführt, die miteinander in Wettbewerb treten, nämlich der Handbetrieb, der selbsttätige und der halbselbsttätige Betrieb. Selbstverständlich sind hier nur Rohprodukte, d. h. die Grundzüge der Schaltungen, geschildert.

Der Handbetrieb kennzeichnet sich dadurch, daß ein Teilnehmer die gewünschte Nummer einer Beamtin mitteilt, an deren Arbeitsplatz für jeden Teilnehmer der Anlage eine Anschlußstelle vorgesehen ist. Werden die Anlagen groß, so unterteilt man die Anlage in Gruppen, die in verschiedenen Ämtern und Stadtteilen liegen können. Berlin hat z. B. 10 Ämter, in welchen 14 Gruppen untergebracht sind. Die den Ruf abfragende Beamtin verbindet sich dann zunächst mit einer zweiten Beamtin, an deren Arbeitsplatz die gewünschte Anschlußstelle angebracht ist. Diese zweite Beamtin stellt die Verbindung fertig.

In Fig. 1 bedeutet T_1 einen anrufenden Teilnehmer. Sobald er den Hörer H vom Haken nimmt, leuchtet im Amte die Lampe A auf. Unmittelbar unter jeder Lampe befindet sich eine Öffnung in der Wand. Die Beamtin B (Fig. 1) sieht die Lampe A leuchten und steckt einen mit einer sehr biegsamen Schnur verbundenen Stöpsel Sa in die Öffnung. Dabei kommt der Stöpsel Sa mit der Feder Ka in leitende Verbindung. Nun fragt die Beamtin B ab und erfährt, daß der Teilnehmer T_2 gewünscht ist. Daraufhin bringt sie einen mit dem ersten Stöpsel elektrisch verbundenen Stöpsel Sv in Verbindung mit der Feder Kv und klingelt T_2 an.

Die Fig. 2 stellt eine Anlage mit zwei Beamtinnen dar. Bis zur Feder Kv geht die Verbindung vor sich, wie soeben geschildert. Die Feder Kv führt aber nicht zu einem Teilnehmer, sondern zu einem weiteren Stöpsel Sb am Platze einer zweiten Beamtin B . Die Leitung zwischen Kv und Sb kann mehrere Kilometer lang sein. Der Stöpsel Sb wird von der zweiten Beamtin B mit der Teilnehmerfeder in Berührung gebracht, nachdem sie die gewünschte Nummer vom anrufenden Teilnehmer oder von der ersten Beamtin erfahren hatte.

Das selbsttätige System kennzeichnet sich dadurch, daß zur Herstellung einer Verbindung keine Beamtin ins Spiel kommt. Die Teilnehmerstation

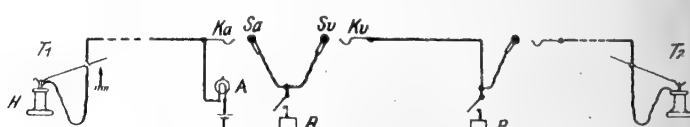


Fig. 2. Unterteilter Handbetrieb.

ist außer mit den Sprech- und Läuteeinrichtungen noch mit einem sogenannten Nummernschalter ausgerüstet, d. h. mit einem Apparat, mit welchem der Teilnehmer nach Wunsch den elektrischen Zustand seiner Leitung a , b verändern kann.

In Fig. 3 soll vom links gezeichneten Teilnehmerapparat die Nummer 3 angerufen werden. Der Teilnehmer dreht die vorn an seiner Station befindliche Nummernscheibe von der Zahl 3 ab bis

Wählers wird um drei Schritte verdreht. Damit ist die Verbindung fertig.

Die Fig. 4 und 5 stellen einen Wähler für 100 Anschlüsse dar. Mit dem Hubmagneten kann

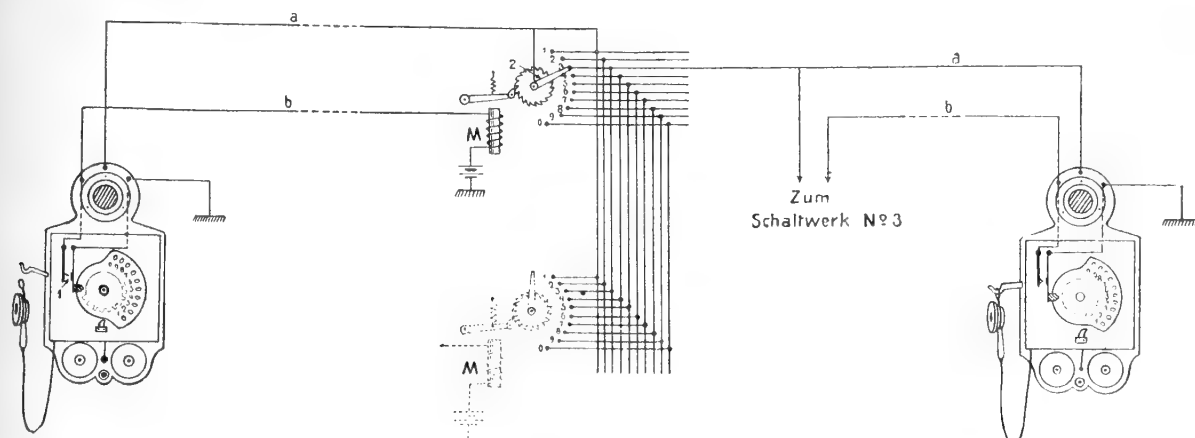


Fig. 3. Selbsttätiger Betrieb.

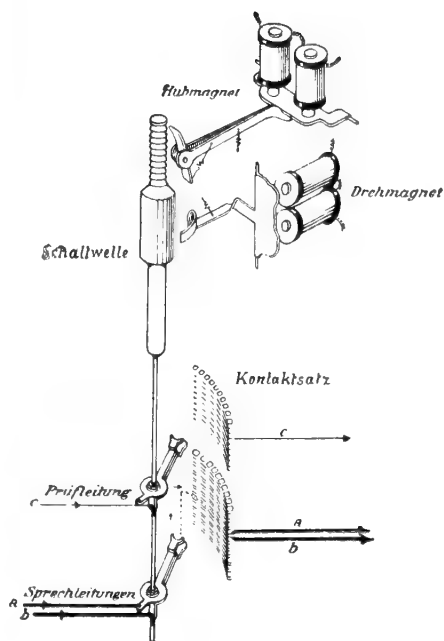


Fig. 4. Schema eines 100 teiligen Wählers.

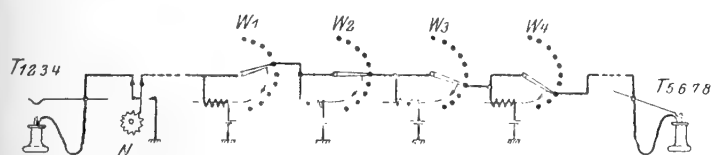


Fig. 6. Anlage mit 10000 Anschlüssen.

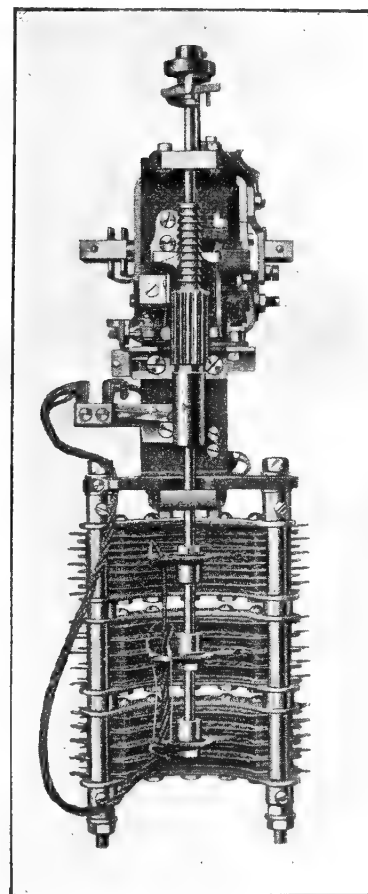


Fig. 5. 100 teiliger Wähler.

an den unter der Scheibe sichtbaren Anschlag. Beim Rücklauf der Scheibe wird der Kontakt 1 dreimal geschlossen. Die Leitungen *a*, *b* enden im Amt an einer kleinen Maschine, die man Wähler nennt. Der Triebmagnet *M* des Wählers wird dreimal erregt und der drehbare Kontaktarm 2 des

eine Welle um 10 Schritte *gehoben*, mit dem Drehmagneten um 10 Schritte *gedreht* werden. Den Hubmagneten kann man sich über die Leitung *a* in Fig. 3, den Drehmagneten über die Leitung *b* betrieben denken.

Für mehr als hundert Leitungen reichen aber

auch diese Wähler nicht aus. Man verwendet daher mehrere Wähler hintereinander, so wie man bei Handämtern mehrere Schnüre hintereinander schaltete.

Die Fig. 6 stellt z. B. eine fertige Verbindung zwischen einem Teilnehmer 1234 und einem Teilnehmer 5678 dar. Der Teilnehmer dreht seine Nummernscheibe N zuerst vom Loche 5 aus und stellt damit einen ersten Wähler W_1 auf 5, dann ebenso die übrigen Wähler W_2, W_3, W_4 auf 6, 7 und 8, womit die Verbindung hergestellt ist.

Das halbselfsttätige System kennzeichnet sich dadurch, daß der Nummernschalter N einer Beamtin zugeteilt ist, also nicht mehr an der Teilnehmerstation angebracht ist. Wenn entsprechend der Fig. 7 der Teilnehmer 123 den Hörer vom Haken abnimmt, so leuchtet im Amte die Lampe A auf, die Beamtin B fragt ab und stellt dann mit Hilfe ihres Nummernschalters N die Wähler auf den Teilnehmer 456 ein.

Zur Beurteilung einer Ware kommen hauptsächlich drei Gesichtspunkte in Frage: die Güte und Herstellungskosten der Ware und der Gewinn für den Fabrikanten.

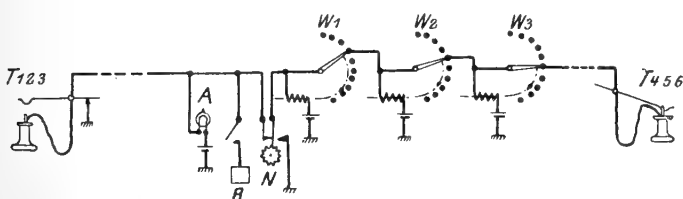


Fig. 7. Halbselfsttätiger Betrieb.

Eine Fernsprechverbindung ist gut, wenn sie in einigen Sekunden, z. B. höchstens 10 Sekunden, hergestellt ist, wenn man den gewünschten Teilnehmer erhält und nicht einen falschen, wenn die Lautübertragung eine mühelose Verständigung ergibt, und das Gespräch nicht durch Dritte gestört wird.

Die Geschwindigkeit der Herstellung einer Verbindung im Handbetrieb hängt von sehr vielen Umständen ab, z. B. von der Belastung der Beamtin, von der Leichtigkeit der Verständigung zwischen Teilnehmer und Beamtin, von der Arbeitslust und Fähigkeit der Beamtin, von der Disziplin im Amte, von der Größe der Anlage, ob zwei, drei oder noch mehr Beamtinnen zur Herstellung einer Verbindung nötig sind, auch davon, wieviel Teilnehmer gleichzeitig anrufen, da ja die Beamtinnen nur einen nach dem anderen erledigen können.

Die Geschwindigkeit im selbsttätigen System hängt davon ab, wie schnell die Wähler laufen können. Eine Geschwindigkeit von 10 Schritten in der Sekunde bezeichnet man als mäßig. Eine sehr hohe Nummer, z. B. 9999, erfordert also höchstens 4 Sekunden für die Wählerarbeit, dann noch einige Sekunden für das jeweilige Aufziehen der Nummernscheibe. Die Zeit der eigentlichen Herstellung der Verbindung ist also noch reichlich innerhalb der Grenzen für guten Betrieb. Der Hauptgewinn an Zeit kommt aber dadurch heraus, daß ein Teilnehmer

nie auf den Beginn der Herstellung seiner Verbindung warten muß, wie beim Handbetrieb, wo gerade in den Hauptverkehrsstunden oft lästige Wartezeiten entstehen.

Hängt der Teilnehmer den Hörer an den Haken, so gehen alle Wähler sofort in die Ruhelage. Sofort kann eine neue Verbindung hergestellt werden. Das ist eine für den vielbeschäftigten Mann unschätzbare Eigenschaft der selbsttätigen Ämter.

Wenn nachts und Sonn- und Feiertags in Handämtern der Betrieb stark eingeschränkt ist, werden die Wartezeiten immer groß sein. Wähler haben keine Ruhezeiten, sie stehen immer zur Verfügung.

An Geschwindigkeit erfüllt also ein selbsttätiges Amt alle Anforderungen.

Die Sicherheit, den gewünschten Teilnehmer zu erhalten, hängt im Handbetrieb von der Deutlichkeit der Auftragserteilung ab, auch von der Belastung und Arbeitslust der Beamtinnen. Je mehr Beamtinnen an einer Verbindung mitwirken, desto geringer ist die Möglichkeit, richtig durchzukommen.

Beim selbsttätigen System hat natürlich die Genauigkeit, mit welcher der Teilnehmer seinen Nummernschalter betreibt, den größten Einfluß auf das gewünschte Fabrikat. Dieser Punkt ist der Inhalt der schärfsten Angriffe auf die selbsttätige Fernsprechtechnik gewesen. Es sind jetzt so viel Maschinenämter in allen Weltteilen und unter Völkern (Vereinigte Staaten, Kanada, Kuba, Honolulu, Australien, Deutschland, Holland, England, Österreich und andere) mit so verschiedenem Temperament seit Jahren in Gebrauch und überall mit solchem Erfolg, daß die Erfahrung die Angriffe als unberechtigt zurückgewiesen hat. Eins der günstigsten Ergebnisse ist in München erzielt, wo unter 10 000 Anrufen nur 3 versagten.

Die Lautübertragung ist in beiden Systemen gleich. Sie hängt hauptsächlich von den technischen Schaltungen ab, auf welche wir uns hier nicht einlassen können.

Die Gefahr von Störungen ist in Handämtern kleiner als in Maschinenämtern. Demgegenüber aber ist das Mechanikpersonal in den letzteren vergrößert, und es sind alle Wähler auch von elektrischen Signalen so scharf überwacht, daß weit aus der größte Teil aller auftretenden Fehler vom Mechanikpersonal gefunden wird, bevor sie sich einem Teilnehmer bemerkbar machen können. Das Ergebnis ist durchaus befriedigend. Eine der unangenehmsten Störungen in einer sonst glatt hergestellten Verbindung ist deren vorzeitige Trennung. Das kommt im Handbetrieb durch Irrtümer der Beamtinnen gar nicht so selten vor, auch bei sonst fehlerfreier Apparatur. Die Auflösung einer Verbindung in Maschinenämtern hängt ganz allein von den beteiligten Teilnehmern ab. Unerwünschte Trennungen sind nur auf „kranke“ Wähler zurückzuführen, die ja ausnahmsweise auch einmal einen Teilnehmer ärgern können. Denn absolute Vollkommenheiten gibt es weder unter Menschen noch Maschinen.

So ist also die Maschinenware in jeder Beziehung gleich gut oder besser als die Handfabrikate.

Es sei hier auf eine interessante psychologische Frage hingewiesen. Wird ein Teilnehmer die Arbeit der Einstellung des Nummernschalters gern übernehmen? Hier kann einzig und allein die Erfahrung antworten. Man kann die Erfahrung, daß in der ganzen Welt die Teilnehmer die Arbeit gern übernehmen, mit Hilfe eines anderen Automaten erklären. Wenn ein Reisender in größter Eile ist und die Wahl hat, sich vor einem Fahrkartenschalter hinter eine lange Reihe anderer Reisender zu stellen und geduldig zu warten, bis die Beamtinnen endlich Zeit finden, ihn zu bedienen, oder eine Münze in einen Automaten zu werfen und vielleicht einen Hebel zu ziehen, so wird er unfehlbar die Arbeit des Münzeinwerfens und Hebelziehens viel lieber tun, als seinen Zug versäumen. Beim Fernsprechen ist jedermann in der Eile. Die Erscheinung erklärt sich also aus der Unabhängigkeit von Bedienungspersonal.

Die Kosten einer Ware für den Käufer und der Fabrikantengewinn sind zwei widersprechende Elemente, wie das ja so häufig in der Technik vorkommt.

Über den Fabrikantengewinn seien hier nur einige allgemeine Bemerkungen gemacht. In Deutschland setzt der Reichstag den Preis fest. In anderen Ländern geschieht dies auch durch Parlamente oder durch Privatgesellschaften. Am interessantesten geht es in den Vereinigten Staaten Amerikas zu, wo eine sehr große Gesellschaft (American Telephone & Telegraph Co.) einerseits und andererseits eine ungeheure Anzahl (über 16 000) mittelgroßer und kleiner, aber teilweise straff organisierter Privatgesellschaften sich Konkurrenz machen.

Eine große Rolle für den Fabrikantengewinn spielt die Art des Kaufvertrages, d. h. ob der Teilnehmer eine Pauschalsumme für eine beliebig große Anzahl von Verbindungen oder ob er für jedes Gespräch einzeln bezahlen soll. Häufig wird heute die Ansicht verfochten, daß für den Fernsprechdienst eine Mischung von Pauschsumme und Einzelgebühren das Richtige sei. Die Teilnehmerstationen, die vom Teilnehmer zum Amt führende Leitung, die Anrufapparate im Amt sind Teile, die vorhanden sein müssen, ob der Teilnehmer sie oft oder selten gebraucht. Der Teilnehmer sollte demnach eine feste Summe zahlen, aus welcher die Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Einrichtungen bestritten wird. Dann soll der Teilnehmer für jeden einzelnen Anruf noch soviel zahlen, als der Ruf selbst dem Besitzer der Anlage Kosten verursacht. Das letztere sind veränderliche Kosten, die mit der Rufzahl proportional sind. Ferner muß der Teilnehmer noch einen angemessenen Gewinnzuschlag aufbringen.

Wie verhalten sich nun die verschiedenen Systeme bezüglich der festen und veränderlichen Kosten? Hier irgendwelche Zahlen anzugeben, hat keinen Sinn, da ja die Anlagekosten und Betriebskosten fast jedes einzelnen Amtes andere sind. Die

Anlagekosten hängen ab von der Ausdehnung der Stadt, von ihrer geographischen Lage, ob Flüsse oder Gebirge schwierige Leitungsverlegung und dergl. veranlassen. Es genügt die wohl begreifliche Angabe, daß die Anlagekosten für das selbsttätige und halbselbsttätige Amt wesentlich höher sind, als für ein gleich großes Handamt. Allerdings wird unter Umständen das Leitungsnetz für eine selbsttätige oder halbselbsttätige Anlage wesentlich billiger als für eine Handbetriebsanlage. Die Erörterung dieses Punktes würde uns aber hier zu weit führen. Für unsere Betrachtung genügt die Annahme, daß die Verzinsung und Abschreibung und Unterhaltung der Maschinenämter beträchtlich höher ist, als die von Handämtern.

Wenn also ein finanzieller Vorteil in Maschinenämtern zu finden sein soll, so kann er nur in den veränderlichen Betriebskosten, d. h. in den Kosten für produktive Arbeit liegen. Das ist auch der Fall.

Man halte die Betriebsweise beim Handamt und beim selbsttätigen Amt einander gegenüber. Beim Handbetrieb wird die Verbindung von einer bezahlten Beamtin hergestellt, beim selbsttätigen Amt tut das der Teilnehmer selbst, ohne daß er dafür bezahlt wird.

Was kostet nun eine Verbindung in einem Handamt? Eine Beamtin kann durchschnittlich in einer Stunde 240 Verbindungen herstellen, wenn nur sie allein mitzuwirken hat. Ihre Leistung geht bis auf 170 Verbindungen in der Stunde herunter, wenn sie Rufe weiterzugeben hat. Eine zweite Beamtin (B rechts Fig. 2) kann etwa 400 Verbindungen in der Stunde fertigstellen. Die Bezüge einer Beamtin sind in jedem Lande anders. In manchen Ländern kommen noch Alters-, Kranken-, Invaliden-Versicherungen, Pensionen, Ausbildungskosten usw. dazu. Ferner kommen noch viele Personen hinzu, die an der Herstellung einer Verbindung nicht mitwirken, wie das Aufsichtspersonal. Ferner sei auch daran erinnert, daß eine Beamtin höchstens 6—8 Stunden am Tage arbeiten kann, daß also für eine Teilnehmergruppe mehrere Beamtinnen vorhanden sein müssen. Es kommt nicht darauf an, von wieviel Teilnehmern die 240 Verbindungen verlangt werden. Es können z. B. nur 40 Teilnehmer sein, von denen jeder sechsmal in einer Stunde ruft, was bei manchen Geschäftsbetrieben durchaus nicht viel ist, oder es können 240 Teilnehmer sein, von denen jeder nur einmal in einer Stunde ruft. Man drückt das in der Fernsprechtechnik so aus: Die Anzahl der Beamtinnen wächst ungefähr proportional mit der Anzahl der Gespräche pro Teilnehmer. Die verschiedenen aufgezählten Posten für die Kosten einer handamtlichen Verbindung ergeben eine ganz erstaunliche Summe.

Im selbsttätigen Betrieb gibt es keine Beamtinnen. Die Kosten pro Verbindung bestehen hauptsächlich in einem nicht sehr großen Stromverbrauch. Das Ergebnis ist folgendes: Die festen Kosten sind für Maschinenämter höher als für Handämter. Umgekehrt verhalten sich die veränderlichen Betriebskosten.

Wie verhalten sich nun die Summen der festen und veränderlichen Kosten für die verschiedenen

Systeme? In Deutschland sind von den Verwaltungen, die selbsttätige und halbselbsttätige Anlagen besitzen, noch keine Zahlen veröffentlicht worden. Die Verhältnisse in den V. S. A. liegen uns etwas zu fern, um auf ihre Ergebnisse einzugehen. Offenbar aber sind die Erwartungen, die man auf die selbsttätigen und halbselbsttätigen Anlagen gesetzt hat, im wesentlichen erfüllt worden, denn diese beiden Systeme finden nicht nur in Amerika, sondern ganz besonders in Europa eine erstaunlich schnelle Verbreitung.

Bisher haben wir nur das selbsttätige und Handbetriebssystem verglichen. Es hat den Anschein, daß das halbselbsttätige System die hohen Anlagekosten des selbsttätigen und die hohen Betriebskosten des Handbetriebes mit sich bringe, also in allen Fällen finanziell das ungünstigste sein müßte. Dem ist aber nicht so. Eine Beamtin in einem halbselbsttätigen System kann ganz wesentlich schneller und leichter arbeiten als eine Beamtin in einem Handamt. Sie kann je nach Übung zweibis dreimal soviel leisten. Daher sind in einem halbautomatischen System sehr viel weniger Beamtinnen einzustellen als in einem Handamt, und damit werden die Betriebskosten für das halbselbsttätige System niedriger als für das Handsystem. Dem selbsttätigen Amte gegenüber sind die Anlagekosten des halbselbsttätigen niedriger, weil die Teilnehmerstationen keine Nummernschalter mehr haben. Es sind also auch Verzinsung, Abschreibung usw. für das halbselbsttätige Amt niedriger als die für das selbsttätige Amt.

Vergleichen wir nun die Massenfabrication in der Fernsprechtechnik z. B. mit der Massenfabrication von Schrauben.

Die Anschaffungskosten und die entsprechende Verzinsung, Abschreibung usw. gewöhnlicher Drehbänke sind niedriger, als die der sogenannten Schraubenautomaten. Die letzteren sind wesentlich komplizierter. Aber an jeder gewöhnlichen Drehbank steht ein Arbeiter, der seine Aufmerksamkeit jeder Schraube schenken muß. Die Schraubenautomaten bedürfen nur einer allgemeinen Aufsicht und Instandhaltung und ein Mann kann eine ganze Batterie von Automaten bedienen. Zwischen den gewöhnlichen Drehbänken und den Schraubenautomaten stehen die Revolverbänke, die dem Arbeiter einen großen Teil der ewig gleichen Handgriffe abnehmen.

Es ergibt sich das gleiche Bild der Kostenverteilung. Bei reinem Handbetrieb sind die festen Kosten klein, die Betriebskosten hoch, je selbsttätiger die Massenfabrication wird, desto größer werden die festen Kosten und desto kleiner die Betriebskosten.

Es gelten also für den Massenbetrieb im Fernsprechwesen die gleichen Regeln, wie für die mechanische Massenfabrication.

Neues über Sirenen.

Von Privatdozent Dr. L. Freund, Prag.

Über die Abstammung der so interessanten Säugetierklasse der Sirenen oder Seekühe hat die

Paläontologie der letzten Jahre dank glücklicher Funde (*Andrews, Abel*) manche wertvolle Aufschlüsse gebracht, so daß wir heute ihren Werdegang ziemlich klar übersehen. Niemals besonders zahlreich ist die Zahl der rezenten Gattungen auf zwei, *Manatus* und *Halicore*, zusammengeschmolzen, nachdem eine dritte, *Rhytina*, in historischer Zeit ausgerottet wurde, was jedenfalls schon infolge der relativ geringen Zahl der damals noch lebenden Individuen und deren eng begrenzten Verbreitungsbezirk möglich war. Aber auch den beiden anderen Gattungen, deren Verbreitungsbezirk ein viel größerer ist, scheint dank der fortschreitenden Kultur das gleiche Schicksal zu drohen. Das zeigt neuerdings eine von *Dilg*¹⁾ veröffentlichte Karte der Sirenenverbreitung, die das Aussterben des *Manatus* auf weiten Strecken der brasilianischen Küste feststellt, wie auch die Berichte aus Florida²⁾, wengleich in letzterem Lande die Unionsregierung durch hohe Erlegungsprämien der Vernichtung entgegen zu wirken sucht. Um so mehr muß sich die Wissenschaft beeilen, für so manche ungelöste Frage der Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Biologie dieser Tiere das Material zu sichern, zumal die Zoologen früherer Jahrzehnte vornehmlich das Haut- und Knochenbedürfnis der Museen gestillt haben. Ja selbst gute Abbildungen fehlen, wie die Figuren, die sich im alten *Brehm* und in den Lehrbüchern heute noch finden, und die Stopfexemplare der Museen beweisen. Die besten Figuren von *Manatus* verdanken wir noch *Murie*³⁾, sie wurden aber wenig beachtet. Die ersten Photographien von *Halicore* brachte *Dexler*⁴⁾, die von *Manatus* *Townsend*⁵⁾ und *Dimock*⁶⁾. Die in „Sport im Bild“⁷⁾ als Dugong von Kamerun (!) erschienene Abbildung stellt leider einen *Manatus* vor, wurde aber trotzdem vom „Kosmos“ etwas später mit der gleichen falschen Diagnose reproduziert. Auch der „Dugong von Capri“, den die „Woche“⁸⁾ brachte, ist wohl kaum ein Dugong. Was die Forschung im übrigen in den letzten Jahren Neues gebracht hat, soll im folgenden kurz referiert werden.

Eine genaue Beschreibung der äußeren Form von *Halicore dugong* findet sich in den Publikationen von *Dexler* und *Freund*⁹⁾ mit zahlreichen Maßangaben mehrerer Exemplare von der australischen Küste, wobei der Konfiguration des Kopfes besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Mehrere Angaben über *Manatus latirostris* nebst Maßen lieferte *Gudernatsch*¹⁰⁾. Mit der Schädelentwicklung im extrauterinen Leben bei *Manatus inunguis* (vornehmlich aus dem Amazonas, Südamerika) hat sich *Dilg*¹⁾ beschäftigt und die Ausbildung der einzelnen Knochen in bezug auf Alter und Geschlecht, wie auch der Zähne auf Grund einer schönen Reihe von neun Schädeln, die Prof.

¹⁾ *Dilg, C.*, Morph. Jahrb. 39, 1909. — ²⁾ *Bangs, O.*, Amer. Nat. 29, 1895. — ³⁾ *Transact. Zool. Soc. London*, VIII, 3, 1872; XI, 2, 1880. — ⁴⁾ *Deutsche Arbeit*, Prag, 1902, I. — ⁵⁾ 8. Ann. Rep. New York Zool. Soc. 1904. — ⁶⁾ *Cent. Mag.* 73; *Ill. Lond. News* Nr. 333, 1908. — ⁷⁾ Nr. 37, 1907. — ⁸⁾ H. 5, 1905. — ⁹⁾ *Arch. f. Naturg.* 72, 1906; *Amer. Nat.* 40, 1906. — ¹⁰⁾ *Zool. Jahrb. Abt. Syst.* 27, 1908.

Goeldi-Bern (früher Direktor des Museum Parà) beige-steuert hatte, verfolgt. Dankenswert sind auch seine vorausgeschickten Bemerkungen über die Verbreitung der rezenten Sirenenarten, speziell der zwei amerikanischen *Manatus latirostris* und *inunguis*, denen zwei auf Grund der Goeldischen Erfahrungen entworfene Karten beigegeben sind. Leider unterließ es *Dily* zum Vergleich eine Untersuchung *Freunds*¹⁾ über die Schädelentwicklung von *Halicore dugong* heranzuziehen, die freilich mehr auf fötalen Stadien basierte und nur durch wenige extrauterine ergänzt wurde. *Freund*²⁾ beschäftigte sich dann noch mit den Knorpelgebilden der Nase bei *Halicore*, indem er Form und Ausdehnung des knorpeligen Mesethmoids, der seitlichen Gebilde, wie des Jacobsohnschen Knorpels feststellte. Die Untersuchung beruhte größtenteils auf jenen drei Embryonen, die seinerzeit *R. Semon* in Australien erworben hatte. Eine äußerst wertvolle Erweiterung erfuhr dieselbe durch die Bearbeitung des Schädels eines 6,85 cm langen *Manatus latirostris*-Embryos durch *Matthes*³⁾, der vorläufig die Ethmoidalregion des Primordialcraniums in sehr genauer Weise dargestellt hat. Polemischer Natur ist eine kleine Publikation von *Matthes*⁴⁾, der gegen *Abel* die Meinung vertritt, daß das Gehörorgan der Sirenen nur für das Hören im Wasser eingerichtet sei. Mit den Hüftbeinen der Sirenen beschäftigt sich eine Notiz *Wilders*⁵⁾. Eine empfindliche Lücke in unseren Kenntnissen des Zentralnervensystems wurde durch die Untersuchungen *Dexlers*⁶⁾ über das Rückenmark und das Gehirn von *Halicore dugong*, auf Grund eines vorzüglich in situ konservierten reichlichen Materiales, das auch die Anfertigung von kompletten Schnittserien gestattete, ausgefüllt. Beim Rückenmark wurde die exakte Flächenberechnung der Querschnitte mittelst Polarplanimeters, die dann zur Anfertigung instruktiver Kurven diente, angewendet. Als Ergebnis sei hervorgehoben: die rudimentäre Entwicklung der Intumeszenz des Halsmarkes, das Fehlen einer solchen im Lendenmark, der Besitz eines Plexus der zervikalen Ganglien und die Länge des coccygealen Markes, ferner die Obliterierung des Zentralkanales und eine gleichmäßige Segmentierung. Noch wertvoller ist die Arbeit über das Gehirn, die ebenfalls über exakte Abbildungen verfügt. Bemerkenswert ist die relative Kleinheit des Gehirnes, seine Furchenarmut, die überaus weiten Ventrikel, der Mangel einer Pinealis. Von einem Anklang an elephantoide Formen ist keine Rede, von aquatilen Adaptionen wenig wahrzunehmen. Vom Verdauungskanal hat *Gudernatsch*⁷⁾ die Gebilde der Mundhöhle von *Halicore dugong* untersucht, vornehmlich die Histologie der Kauplatte und der Zunge, welche er später durch die Untersuchung der Zunge von *Manatus latirostris* ergänzen konnte. Hervorzu-

heben sind die Papillen derselben, zahlreiche Drüsenöffnungen und runde glatte Epithelflächen in bestimmter Anordnung an der Seitenfläche, sogenannte „Spiegel“. Auch die Drüsen selbst wie die Geschmacksknospen wurden genauer untersucht. Mit dem harten Gaumen hat sich noch speziell *Freund*¹⁾ beschäftigt und die Homologie der einzelnen Abschnitte mit denen der Landsäuger durchgeführt, wobei besonders auf die mächtige Ausbildung der Regio incisiva zum „Gaumenfortsatz“ und die Unterdrückung einer Papilla incisiva hingewiesen wurde. Erfolgreich war auch die Untersuchung des feineren Baues der Lunge von *Halicore* durch *Pick*²⁾, die das Vorhandensein von außerordentlich großen Alveolen, von denen die oberflächlich gelegenen „Terminalbläschen“ durch ihre Größe auffallen, die massenhafte glatte Muskulatur und ebenso elastisches Fasergewebe in der Zwischensubstanz, ferner die Erhaltung von Knorpel-elementen bis in die feinsten Bronchioli zutage förderte. Dazu kam noch der Befund von schmalen sekundären Knorpelspannen zwischen den breiten Hauptringen oder -spiralen der Trachea. Die spärlichen Kenntnisse vom Urogenitalsystem der Sirenen erfuhr durch *Riha*³⁾ eine wesentliche Erweiterung, der Nieren und Genitaltrakt eines *Halicoremännchens* bearbeitete. Hervorzuheben ist die Segmentierung der Drüsensubstanz der Niere und das Vorhandensein von axialen Nierengängen, beim Genitale die Festlegung der primären Testikondie. Eine weitere Würdigung in vergleichend-anatomischer Hinsicht erfuhr der Nierenbau von *Halicore* durch *Freund*⁴⁾ auf Grund eines Metallaussgusses des Nierenbeckens, das entsprechend der Substanz ebenfalls eine Längsegmentierung aufweist, womit ein besonderer Typus der Säugerniere dargestellt wird. Auch die Testikondie von *Halicore* veranlaßte *Freund*⁵⁾, diese Erscheinung bei Säugetieren zu diskutieren und die Aufmerksamkeit auf die die Samenleiter bergende Peritonealduplikatur zu lenken, die direkt als Ligamentum latum der männlichen Säuger zu führen wäre.

Weniger ergebnisreich sind die Berichte der letzten Jahre über die Biologie der Sirenen. Am umfangreichsten sind noch die Berichte von *Dexler* und *Freund*⁶⁾ über die Biologie von *Halicore dugong*, in denen sich auch zahlreiche physiologische Bemerkungen vorfinden. Über *Manatus latirostris* berichtete *Gudernatsch*⁷⁾, und zwar von jenen Exemplaren, die im New Yorker Aquarium gehalten wurden, zum Teil nach den Aufzeichnungen *Townsend*⁸⁾. Darstellungen, die sich auf die Jagd beziehen, finden sich über *Halicore* bei *Dexler* und *Freund*⁶⁾, über *Manatus* bei *Dimock*⁹⁾.

Die Haltung der Sirenen in Gefangenschaft ist

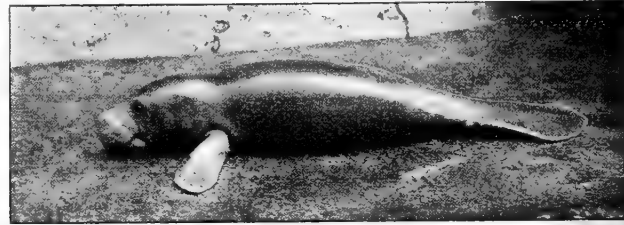
1) *Semon*, Zool. Forschungsreis. Austr. IV. Jenaische Denkschr. VII. 1908. — 2) Verh. Ges. D. Natf. Ae. (1907) 1908; *Passow-Schäfers* Beitr. Anat. Ohres usw. 4, 1911; auch 1). — 3) Jen. Ztschr. Natw. 48, 1912. — 4) Anat. Anz. 41, 1912. — 5) Science, 27, 1908, p. 825. — 6) Morph. Jahrb. 43, 1911; ibid. 45, 1912. — 7) Morph. Jahrb. 37, 1907; ib. 40, 1909.

1) Verh. VIII. Int. Zool. Congr. (1910) 1912, p. 557 bis 558; Zeitschr. Morph. Anthr. 13, 1911, p. 377. — 2) Arch. f. Naturg. 72, 1. 1907, p. 245—272. — 3) Ztschr. Morph. Anthr. 13, 1911, p. 395—422. — 4) Verh. VIII. Intern. Zool. Congr. (1910) 1912, p. 548—557. — 5) Verh. VIII. Intern. Zool. Congr. (1910) 1912, p. 541 bis 548. — 6) Arch. f. Naturg. 72, 1906; Amer. Nat. 40, 1906. — 7) Zool. Jahrb. Abt. Syst. 27, 1908. — 8) 8. Ann. Rep. New York Zool. Soc. 1904. — 9) Cent. Mag. 73; Ill. Lond. News Nr. 333, 1908.

ein ungemein seltenes Vorkommnis und für die Wissenschaft bisher noch die ergiebigste Quelle biologischer Erkenntnis von diesen Tieren gewesen. Darum sind die wenigen in der Literatur bekannt gewordenen Fälle von Freund¹⁾ zusammengestellt worden. In dieser Zusammenstellung fehlen die Berichte über die gleichen Vorkommnisse im New-Yorker Aquarium, deren Publikation wir Townsend²⁾ und Gubernatsch³⁾ verdanken. Als neuestes Ereignis wäre das des Hamburger Zoologischen Gartens hier anzuführen, der seit dem Juli bzw. September vorigen Jahres ein Pärchen von *Manatus inunguis* beherbergt. Es sind gerade 25 Jahre her, daß Hagenbeck in der Lage war, lebende Manati zum erstenmal nach Deutschland zu bringen und hier einige Zeit zu halten; deshalb ist es vielleicht nicht unangebracht, diesem zweiten Ereignis einige ausführliche Worte zu widmen.

Dem Referenten war es dank des außerordentlichen Entgegenkommens des Direktors, Professor Vosseler, vergönnt, die Tiere einige Zeit genauer beobachten zu können, wofür auch an dieser Stelle wärmster Dank gesagt sei. Es handelt sich um ein Weibchen von 134 und ein Männchen von 110 cm Länge (am 3. Januar 1913), also um sehr junge Tiere aus dem Amazonasstrom, die bereits im Garten einige Zentimeter an Länge zugenommen haben. Sie werden in einem flachen Zementbecken von 60 cm Tiefe, etwa 4 m Länge und 3 m Breite mit schrägen Seitenflächen gehalten, von dem etwa ein Drittel durch eine Holzwand abgetrennt und jungen Krokodilen zugewiesen ist. Das Becken liegt in einem mit Glasdach und -vorderwand versehenen Behälter des Raubtierhauses, der sich gut heizen läßt, so daß die Luft auf etwa 20°, das Wasser auf 26° C gehalten werden kann, welche Wärme die Tiere auch benötigen. In diesem etwas engen Raume schwimmen die Tiere träge umher, rollen selten um die Längsachse, schweben aber meistens ruhig im Wasser, nur in kürzeren Zeitabständen die Schnauzenspitze mit den Nasenöffnungen über den Wasserspiegel erhebend, um letztere auf etwa 2" zu öffnen und die Atemluft zu erneuern. Dann sinkt der Kopf wieder unter Wasser. Die Atempausen betragen etwa 1 Minute. Ich zählte bei dem Männchen: 1' 15", 45", 1' 5", 1' 30", 55", 21", 1' 30". Morgens wird das Wasser abgelassen und mit dem Schlauch Becken und Tiere abgespült, was sie sich ruhig gefallen lassen. Sie bleiben dann etwa ½ Stunde beinahe trocken liegen, ohne sich viel zu bewegen. Das ist auch die einzige Gelegenheit, die Tiere genauer zu betrachten, da sie sonst in dem trüben Wasser wenig sichtbar sind. Nach der Füllung des Beckens wird das Futter, bestehend aus Salat oder Kohl und kleinen Brotstücken, in das Wasser geworfen, worauf die Tiere mit großem Appetit das Futter aufnehmen. Mit dem beweglichen Rüssel wird ein Stück nach dem andern unter Wasser gezogen und verschwindet in der Mundöffnung. Das Futter beschäftigt die Tiere den ganzen Nachmittag und

die Nacht hindurch, bis am Morgen alles verschwunden ist. So wickelt sich denn das Leben dieser Manati in einförmiger Gleichheit in der Gefangenschaft ab, ohne natürlich dem Publikum, welches sie ja fast nie zu Gesicht bekommt, durch besondere Lebensäußerungen aufzufallen. In der Tat besteht der Wert der Manati für den Zoologischen Garten nur in dem Besitze dieser seltenen Tiere, sowie in dem Gelingen einer möglichst langen

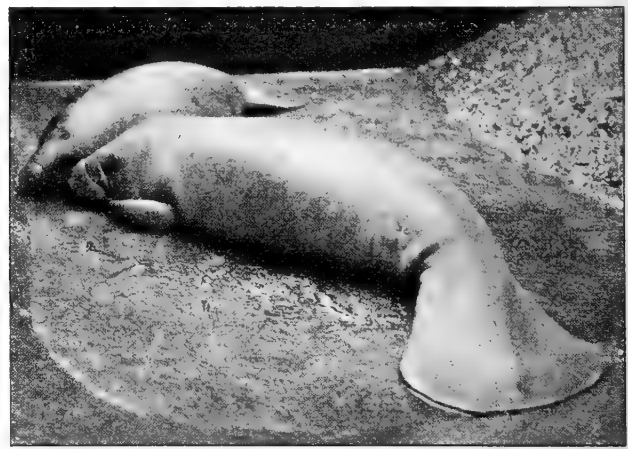


phot. Ernst Nissen (Hamburg), Aug. 1912.

Fig. 1. Junges Männchen von *Manatus inunguis* Natt. im Hamburger Zoologischen Garten.

Haltung, somit in einem tiergärtnerischen Problem, für das man Verständnis nur in wissenschaftlichen Kreisen erwarten kann.

Größe und Form der Tiere ist aus den beiliegenden zwei Abbildungen zu ersehen. Die erste zeigt das kleinere Männchen bald nach der Ankunft, die zweite, 5 Monate später, die deutliche Zunahme des Umfanges, nebst dem wohlgenährten Weibchen. Die Farbe ist graugrün, am Bauche



phot. Ernst Nissen (Hamburg), 26. Jan. 1913.

Fig. 2. Junges Pärchen (vorn Weibchen) von *Manatus inunguis* Natt. im Hamburger Zoologischen Garten.

gelbweiß, die Haut glatt, feingerunzelt, mit schütterten kurzen Haaren besetzt (etwa 1 cm Distanz). Die Beweglichkeit der wohlentwickelten Schnauze ist nur beim Fressen gut zu sehen. Der Cornealreflex erfolgt prompt bei Berührung unter Kontraktion des Orbicularis und Zurückziehung des Bulbus. Das Sekret des Bindehautsackes ist schleimig, fadenziehend, nicht besonders reichlich. Die schon erwähnten Atempausen werden auch beim Trockenliegen eingehalten, die Nasenöffnun-

¹⁾ Zool. Beob. Frankfurt, 48, 1907. — ²⁾ 8. Ann. Rep. New York Soc. 1904. — ³⁾ Zool. Jahrb. Abt. Syst. 27, 1908.

gen dabei durch kuppenförmiges Heben des Bodens verschlossen. Plötzliches Aufstampfen auf dem Boden des Raumes bewirkt Zusammenfahren der Tiere, ebenso schleifendes Hinziehen der Schuhsohle, wodurch ein scharfes Geräusch erzeugt wird. Das Gehör ist also erhalten. Dasselbe gilt vom Gesicht. Die Bewegung auf trockenem Boden ist nur gering und mühselig. Die Tiere stützen sich dabei auf die schwachen Flossen und aufs Kinn. Sie können sich so nur schwerfällig von ihrem Platze wegschieben. Die Flossen werden dabei manchmal im Handgelenk, manchmal im Mittelhand-Fingergelenk geknickt. Das Aufstützen erfolgt auch auf die Kante. Anstemmen des Kinnes bedingt eine Beugung des Kopfes, dessen Hinterhaupt dann durch die Haut deutlich wird. Ebenso sieht man auch die Schulterblätter bei der Flossenbenützung. Der abgehende Kot ist ungeformt, grün, Gasbildung bedeutend. Die Herztätigkeit ist durch die Körperwand nicht zu fühlen.

Die vorstehend kurz wiedergegebenen biologischen Beobachtungen, auf die wir uns beschränkt haben, bestätigen größtenteils die Angaben früherer Berichterstatter. Sie geben, wie erwähnt, kein besonders abwechslungsreiches Bild von diesen hier nur mit vegetativen Funktionen beschäftigten, einer besonders geistigen Regsamkeit völlig ermangelnden Tieren. Immerhin gewähren sie eine gute Vorstellung von der einfachen Lebenstätigkeit dieser überall von der Kultur zurückgedrängten Säugetierklasse, die der Europäer sonst nur höchst selten zu Gesicht bekommt und vielleicht bald überhaupt nur in Museen wird betrachten können.

Biologische Gesichtspunkte zum Autolyseproblem.

Von Dr. A. Deutschland, Berlin.

Seit den Beobachtungen *Schützenbergers* über das sog. „Erweichen“ der Hefe hat sich das Interesse der Biologen in steigendem Maße jener Erscheinung zugewandt, die nach der Terminologie *E. Salkowskis* und *M. Jacobys* heute allgemein als Autodigestion oder Autolyse (Selbstverdauung) bekannt ist. Unter diesen Namen wird eine Reihe fermentativer Spaltungsprozesse zusammengefaßt, die sich in pflanzlichen wie in tierischen Geweben bei Ausschluß von Fäulnis abspielen. Die wesentliche Stellung, die die Spaltung des Organeiweißes hierbei einnimmt, hat vielfach dazu geführt, beim Studium autolytischer Vorgänge das Augenmerk nur auf die Proteolyse zu richten; doch sei betont, daß auch die Spaltung von Nuklein und Lecithin, die Hydrolyse von Glykogen usw. hier eine Rolle spielen.

Der großen Zahl in dieses Gebiet fallender Untersuchungen liegt vorwiegend die Methodik *E. Salkowskis* zugrunde, die darin besteht, daß man feinzerhackte Organe mit der ca. 10fachen Menge Chloroform- oder Toluolwassers digeriert und so durch längere Zeit (mindestens 3 Tage) bei Brutschranktemperatur sich selbst überläßt. Man

beobachtet alsdann eine zunehmende Verflüssigung und Klärung des Gemisches und findet schließlich im Filtrat durch Eiweißabbau gebildetes Leucin und Tyrosin, Cholin und Phosphorsäure aus Lecithin, Purine, Pyrimidine und Pentosen als Spaltungsprodukte von Nukleoproteiden und Glykogen. Daß das zur Sterilisierung erforderliche Chloroform- oder Toluolwasser an diesen Umsetzungen nicht ursächlich beteiligt ist, erweist zur Evidenz ein mit gleichen Substanzmengen eingeleiteter Kontrollversuch, der nicht zu den erwähnten Ergebnissen führt, wenn durch vorheriges Kochen des Organbreies jede Fermentwirkung ausgeschaltet wird.

Nach diesem einfachen Verfahren oder auch bei der zu gleichen Resultaten führenden Verwendung zellfreier Organextrakte (*Schwiening*) gelang der Nachweis autolytischer Fermente in Mikroorganismen wie in den Geweben höchstentwickelter Tiere, ohne daß jedoch ihre vollkommene Isolierung und Reindarstellung möglich gewesen ist. In Preßsäften oder Infusen finden wir sie stets vergesellschaftet mit anderen Organfermenten, namentlich Oxydasen, von denen sie durch fraktioniertes Aussalzen mittels Ammoniumsulfats nur unvollkommen getrennt werden können. Immerhin kann mit Bestimmtheit ausgesagt werden, daß wir es überall, wo Selbstverdauung beobachtet worden ist, mit Vertretern der Trypsasen, Nukleasen und Diastasen zu tun haben. Diese Ubiquität der autolytischen Enzyme steht in scheinbarem Widerspruch zu der ausnahmslos beobachteten Spezifität der übrigen bekannten Fermente. Zur Erklärung der Tatsache, daß beispielsweise autolytisch gewonnener Lebersaft die Selbstverdauung von Lungenbrei erheblich steigert, genügt jedoch die Annahme, daß die sonst erwiesene Notwendigkeit einer Kongruenz (im ursprünglichen Sinne des Wortes!) von Enzym und Substrat hier sich erweitert zur Spezifität einer gewissen Enzymgruppe mit Bezug auf eine gewisse Klasse von Eiweißmaterial.

Der von *Neumeister* ausgesprochenen Vermutung, daß der Eiweißzerfall der Organe auf resorbierte proteolytische Magen- oder Darmfermente (Pepsin, Trypsin) zurückzuführen sei, wird der Boden entzogen durch die Beobachtungen *Schwienings* und *Biondis*, die den Nachweis erbringen, daß es sich hier nur um autochthone Organfermente handelt. Tatsächlich zeigt der autolytische Eiweißabbau wesentliche Verschiedenheiten von dem Eiweißabbau durch Magen- und Darmsaft. Bei der peptischen Proteolyse resultieren vorwiegend Albumosen, bei der Autolyse dagegen Aminosäuren, ja sogar Ammoniak. Auch die Trypsin-spaltung führt nie bis zu diesem Stadium und bedarf stets einer gewissen Alkaleszenz, während die Wirksamkeit der proteolytischen Organfermente bei schwach saurer Reaktion am größten ist.

Über die physiologische Rolle, die der Autolyse zuzuschreiben ist, gehen die Ansichten der Forscher sehr auseinander. Während die einen dieser Erscheinung keine Stellung im Ablauf des Lebens einräumen wollen, sie nur als einen durch den

Zelltod ausgelösten Prozeß ansehen und ihr damit jedes eigentliche biologische Interesse absprechen, vertreten andere die Auffassung von einem entgegengesetzten Kausalitätsverhältnis, indem sie die Selbstverdauung als Ursache des Todes hinstellen, und noch andere postulieren die völlige Identität von intravitalem und postmortalem Eiweißabbau.

„Nach dem Tode arbeiten sich die Kräfte, die vergebens nach ihren alten Bestimmungen zu wirken suchen, ab an der Zerstörung der Teile, die sie sonst belebten.“ Diese schon *Goethe* („Wilhelm Meisters Lehrjahre“) geläufige Anschauungsweise läßt uns klar erkennen, daß aus dem Befund in toten Zellen nicht ohne weiteres Analogieschlüsse auf den Chemismus der lebenden gezogen werden können. Im Zellleben herrscht ein ununterbrochenes Gleichgewicht von Zugang und Abgabe. Nach dem Tode ändert sich das Bild. Der wichtigste physiologische Reiz, der Stoffwechsel, ist ausgeschaltet und damit auch die Regulation von Auf- und Abbau. Durch die geringste Betriebsstörung aber erfährt das Wirkungsmilieu der Zellfermente eine bedeutsame Veränderung. Synthetisierende Mechanismen werden gehemmt, destruktive erfahren Impulse, und bei längerer Dauer ihres Optimums ist völlige Auflösung des betreffenden Organs die Folge.

Der Zweifel, ob die autolytischen Fermente in der lebenden Zelle überhaupt schon vorhanden sind, ist hinfällig, da sie nicht durch die Wirkung von Chloroform- bzw. Toluolwasser entstehen können. Auch die Möglichkeit, daß sie intra vitam nur in inaktiver Form, als Profermente oder Zymogene, vorhanden sind, muß ausgeschaltet werden. Als sicherer Beweis für ihre Aktivität auch während des Lebens kann der Nachweis der im „antiseptischen“ Autolysat gefundenen Eiweißabbauprodukte auch im physiologisch frischen Organ gelten, wie er durch die von *Conradi* angewandte „aseptische“ Untersuchungsmethode erbracht ist. Daß bei dieser Art der Beobachtung die erwähnten Produkte der Autolyse nicht in derselben Quantität wie beim Verfahren nach *Salkowski* ermittelt werden können, ist selbstverständlich, da die Zirkulation im Körper sie beständig fortspült und außerdem durch Oxydation manche von den primären Abbauprodukten noch weiter verändert werden.

An die zuerst von *Hedin* und *Rowland* mitgeteilte Tatsache, daß schwach saure Reaktion das Wirkungsoptimum für die autolytischen Enzyme bildet, knüpft *Wiener* die Behauptung, daß die Blutalkaleszenz im Tierkörper unbedingt als ein wesentliches Hemmnis für ihre Aktivität betrachtet werden müsse. Diese Bedenken werden jedoch zerstreut durch die Untersuchungen von *Drjewezkis*, der auch bei der in Frage kommenden schwach alkalischen Reaktion Autodigestion feststellte, sowie durch die erst kürzlich mitgeteilte Beobachtung *Vandeveldes*, daß Natriumcarbonat, besonders in geringer Konzentration, die Proteolyse der Hefe begünstigt. Im übrigen ist ein sicheres Urteil über die Reaktion innerhalb der Zellen nicht möglich. Daß die in isoliertem Gewebe ermittelte Reaktion in jedem Zeit-

punkt auch der intrazellulären Reaktion entspricht, darf nicht a priori angenommen werden.

Die Natur hat auch die destruktiven Zellfermente sicherlich nicht ohne Zweck geschaffen. Selbst wenn man der von *Cohnheim* u. a. vertretenen Ansicht beipflichtet, daß vom Darm aus lediglich Aminosäuren resorbiert werden, erscheint die proteolytische Funktion der Organzellen nicht überflüssig. Einer von *Jacoby* aufgestellten Hypothese zufolge würden die Aminosäuren nach der Resorption unmittelbar an die Eiweißkörper des Serums gefesselt werden, so daß den Organen die Aufgabe zufällt, aus diesen wiederum Aminosäuren abzuspalten, was eben Proteolyse bedeutet. *Nicht zu bezweifeln ist, daß der hungernde Körper direkt Organeiweiß abbaut.* Die Annahme, daß dies dazu immer erst an die Darmwand befördert werden müsse, kann schwerlich vertreten werden.

Für die eben erwähnte Tatsache, daß Mangel an Nahrung nachweisbare intravitale Autodigestion verursacht, sind vor allem beweiskräftig die Untersuchungen *Salkowskis* an Hungertieren, in deren Harn er beträchtliche Mengen von Allantoin fand, sowie die von *Delbrück* mitgeteilte Beobachtung, daß Hefe in nährstoffreicher Würze bis 28° R. ohne Schaden verträgt, während sie in abgepreßtem Zustand schon bei 20° R. innerhalb weniger Stunden „durch Selbstverdauung zugrunde“ geht.

Für die sonstigen Vermutungen über die Funktionen der autolytischen Fermente im vitalen Chemismus fehlt es vorläufig noch an empirischer Basis. Was wir jedoch mit Sicherheit hervorheben können, ist, daß kein Grund vorliegt, mit dem Tode der Zelle das Auftreten neuer, dem Zelleben fremder Kräfte anzunehmen. „Wenn nichtsdestoweniger im toten Gewebe chemische Verbindungen vorkommen, die in den lebenden fehlen, so liegt der Grund vermutlich in dem Wegfall der oxydativen Tätigkeit des Organismus. Die Produkte primärer fermentativer Spaltung, welche während des Lebens durch Oxydation in dem Maße, wie sie sich bilden, wieder zerstört werden, bleiben in den toten Geweben liegen; sie bilden sich im lebenden Organismus so gut wie in dem abgestorbenen, aber Gelegenheit zur Anhäufung finden sie nur in letzterem.“ (*Salomon*.)

Zitierte Literatur.

- Biondi*, Virchows Arch. 144, 314 (1896).
Cohnheim, Die Physiologie der Verdauung und Ernährung (1908).
Conradi, Hofm. Beitr. I, 136 (1902).
Delbrück, Wochenschr. f. Brauerei 1903, Nr. 7.
v. Drjewezki, Bioch. Zeitschr. I, 229 (1906).
Hedin und *Rowland*, Zeitschr. f. physiol. Chem. 32, 341 und 531 (1901).
Jacoby, Zeitschr. f. physiol. Chem. 30, 149 (1900).
 Erg. Phys. I, 213 (1902). — „Stoffwechsel der Zelle“ in *Oppenheimers* Handb. d. Bioch. II, 1, 175 (1910). — Bioch. Zeitschr. 9, 522 (1908).
Neumeister, Lehrb. der physiol. Chemie, 2. Aufl. 1897, S. 136 f.
Salkowski, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 11, 501 (1878). — „Über Autolyse“, Die deutsche Klinik am Eingange des 20. Jahrhunderts, XI, 147 (1903). — Centr.-Bl. f. med. Wiss. 1889, Nr. 13. — Zeitschr. f. physiol. Chem. 13, 506. — Zeitschr. f. klin. Med., 17. Suppl., p. 77 (1891).
Salomon, Zeitschr. f. physiol. Chem. 2, 64 (1878).

Schützenberger, Compt. rend. 78, 493 und Bull. 21, 204 (1874).

Schwiening, Virchows Arch. 136, 444 (1896).

Vandeveld, Bull. Soc. Chim. de Belgique 26, 107 (1912).

Wiener, C. Phys. XIX, Nr. 11 (1905).

Die Ausbildung der Oberlehrer in den naturwissenschaftlichen Fächern in Argentinien.

Von Prof. Dr. G. Berndt, Berlin.

Den Fragen des Unterrichts und der Ausbildung der Kandidaten des höheren Lehramtes hat man in Argentinien seit langem ein reges Interesse entgegengebracht. Die ersten Projekte gehen bis zum Jahre 1865, bis zur Konsolidierung des argentinischen Staates zurück, doch gewannen sie erst 1876 durch den um das Schulwesen hoch verdienten Präsidenten Sarmiento praktische Gestalt. Er gründete die wissenschaftliche Akademie in Córdoba und berief zur Mitarbeit an dieser eine Reihe deutscher Gelehrten, die zum Teil noch heute an der Universität Córdoba wirken. Dieser erste praktische Versuch schlug jedoch aus verschiedenen Gründen fehl; eine Reihe weiterer Projekte der nächsten Jahrzehnte blieb auf dem Papier stehen. Die Minister wechselten häufig, und je nach den persönlichen Anschauungen, der Vorliebe für dieses oder jenes System oder der Kenntnis auswärtiger Verhältnisse wurden die Studienpläne für die Nationalkollegs (die unseren Mittelschulen entsprechen) und die — selten durchgeführten — Vorschriften für die Ausbildung der Lehrer umgeändert. Im Jahre 1898 wurde dann die Philosophische Fakultät der Universität Buenos Aires völlig umgestaltet und ihr auch die theoretische und praktische Ausbildung der künftigen Oberlehrer in Philosophie, Literatur und Geschichte zugewiesen. Die Verhältnisse wurden jedoch dadurch nicht wesentlich gebessert, denn 1902 besaßen noch 25 % der Oberlehrer keinerlei Zeugnis, 30 % hatten die Ausbildung eines Volksschul- oder Seminarlehrers genossen, und nur 40 % wiesen ein Universitätsdiplom der Philosophischen, der Technisch-Naturwissenschaftlichen, der Medizinischen oder der Juristischen Fakultät auf; diese hatten zwar eine wissenschaftliche, aber in der überwiegenden Zahl keine entsprechende pädagogische Vorbildung (die restierenden 5 % waren Ausländer mit und ohne Titel).

Um diesen unhaltbaren Zuständen ein Ende zu machen, bestimmte der Unterrichtsminister Fernandez 1903, daß zur Anstellung als Oberlehrer (Profesor de enseñanza secundaria) die folgenden Bedingungen erfüllt werden mußten, die sich ziemlich eng an die preussischen Vorschriften anschließen:

1. Universitätsdiplom über abgeschlossenes Studium;
2. Examen in einem an der Philosophischen Fakultät abgehaltenen theoretischen und experimentellen Kurs über Pädagogik und Hilfswissenschaften;
3. praktischer Kurs von zwei Jahren, von denen das erste im Volksschullehrerseminar, das zweite in einer ad hoc zu gründenden Anstalt, dem Seminario pedagógico, zur pädagogischen Ausbildung in dem betreffenden Spezialfach abzuleisten sei.

Für diese Anstalt wurden zum 1. März 1904 sechs deutsche Oberlehrer kontraktlich angestellt. Den obigen Vorschriften genügten aber sehr wenige Kandidaten, und so wurde nach dem alten System jeder als Oberlehrer angestellt, der sich dafür befähigt hielt und auch wohl die nötigen persönlichen Beziehungen hatte.

Um das zu verstehen, muß man die Lage des Lehrstandes in Argentinien kennen. Nur der Volksschul-

lehrer ist völlig in der Lehrtätigkeit beschäftigt, Oberlehrer und Universitätsprofessoren üben sie dagegen nur im Nebenamt aus. Es sind der Hauptsache nach Ärzte, Advokaten und Ingenieure, die sich, ehe sie eine genügende Praxis haben, auf diese Weise einen Lebensunterhalt erwerben und dann auch später diese Nebeneinnahme nicht verachten; selbstverständlich besitzt auch der eine oder andere ein wirkliches Interesse und Geschick für die Lehrtätigkeit. Wie jene Zersplitterung aber auf den Unterricht einwirkt, läßt sich leicht denken. Ich habe es selbst beobachtet, wie ein Lehrer nach dem Glockenschlag nicht etwa in die Klasse, sondern in einen Vorraum trat, sich dort schnell präparierte, seine Stunde herunterriß (die Versuche hatte der Assistent vorbereiten müssen) und umgehend verschwand, um dieses selbe Spiel an einer anderen Anstalt, an welcher er vielleicht eine zweite Cátedra¹⁾ hatte, zu wiederholen oder in sein Bureau zu den auf ihn wartenden Klienten zu eilen. Dieses Beispiel ist nicht zu verallgemeinern, aber trotzdem kommt der Fall leider noch viel zu häufig vor. Ein Zusammenhang zwischen Schülern und Lehrern kann sich auf diese Weise natürlich nicht entwickeln. Aus diesem Grunde muß auch die Aufsicht in den Pausen und in den Klassen bis zum Eintreten des Lehrers besonderen Beamten, den Celadores, meist Studenten oder älteren Schülern, anvertraut werden. Wie sehr auch der Universitätsunterricht, namentlich in den Laboratorien, die vielfach gänzlich den Assistenten überlassen werden, darunter leidet, sei nur nebenbei erwähnt; 1909 wurde z. B. in der Vorlesung über Experimentalphysik in Buenos Aires kein Experiment durchgeführt, auch war der Hörsaal überhaupt nicht zum Experimentieren eingerichtet.

Einige Zahlen mögen dieses Nebenamtssystem noch besser beleuchten; 1910 existierten an 27 Nationalkollegs 893 Oberlehrer. Davon hatten weit mehr als die Hälfte, 553, nur eine, 266 zwei, 69 drei und nur 5 vier Cátedras; diese 5 waren also allenfalls nur im Lehrberuf beschäftigt. Dabei bleibt aber noch zu bedenken, dass die Cátedras häufig nicht an derselben Anstalt sind. Die Bezahlung ist auch nicht gerade glänzend zu nennen, besonders wenn man die außerordentlich teuren Lebensverhältnisse in Buenos Aires berücksichtigt. Es wird die Cátedra mit 180 Pesos²⁾ (für neuere Sprachen mit 170, für technische Fächer mit 150) bezahlt; im Durchschnitt entfallen auf eine Stunde 10 (bezw. 7 und 7½) Pesos. Diese kurzen Angaben werden genügen, um erkennen zu lassen, daß man von einem Oberlehrerberuf oder -stande in Argentinien nicht sprechen kann, und daß auch die pekuniäre (und noch weniger die gesellschaftliche) Stellung eine solche ist, als daß sie eine große Zahl von jungen Leuten locken könnte, sich dem Lehrberuf zu widmen. Bis heute „ist die Lehrtätigkeit nicht eine Karriere, sondern nur ein simpler modus vivendi“.

Da die Ausbildung im Volksschullehrerseminar andere Ziele verfolgt und zu verfolgen hat, als die eines künftigen Oberlehrers, ließ der nächste Unterrichtsminister Gonzalez das erste praktische Jahr fallen, und gleichzeitig erhielt das Seminario pedagógico den heutigen Titel: Instituto Nacional del Profesorado Secundario (INPS). Inzwischen hatte sich aber ein weiterer Übelstand herausgestellt. Im Gegensatz zu den deutschen Philosophischen Fakultäten, die im wesentlichen Fakultäten zur Ausbildung von Oberlehrern sind und auf diese speziell Rücksicht nehmen, bilden die Fakultäten der Uni-

¹⁾ Eine Cátedra = einem Lehrfach in einer Klasse mit drei bis sechs Wochenstunden.

²⁾ 1 Peso Papier = 1,78 M.; man darf aber nicht umrechnen, sondern höchstens den Peso = 1 M. setzen.

versität Buenos Aires Ärzte, Juristen, Ingenieure, Chemiker und vereinzelt auch Doktoren der Philosophie, aber keine Oberlehrer aus. Die wissenschaftliche Vorbildung der in das praktische Jahr eintretenden Universitätsdiplomados genügte daher meist nicht den an die Kandidaten zu stellenden Ansprüchen. In einigen Fächern (neueren Sprachen, Spanisch und Geographie) gab es überhaupt keine Diplomados. Deshalb wurden im Jahre 1905 auf Antrag der deutschen Oberlehrer neue Bestimmungen erlassen, nach denen sich die Ausbildung der Kandidaten des höheren Lehramtes wie folgt gestaltet:

Nach Absolvierung der Volksschule treten die Schüler im Alter von meist zwölf Jahren in das Nationalkolleg ein und werden dort in einem fünfjährigen Kursus in den folgenden Fächern unterrichtet: Spanisch (11)¹⁾, Französisch (10), Englisch (10), Italienisch (4), Literatur (6), Geschichte (17), Philosophie und Psychologie (3+2), Staatsbürgermoral (2), Bürgerkunde (3), Zeichnen (8), körperliche Übungen (einschl. Schießen) (10), Handfertigkeit (4). Für die uns hier interessierenden naturwissenschaftlichen Fächer ergibt sich die Verteilung aus dem nachfolgenden Schema (das erste Jahr ist die unterste Klasse):

Jahr	I	II	III	IV	V	Zus.
Mathematik und Rechnen	5	8	6	3	—	22
Physik	—	—	—	3	3	6
Chemie	—	—	—	3	3	6
Zoologie	—	—	4	—	—	11
Botanik und Mineralogie	—	—	—	—	4	
Anatomie, Physiologie und Hygiene	—	—	—	3	—	
Geographie	3	2	2	2	2	11

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, daß gegenüber den Sprachen (unter denen wir mit Bedauern das Deutsche vermissen) die naturwissenschaftlichen Fächer zurücktreten. Die Mathematik endet bereits im vierten Jahre und enthält schon die Trigonometrie nicht mehr. Speziell die Stundenzahl für Physik und Chemie ist außerordentlich gering, zumal jetzt auch noch Schülerübungen eingeführt sind. Dazu kommt noch, daß das Programm in diesen Fächern (wie auch in den meisten anderen) viel zu ausgedehnt ist; es herrscht noch der Grundsatz vor, *alles* bringen zu wollen, auch ganz überflüssige Einzelheiten. Wie der Unterricht darunter leidet, bedarf wohl keiner weiteren Erwähnung. Die Erledigung dieser umfangreichen Programme war eigentlich nur nach dem alten System möglich, wo der betreffende Lehrer sich hinstellte, die ganze Stunde sprach, ohne sich durch Fragen zu unterbrechen und dem Experiment nach Möglichkeit aus dem Wege ging (auch heute herrscht noch vielfach die Ansicht, daß eine Apparatesammlung nur eine Museumsschau ist). Die Schüler arbeiteten früher im wesentlichen nur zu den monatlichen schriftlichen Arbeiten und dem Jahres-schlußexamen. War das bestanden, so konnte man das Gelernte ruhig wieder vergessen; dafür ein typischer Fall: Auf die Frage an einen Schüler, warum er etwas, das er nicht wußte, nicht gelernt habe, antwortete dieser, das sei ein Teil aus dem Stoff des vergangenen Jahres, über das er ein Zeugnis habe, und das brauche er nicht mehr zu wissen.

Mit einer recht mangelhaften Vorbildung, besonders in der Mathematik und dem Rechnen (Kopfrechnen kann

kaum einer) treten nun die Bachillers mit etwa 18—20 Jahren entweder in die Universitätsfakultäten (die auch verschiedentlich bitter über die schlechte Vorbildung geklagt haben) oder in das INPS ein. Hier machen sie einen vierjährigen Kurs durch; in den ersten drei Jahren erfolgt die wissenschaftliche Ausbildung durch Vorlesungen, Laboratorium, Übungen usw., die auch im vierten Jahre noch durch die eine oder andere Vorlesung ergänzt wird. Vom zweiten bis vierten Jahre läuft daneben ein allgemeiner Kurs für die Studenten sämtlicher Fächer parallel, in welchem sie die philosophisch-pädagogischen Vorlesungen hören. Das vierte Jahr ist jedoch im wesentlichen der praktisch-pädagogischen Ausbildung an dem zu diesem Zweck angegliederten Nationalkolleg nach Art des preußischen Seminar- und Probejahres vorbehalten. Nach Absolvierung des Kursus (Ablegung des vierten Jahrexamens) erhalten die Studenten ein Diplom. Trotzdem das betreffende Ministerialdekret ein solches Diplom als Hauptbedingung für die Anstellung als Oberlehrer forderte, wurde in der Praxis zuzeiten, auch neuerdings noch, sehr oft davon abgewichen und vielfach Leute ohne Diplom vorgezogen. Das Diplom gibt also kein *Recht* auf Anstellung.

Neben diesem vierjährigen Bachillerkurs lief nun ein vier- (und zeitweise zwei-) jähriger sogenannter Diplomadoskurs her. Diejenigen, welche ihre wissenschaftliche Ausbildung in den Universitätsfakultäten erhalten hatten, traten nach Abschluß derselben in das INPS ein, um sich hier die nötigen pädagogischen Fertigkeiten durch den Besuch entsprechender Vorlesungen und die Praxis an dem angegliederten Nationalkolleg zu erwerben. Nach bestandenen Examen wurde ihnen gleichfalls ein Diplom ausgehändigt. In diesen Diplomadoskurs durften nach den letzten Bestimmungen eintreten für:

Mathematik:	die Doktoren in Mathematik oder Physik ¹⁾	und die Zivilingenieure,
Physik:	"	" Mathematik, Physik oder Chemie,
Chemie:	"	" Chemie,
Mineralogie:	"	" Chemie oder Naturwissenschaften,
Geologie:	"	" Naturwissenschaften,
Botanik:	"	" Naturwissenschaften und die landwirtsch. Ingenieure,
Zoologie:	"	" Naturwissenschaften oder Chemie,
Anatomie, Physiologie und Hygiene:	"	" Medizin und Veterinärmedizin.

Obwohl die Universitäts-Diplomados das gesellschaftlich beste Element darstellten, wird jetzt dieser Kurs doch verschwinden, da gerade für sie das oben Gesagte zutrifft, daß sie die Lehrtätigkeit immer nur im Nebenamt ausüben werden, während dem Staat natürlich daran liegen muß, einen Oberlehrerstand zu schaffen. Um aber dafür ein gewisses Entgelt zu geben, sollen jetzt den Studierenden der Fakultäten — im Gegensatz zu früher — die dort gehörten Vorlesungen einzeln angerechnet werden. In dem INPS soll es dann nur diejenigen Vorlesungen und Übungen belegen, die an der Fakultät nicht abgehalten werden, so daß sie gleichzeitig an der Universität ihrem Fachstudium obliegen und am INPS sich zum Oberlehrer ausbilden, eine Verquickung, die mir höchst unglücklich erscheint und von dem oben gesteckten Ziel direkt abführt.

¹⁾ Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die gesamten Wochenstunden.

¹⁾ Seit langen Jahren hat aber in Buenos Aires niemand in Mathematik oder Physik promoviert, da es keine Berufe sind, die einen direkten Verdienst ermöglichen.

Das Prinzip des INPS: 1. wissenschaftliche, 2. philosophisch-pädagogische, 3. praktisch-pädagogische Ausbildung ist auch von der Pädagogischen Fakultät der Universität La Plata und letzthin von der Philosophischen Fakultät in Buenos Aires aufgenommen worden, so daß 1912 an diesen drei Anstalten die Ausbildung der Kandidaten erfolgte. An der Philosophischen Fakultät handelt es sich nur um die drei Fächer: Neuere Sprachen, Spanisch, Geschichte. Die Pädagogische Fakultät in La Plata weicht in dem pädagogischen Teil ihres Programms nur unwesentlich von dem des INPS ab; die wissenschaftliche Ausbildung ist je nach dem Lehrer des betreffenden Faches sehr verschieden. Da aber m. W. bis jetzt aus La Plata nur wenig Oberlehrer hervorgegangen sind, wollen wir uns auf das Programm des INPS beschränken.

Eins ist von vornherein klar, daß bei der mangelhaften Ausbildung der Bachillers die Zeit von drei eigentlichen Studienjahren viel zu gering ist. Es war aber nicht möglich, eine längere Zeit vorzuschreiben, wenn man nicht die ohnehin schon schwache Schülerzahl des INPS auf Null bringen wollte. Das Studium an den meisten Universitätsfakultäten dauert nämlich fünf Jahre; in dieser Zeit aber können die Studierenden den Doktorgrad (den einzigen in Argentinien geschätzten Titel) erwerben und ferner mit ihrem Universitätsdiplom sich den freien Berufen des Advokaten, Arztes oder Ingenieurs zuwenden, ohne auf die Anstellungsmöglichkeit durch den Staat warten zu müssen. Bei einer Verlängerung des Kursus im INPS auf fünf Jahre wäre also eine Abwanderung in die Fakultäten erfolgt. Aber auch selbst der jetzige vierjährige Kurs bot aus den oben geschilderten Gründen nicht viel Anlockendes. Es ist sicher zu hoch gegriffen, wenn man die Zahl der ausschließlich am INPS Studierenden mit 20 pCt. angibt. Weitaus die größte Mehrzahl waren gleichzeitig Studierende der Fakultäten, die neben ihrem eigentlichen Fachstudium sich das Oberlehrerdiplom erwerben wollten (ohne ein sechstes Jahr für den Diplomadoskurs aufzuwenden). Das bedingte eine starke Reduzierung der Stundenzahl und eine oft recht unglückliche Anordnung des Stundenplans (in einem Jahre wurde Mathematik von 8—10 Uhr abends gelesen!) Das sei vorausgeschickt, damit die Kritik über die nunmehr folgenden Studienpläne nicht gar zu scharf ausfällt.

- Mathematik:** 1. Jahr. Ergänzung der Elementar-Mathematik (3), Ebene und sphärische Trigonometrie und Kosmographie (3). Zus.: 6
2. „ Analytische Geometrie I mit Übungen (3), Infinitesimalrechnung I (3) Zus.: 6
3. „ Analytische Geometrie II, Infinitesimalrechnung II (3), Projektive und darstellende Geometrie (3) Zus.: 6
4. „ Ausgewählte Kapitel der Funktionen- und Zahlentheorie Zus.: 3
- Physik:** 1. „ Experimentalphysik I (Mechanik, Wärme, Akustik) (4), Laboratorium I (3), Handfertigkeitspraktikum (3). Zus.: 10
2. „ Experimentalphysik II (Optik, Elektrizität und Magnetismus) (4), Laboratorium II (6) Zus.: 10
3. „ Theoretische Physik (2), Laboratorium III (6), Demonstrationsübungen (2) Zus.: 10

4. Jahr. Technische Physik mit Exkursionen Zus.: 1
- Chemie:** 1. „ Anorganische Chemie I (3), Analytische Chemie (3), Laboratorium (6). Zus.: 12
2. „ Anorganische Chemie II (3), Organische Chemie I (3), Laboratorium (6). Zus.: 12
3. „ Organische Chemie II (3), Physikalische Chemie (3), Laboratorium (6). Zus.: 12
4. „ Ausgewählte Kapitel der Anorganischen und Organischen Chemie (3), Wissenschaftliche Untersuchungen (6) Zus.: 9
- Mineralogie:** (Die Studierenden der Mineralogie müssen auch Chemie hören.)
1. Jahr. Allgemeine Mineralogie (Kristallographie, physikalische und chemische Mineralogie) mit kristallographischen Übungen. Zus.: 3
2. „ Spezielle Mineralogie mit Übungen Zus.: 3
3. „ Laboratoriumsübungen und wissenschaftliche Untersuchungen. Zus.: 3
- Geographie:** 1. „ Einführung in das Studium der Geographie und physikalischen Geographie (3), Mathematische und astronomische Geographie, Übungen und Exkursionen (4). Zus.: 7
2. „ Ausgewählte Kapitel der Biogeographie, Übungen und Exkursionen (3), Geographie von Amerika und Argentinien (4) Zus.: 7
3. „ Antropogeographie (3), Geographie von Europa und Übungen über die Kontinente (4) Zus.: 7
4. „ Neuere Probleme der Geographie Zus.: 3
- Geologie:** (Die Studierenden der Geologie müssen auch Geographie hören.)
1. Jahr. Allgemeine Geologie Zus.: 3
2. „ Petrographie und Geognosie Zus.: 3
3. „ Spezielle Geologie mit Übungen. Zus.: 3

Dazu kommt bei allen Fächern im 4. Jahr: Methodologie und Praxis des Unterrichts (6), in welchem die Kandidaten unter Begleitung des betr. Lehrers zunächst Unterrichtsstunden beiwohnen, an die sich eine kritische Besprechung schließt; später folgen eigene Unterrichtsversuche der Kandidaten. Nach dem Reglement müssen sie mindestens 10 Stunden selbst gegeben haben, erst dann werden sie zu der Modellstunde zugelassen.

Allgemeiner Kurs der Erziehungswissenschaften und Hilfswissenschaften:

2. Jahr: Einführung in die Philosophie, Erkenntnistheorie und Logik, Psychologie und Metaphysik; 3
3. „ Beobachtung und Kritik des Unterrichts in verschiedenen Lehranstalten (mindestens 30 Jahresstunden); 1. Semester: Ethik und Soziologie (3).

2. Semester: Geschichte der Pädagogik (3). Zus.: 3

4. Jahr: Theoretische und praktische Pädagogik. 3

Bei der Aufstellung dieses Stundenplanes vor nunmehr vier Jahren war es das Hauptbestreben gewesen, den Schwerpunkt des Unterrichtes in die Übungen und das Laboratorium zu verlegen. Auf Grund der vierjährigen Erfahrungen ist dann beantragt worden, in verschiedenen Fächern die Stundenzahl doch etwas zu erhöhen, namentlich durch die Einführung gewisser Nebenfächer, wie z. B. einiger mathematischen Vorlesungen in Physik, da ohne einige, wenn auch bescheidene Kenntnisse der höheren Mathematik und vor allem der Trigonometrie eine Vorlesung in der Experimentalphysik sehr erschwert, eine solche über theoretische Physik überhaupt unmöglich ist. Die Studenten sind nämlich nur verpflichtet, ein Fach zu belegen; zuweilen studieren sie gleichzeitig ein zweites Fach, doch ist dies durchaus nicht die Regel. Ein vernünftiges Studium nach deutschem Vorbild läßt sich aber nicht eher verwirklichen, als bis nicht durch Gesetz ein Oberlehrerberuf geschaffen ist.

Da die Vorlesungen sämtlicher vier Jahre in jedem Jahre gehalten werden müssen (abgesehen von einigen Kombinationen), benötigt das INPS eines großen Lehrpersonals. Ursprünglich setzte sich dieses nur aus (zuletzt 9) kontraktierten Deutschen (Universitätsdozenten und Oberlehrern) zusammen. Bei dem weiteren Ausbau und dem Vorrücken der Studierenden in die höheren Jahre wurden dann auf ausdrückliche Anordnung des Ministers verschiedene Cátedras mit Argentinern, meist Schüler des INPS, besetzt, die diese natürlich wieder nur nebenamtlich versahen. Die Deutschen leiten aber die praktisch-pädagogische Ausbildung und die Laboratorien (sie sind dadurch zugleich die Direktoren der betreffenden Institute) und halten die wichtigsten Vorlesungen. Es liegt also hier die hauptsächlichste wissenschaftliche und die pädagogische Ausbildung in einer Hand, ein nicht zu unterschätzender Vorteil. Die Ausstattung der Laboratorien ließ in den früheren Jahren sehr, sehr viel zu wünschen übrig, ist in den letzten Jahren aber besser geworden. Ein Hauptübelstand ist noch, daß eine große Zahl von ihnen in kleinen, absolut ungenügenden Mietshäusern untergebracht ist, und voraussichtlich werden leider noch viele Jahre vergehen, ehe die Regierung genügend Geld für den bereits seit 4 Jahren beschlossenen und auf dem Papier fertigen Neubau des INPS haben wird.

Der äußere Betrieb des INPS bewegt sich im wesentlichen in akademischen Bahnen, nur müssen sich die Studenten in Präsenzlisten eintragen und dürfen nicht mehr als ein Fünftel der Stundenzahl in jedem Trimester schwänzen, ohne das betreffende Jahr zu verlieren. Diese Zahl wird aber auch redlich eingehalten und meist überschritten. Der Fleiß der Schüler, die, wie oben gesagt, meist gleichzeitig Studenten in den Fakultäten sind, oft sich auch ihren Lebensunterhalt in irgend einer kleinen Beamtenstellung verdienen, läßt während des Jahres meist recht zu wünschen übrig, nur in der 14tägigen Pause vom 15. bis 30. November, wird zum Examen gebüffelt. Wer es nicht besteht, darf es in der Zeit vom 1. bis 15. März wiederholen. Dann beginnt das neue Studienjahr. Der Zudrang ist zunächst groß (das Studium ist kostenlos; Studenten aus dem Innern erhalten Staatsstipendien von 100 Pesos monatlich), aber im Laufe des Jahres werden die Bänke leerer und leerer. Bei Vielen reicht die Vorbildung nicht aus, andere sehen ein, daß ein doppeltes Studium, womöglich in 2 heterogenen Fächern, nicht durchzuführen ist. Folgende kleine Statistik spricht deutlicher als eine lange Auseinandersetzung:

	Bachillerkurs			Diplomadoskurs		
	1910	1911	3. Jahr.	Anfang	Ende	
Philosophie	6 4	6 — 4	—	—	—	
Geschichte usw.	15 4	11 4 3	60	32		
Geographie	8 5	7 2 4	1	—		
Mathematik	15 4	14 5 2	5	1		
Physik	7 4	12 2 2	—	—		
Chemie	12 14	14 2 6	2	—		
Botanik, Zoologie	5 3	14 1 1	1	—		
Anatomie, Physiologie, Hygiene			30	6		

Man sieht, wie außerordentlich gering die Zahl der aus dem 1. Jahr 1910 in das 2. Jahr 1911 übergetretenen Schüler ist und wie stark noch die Zahl der Diplomados im Laufe des Jahres gesunken ist.

Obwohl die Gesamtzahl der das INPS verlassenden Schüler klein erscheint, so würde doch die Zahl der Bachillers völlig genügen, um den Bedarf an Oberlehrern bei einer berufsmäßigen Anstellung zu decken. In Physik und Chemie z. B. berechnet sich der augenblickliche jährliche Bedarf an den 27 Nationalkollegs auf noch nicht einen, in Mathematik auf höchstens 4 Oberlehrer. Dabei ist angenommen worden, daß jeder Lehrer 4 Cátedras gibt und 30 Jahre dienstfähig bleibt, ferner ist berücksichtigt, daß wegen der großen Schülerzahl jede Klasse in 2 oder mehrere unabhängige Parallelkurse zerlegt ist.

Bei dem jetzigen System der Vergebung der einzelnen Cátedras im Nebenamt, unter häufiger Übergehung der zum mindesten moralisch berechtigten Anstellungsansprüche der im Besitze eines Diploms befindlichen Kandidaten, wird Argentinien nie gute Lehrer für seine Nationalkollegs erhalten. Zum Glück arbeitet aber nicht nur das Unterrichtsministerium, sondern auch eine Reihe von Männern, namentlich Parlamentariern, daran, den Oberlehrern nicht nur eine gute Ausbildung, sondern auch eine geachtete und gesicherte Lebensstellung durch ein entsprechendes Gesetz zu geben, um so dem Lande einen guten Oberlehrerstand zu schaffen. Es bleibt nur die Frage, wann und ob diese Gesetzentwürfe einmal aus den Kommissionen vor das Plenum der Kammern kommen werden.

Besprechungen.

Bjerknes, V., Dynamische Meteorologie und Hydrographie. Autorisierte deutsche Ausgabe der von der Carnegie Institution of Washington herausgegebenen *Dynamic Meteorology and Hydrography*. Erster Teil. *Statik der Atmosphäre und Hydrosphäre*. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1912. 4^o. VI, 126, 36, 30, 22 S. Mit einem Atlas von 60 Tafeln. Preis von Teil I mit Atlas M. 36.

Das auf vier Bände berechnete Werk beansprucht ein besonderes Interesse dadurch, daß alle Erörterungen in ganz konsequenter Weise auf das absolute Maßsystem aufgebaut sind und — wenigstens im ersten Bande — geradezu die Tendenz verfolgen, für die Einführung rationaler Maße in die Meteorologie und Hydrographie zu kämpfen. Streitfragen hierüber sind erst aufgetaucht, nachdem die Aerologie Beobachtungsmaterial geliefert hat, aus dem sich Beschleunigung, Geschwindigkeit und Arbeitsleistung der Luftmassen berechnen lassen. *Bjerknes* und eine Zahl namhafter Meteorologen vertreten seit einer Reihe von Jahren die Ansicht, daß man sich den Einblick in die jetzt möglichen dynamischen Betrachtungen sowie die Rechenarbeit dadurch erleichtern solle, daß man rationale Einheiten wählt. Der Kampf richtet sich in erster Linie gegen die Benutzung des

mm als Luftdruckmaß, an dessen Stelle der Druck von 1 Megadyne pro qcm und die Benennung „Bar“ vorgeschlagen wird. Ferner ist es zweckmäßig, die Variation der Schwereintensität auszuschalten, indem man nicht mit Höhen und Flächen gleicher Höhe, sondern mit Schwerepotential und Niveaulächen rechnet. Die Gegner dieser Reformvorschläge glauben, daß die hierdurch erzielten Vereinfachungen zu teuer bezahlt sind mit den mannigfachen und bei strenger Durchführung in der gesamten Meteorologie tatsächlich sehr weitgehenden Umwälzungen, welche die Neuerung veranlassen würde.

In diesem Stadium der Polemik wird es sowohl dem Freunde wie dem Feinde der neuen Einheiten willkommen sein, daß ein Buch erschienen ist, in welchem streng physikalisch eine theoretische Meteorologie nach diesen Prinzipien aufgebaut wird. Da die Behandlungsweise für die Bewegungsvorgänge von Flüssigkeiten prinzipiell die gleiche ist wie für die Atmosphäre, so sind die Ausführungen auf die Hydrographie ausgedehnt. Außerdem soll das Werk die praktische Anwendung der neuen Methode zeigen, also ein Handbuch für den praktisch arbeitenden Meteorologen und Hydrographen sein, und es ist deshalb mit zahlreichen Reduktions- und Umrechnungstabellen ausgerüstet. Vielleicht ist hier doch etwas zu viel vereinigt, um so mehr, da ein mustergültig ausgestatteter, aber für den Gebrauch des ersten Bandes gut zu entbehrender Atlas von 60 Tafeln beigegeben ist und mitgekauft werden muß.

Nachdem der Charakter des Buches gekennzeichnet ist, läßt sich der Inhalt verhältnismäßig kurz skizzieren. In den ersten beiden Kapiteln werden die Fundamentalgrößen der Statik, ihre Beziehungen zu einander im absoluten Maßsystem und ihre Bedeutung für Luft und Wasser abgeleitet. Da cm und g für die Zwecke der dynamischen Meteorologie und Hydrographie unbequem kleine Einheiten sind, wird statt des CGS-Systems das Meter-Tonnen-Sek.-System (MTS-System) gewählt. Zur Definition der Zustandsänderungen wird das Schwerepotential (von dem Charakter einer Arbeit auf die Masseneinheit) und der Druck (von dem Charakter einer Arbeit auf die Volumeneinheit) gewählt. Die MTS-Einheit des Schwerepotentials ist das „dynamische Meter“ (1 dyn. m unter 45° Breite im Meeresniveau gleich 0,98 Längenmeter), die des Druckes ist das Zentibar (1 Bar = 750 mm Quecksilberhöhe). Verf. empfiehlt auch für die Geodäsie und die dynamische Geologie den Ersatz der Höhenangaben und Isohypsen durch Schwerepotentiale und wirkliche Niveaulinien. Solche „dynamisch-topographischen“ Karten für Europa und Nordamerika sind im Atlas enthalten. In diesen Betrachtungen hat Verf. — was für einen Ausländer wohl entschuldbar ist — einige Druckfehler bezüglich der Schreibweise von Maß und Masse stehen lassen.

Im dritten Kapitel wird die Zustandsgleichung der atmosphärischen Luft behandelt und dabei zur Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgehalts auf den fast vergessenen Begriff der virtuellen Temperatur (Temperatur, welche trockene Luft haben müßte, um dasselbe spezifische Volumen zu erhalten, wie die gegebene Masse feuchter Luft) zurückgegriffen; sehr nützliche Korrektortabellen sind beigegeben. Der hydrographische Teil enthält praktische Tabellen für spezifisches Volumen und Dichte des Seewassers. Die Kapitel 4 und 5 beziehen sich auf einige Hauptaufgaben der Statik (Druck- und Temperaturgradienten, Gleichgewichtsbedingungen, zahlenmäßige Darstellung der Gleichgewichtszustände, Unterscheidung von Troposphäre und Stratosphäre). Prinzipiell Neues ist hier naturgemäß nicht enthalten, aber der logische und klare Aufbau der Entwicklungen ist beachtenswert.

Die folgenden 4 Kapitel sind im wesentlichen der praktischen Lösung der vorher formulierten Aufgaben gewidmet; zwei beziehen sich auf die Atmosphäre, zwei auf das Seewasser. Es handelt sich dabei vornehmlich um die Bestimmung der Höhe, wo ein gegebener Druck herrscht und um die synoptische Darstellung der Felder des Druckes oder der Masse in der Atmosphäre und in der See. Die erste Aufgabe beschäftigt sich also mit der zweckmäßigsten Darstellung der bei aerologischen Aufstiegen gewonnenen Beobachtungen; zu diesem Kapitel gehören die meisten beigegebenen meteorologischen Tabellen und graphischen Darstellungen; einige Beispiele zeigen, wie mannigfaltig die Fragen sind, die mit ihrer Hilfe gelöst werden können. Der Abschnitt über synoptische Darstellung von Druckfeldern enthält u. a. ein vollständig durchgerechnetes Beispiel für die beste Verwertung von simultanen Registrierballonaufstiegen. In ganz ähnlicher Weise werden in den beiden letzten Kapiteln hydrostatische Aufgaben behandelt.

Zu dem Werke gehören: 24 hydrographische und 17 meteorologische Tabellen mit einem Anhang von 19 Umrechnungstabellen für den Fall, daß die Beobachtungen nicht in Einheiten des CGS-Systems gegeben sind, und schließlich ein großer Atlas von 60 Tafeln. 24 Blätter desselben enthalten eine bathymetrische und hypsometrische Karte der Welt im Maßstabe 1 : 20 Millionen, die übrigen bringen dynamisch-topographische Karten, Darstellungen von Strömungslinien, Vertikalbewegungen, Windbeschleunigungen und Isobaren.

R. Süring, Potsdam.

Brehms Tierleben. Allgemeine Kunde des Tierreichs.

4. Aufl., herausgegeben von O. zur Strassen. Leipzig und Wien, Bibliogr. Institut. 8°. Jeder Band M. 12,—. IV. Lurche und Kriechtiere, 1. Band. Neubearb. von F. Werner. 572 S. VI.—VIII. Vögel, 1.—3. Band. Neubearb. von W. Marshall, vollendet von F. Hempelmann und O. zur Strassen. 498, 492 und 472 S. X. Säugetiere, 1. Band. Neubearb. von L. Heck. 580 S.

Die Neubearbeitung eines Buches wie Brehms Tierleben bietet eine Reihe besonderer Schwierigkeiten. Die gewaltige Wirkung, die die ersten Auflagen dieses Werkes ausübten, beruhte in erster Linie auf der lebendigen, den Leser mit fortreisenden Darstellung großen teils selbst in der freien Natur unter heimischen Verhältnissen beobachteten Tierlebens, in der Brehm ein Meister ersten Ranges war. Gerade der stark subjektive Einschlag seiner Schilderungen, die uns heute in einer kritischeren Zeit oft einseitig erscheinen, hat seinen reichen Anteil an dem ungewöhnlichen Erfolg dieses in seiner Art einzig dastehenden Buches. Ein Versuch, seinen sachlichen Inhalt zeitgemäß zu erweitern und zu ergänzen, und die ganze Darstellung durch Berücksichtigung neuerer wissenschaftlicher Gesichtspunkte zu vertiefen, bringt stets die Gefahr mit sich, den Charakter des Werkes, die Frische und Anschaulichkeit der Schilderung zu beeinträchtigen. Der Bearbeiter hat die schwere Aufgabe zu lösen, bei der Ausschaltung veralteter und bei der Einfügung neuerer Beobachtungsergebnisse seine eigene Person hinter der des Verfassers zurücktreten zu lassen, dem Leser gegenüber den Anschein zu erwecken, daß es noch immer der alte Brehm sei, der zu ihm spricht. Das ist da am schwersten, wo unsere heutigen wissenschaftlichen Anschauungen sich am weitesten von denen Brehms entfernen, auf dem Gebiete der Tierpsychologie. Eine zweite Schwierigkeit liegt in der Notwendigkeit, die Arbeit unter eine Anzahl verschiedener Forscher zu verteilen. Hatte Brehm noch den gesamten Wirbeltierstamm in den ersten acht Bänden seines Werkes allein behandelt und nur die ihm ferner liegenden Wirbellosen, die mehr einen Anhang

bildeten, anderen Bearbeitern übertragen, so ist heute eine viel weitergehende Arbeitsteilung erforderlich, wenn dem Buch ein wissenschaftlicher Charakter gewahrt bleiben soll. Die hierdurch bedingte Ungleichartigkeit in der Behandlung der einzelnen Gebiete, die auch durch den Herausgeber naturgemäß nicht ganz ausgeglichen werden kann, muß als unvermeidliches Ergebnis dieser Teilung in Kauf genommen werden.

Was die neue Auflage, von der bisher fünf Bände fertig vorliegen, von den älteren unterscheidet, ist in erster Linie die gründlichere Berücksichtigung der morphologischen Verhältnisse. Waren früher die anatomischen Angaben in den einleitenden Abschnitten verhältnismäßig kurz, im wesentlichen Auszüge aus den einschlägigen älteren Werken von *Carus*, *Karl Vogt* u. a., und nur durch Abbildungen einiger Skelette erläutert, so ist dieser Teil nunmehr erheblich inhaltreicher geworden, auch fehlt es nicht an anatomischen Abbildungen und jeder Klasse ist eine den Situs viscerum veranschaulichende farbige Tafel beigegeben. Wenn auch diese Ergänzung, die auch die Entwicklungsgeschichte berücksichtigt, sehr dankenswert ist, so erscheint doch die lateinische Terminologie in einem Buch wie das vorliegende überflüssig. Die Sache liegt hier nicht so, wie bei der lateinischen Speziesbenennung. Diese darf auch in einem volkstümlichen Buch nicht fehlen, weil sie das einzige Mittel zur genauen Artbezeichnung darstellt. Daß aber die Knochen, Muskeln und inneren Organe mit ihren lateinischen Bezeichnungen vorgeführt werden, erscheint als überflüssige Belastung, die hier das Verständnis nicht fördert. Das beständige Unterbrechen des Textes durch eingeklammerte lateinische Namen, wie z. B. bei der Besprechung des Vogelschädels in Band VI, wirkt auf den Leser, dem diese Namen nichts sagen, störend und ermüdend.

Auch darüber wird man verschiedener Ansicht sein können, ob die völlige Umkehrung in der Reihenfolge der Klassen, wie sie in dieser Auflage vorgenommen worden ist, notwendig war. Für ein wissenschaftliches Lehrbuch wählt man jetzt im allgemeinen den Weg von den einzelligen Protozoen zu den höheren Tiergruppen in ihrer zunehmenden Komplikation; für ein Werk, das sich an das große Publikum wendet, wird sich auch heute noch der umgekehrte Weg, von den täglichen Anschauung sich überall bietenden Wirbeltieren abwärts, als ein gleichfalls gangbarer erweisen, besonders, da ja auch in der neuen Bearbeitung jede Tierklasse in für sich abgeschlossener Weise behandelt wird. Man hätte dadurch äußerlich den Charakter des Buches mehr gewahrt. Andererseits bietet natürlich die veränderte Anordnung viel Vorteile, namentlich für das Verständnis der gleichfalls in der neuen Auflage etwas bewußter betonten Entwicklungslehre. Bedauerlich ist es dagegen, daß auch diesmal wieder die „niederen Tiere“ so sehr stiefmütterlich bedacht sind. Während den Säugetieren und Vögeln je vier Bände zur Verfügung stehen, den Amphibien und Reptilien zusammen jetzt zwei Bände eingeräumt sind, so daß die Wirbeltiere nun statt der bisherigen acht Bände deren elf umfassen, sind die luftatmenden Arthropoden ebenso wie die Gesamtheit aller übrigen Tierstämme auf je einen Band beschränkt. So wenig zu verkennen ist, daß die Wirbeltiere, namentlich Säugetiere und Vögel, dem Interesse des Laien am nächsten stehen, so liegt doch in dieser Raumverteilung eine zu weit gehende Benachteiligung der Wirbellosen. Für die tracheaten Arthropoden erscheint der Raum sehr knapp, wenn man erwägt, in wie weitgehendem Maße die Sammlerliebhabelei sich gerade einzelnen Insektengruppen zuwendet, wie viele wichtige Fragen von allgemeiner Bedeutung gerade an dieser Tierklasse neuerdings studiert wurden: die Beein-

flussung der Färbung durch äußere Faktoren, die Erblichkeit erworbener Eigenschaften, die Befruchtung und Fortpflanzung, viele tierpsychologische Probleme, die verschiedenen Formen sozialer Gemeinschaften, wie sie z. B. das Studium verschiedener Hymenopteren erschließt, usw. Noch mehr aber tritt die Bechränkung bei den übrigen Tierstämmen zutage, deren Zusammenfassung als „niedere Tiere“ nicht mehr wissenschaftlich berechtigt ist. So fern auch viele dieser Tierklassen der unmittelbaren Anschauung des Laien liegen, so bieten sich doch auch hier — ganz abgesehen von dem Sammlerinteresse, das sich seit alter Zeit z. B. den Mollusken zuwendet — doch auch so wichtige allgemeine Probleme — Saisonpolymorphismus niederer Krebse, Plankton, Heterogonie, Generationswechsel, die verschiedenen Formen des Parasitismus, Einfluß der parasitischen oder der festsitzenden Lebensweise auf die Organisation, Regeneration, Stellung der Protozoen im Gesamthaushalt der Natur, endlich die Bedeutung der zahlreichen Krankheitserreger —, daß die Zusammendrängung all dieser Dinge auf den vierten Teil des Raumes, der z. B. den Vögeln zugebilligt ist, bedauerlich erscheint.

Diesen Ausstellungen gegenüber muß andererseits hervorgehoben werden, daß die Bearbeiter und die Verlagsanstalt in anerkennenswerter Weise bemüht gewesen sind, dem Buch eine vornehme Ausstattung zu geben und die reichhaltige Illustrierung den Anforderungen unserer Zeit entsprechend zu gestalten. Eine große Anzahl der — zumeist farbigen — Tafeln ist neu gezeichnet und unter Benutzung der Fortschritte des Farbendruckverfahrens mit Sorgfalt hergestellt; zahlreiche photographische Aufnahmen, auf besonderen Tafeln vereinigt, treten ergänzend hinzu. Daß bei der sehr großen Zahl dieser Abbildungen nicht alle den Anforderungen des Fachmanns in jeder Beziehung genügen, in einzelnen Fällen z. B. Vögel aus zoologischen Gärten mit einseitig gestutztem Flügel abgebildet wurden, die nicht ganz das natürliche Bild geben, sei hier nicht allzusehr betont.

Wenden wir uns nun kurz zur Besprechung der einzelnen Bände, so sehen wir die Bearbeitung der Vögel bisher am weitesten vorgeschritten. Von den vier in Aussicht genommenen Bänden liegen drei fertig vor, von größeren Ordnungen fehlen nur noch die Singvögel. Das der dritten Auflage zugrunde gelegte Fürbringersche System ist hier nach den Vorschlägen von *Gadow* abgeändert. Trotzdem diese Einteilung sich wesentlich auf anatomische, dem Laien ferner liegende Befunde stützt, ist es durchaus zu billigen, daß auch in volkstümlichen Werken die neuen Fortschritte der Systematik Berücksichtigung finden; es ist geradezu falsch, in solchen Büchern mit Rücksicht auf die leichtere Übersichtlichkeit immer wieder veraltete Gruppierungen vorzuführen. Andererseits aber erwächst dem Verfasser daraus die Aufgabe, dem Leser diese neue Systematik auch nach Möglichkeit verständlich zu machen, indem er ihm einen Einblick in die leitenden Gesichtspunkte gewährt, die diese beherrschen. Das ist nun hier bei der Vogelsystematik nicht in der erforderlichen Weise geschehen. Warum die Kraniche von den Reihern und Störchen, mit denen sie äußerlich eine oberflächliche Ähnlichkeit haben, systematisch so weit getrennt sind, warum Eulen und Raubvögel, die von der älteren Systematik nahe vereinigt wurden, jetzt ganz verschiedenen Ordnungen angehören, welche Merkmale es bedingen, daß äußerlich so verschiedene Vögel wie Kormorane und Störche einerseits, Eisevögel, Eulen, Nachtschwalben und Segler andererseits in dieselbe Ordnung gestellt werden, das bedarf der näheren Erläuterung, wenn der Leser wirklich Verständnis für diese Fragen gewinnen soll. Daß diese Aufgabe durchaus nicht unlösbar ist, beweisen die entsprechenden Abschnitte des Säugetierbandes. Hier ist

den systematischen Fragen eine recht klare und verständliche Behandlung zuteil geworden; nicht nur sind in den einleitenden Abschnitten die Gründe, die die systematische Zoologie geleitet haben, erörtert, sondern durch überleitende Betrachtungen, die zwischen die Hauptordnungen eingefügt sind, wird dem Leser das Verständnis für die in verschiedenen Richtungen erfolgenden Differenzierungen besonders deutlich vermittelt.

Auch in anderer Beziehung steht die Bearbeitung der Vögel hinter der der anderen Klassen, soweit sie bisher vorliegen, zurück. Dies mag größtenteils seine Erklärung darin finden, daß sich der Fertigstellung dieser Abteilung besondere Schwierigkeiten in den Weg stellten. Der ursprüngliche Bearbeiter, *W. Marshall*, verstarb vor Vollendung der Arbeit, die nachträglich von *F. Hempelmann* teilweise umgearbeitet, gekürzt und durch einige eingefügte Abschnitte ergänzt, von *O. zur Strassen* mit Rücksicht auf psychologische Fragen, von *E. Rey* mit Rücksicht auf Synonymik, Nomenklatur, Eier- und Nesterkunde nochmals durchgearbeitet wurde. Da auch der letztgenannte Bearbeiter vor Vollendung des Werkes starb, so mögen manche Ungleichmäßigkeiten und Unstimmigkeiten im Text wohl durch diese Verhältnisse bedingt sein. Ohne auf zuviel Einzelheiten hier einzugehen, sei beispielsweise erwähnt, daß die Angaben über die Geschwindigkeit des Vogelfluges die neueren Ermittlungen nicht berücksichtigen, daß bei der Besprechung der Sinnestätigkeit gleichfalls wichtige Arbeiten, beispielsweise die Versuche von *Heß* über die Farbenempfindlichkeit, nicht beachtet sind. Im einzelnen ist bei der Besprechung der verschiedenen Familien usw. noch manches nicht einwandfrei; einzelne unrichtige Angaben — so z. B. daß die Tauben elf Halsschwingen besitzen — sind wohl nur versehentlich stehen geblieben.

Dagegen macht der von *L. Heck* bearbeitete Säugetierband den Eindruck großer Gründlichkeit. Schon das einleitende Kapitel, in dem — unter Benutzung des Säugetierwerkes von *M. Weber* — die Organisation der Säuger unter entsprechender Berücksichtigung der Entwicklung an der Hand vortrefflicher Abbildungen erörtert wird, führt den Leser in eine Reihe wichtiger Fragen und Probleme ein. Der Band enthält, außer diesem allgemeinen Kapitel, noch die Darstellung der Monotremen, der Beuteltiere, Insektenfresser, Fledermäuse und der aus der veralteten Gruppe der „Zahnarmen“ durch Aufteilung gebildeten Ordnungen der Schuppentiere, Erdferkel und Xenarthren. Bei der Schilderung des Tierlebens kann der Bearbeiter sich auf seine ausgedehnte Erfahrung als langjähriger Leiter des zurzeit wohl bedeutendsten zoologischen Gartens stützen. Neben den morphologischen und systematischen Fragen — auf deren wissenschaftliche Bedeutung *Heck* am Ende des einleitenden Kapitels nachdrücklich hinweist — haben auch phylogenetische Gesichtspunkte gebührende Berücksichtigung gefunden. Bei der sonst so sorgfältigen Durcharbeitung des Inhalts fällt es auf, daß das bisher von Europäern noch nicht gesehene neuseeländische *Waitoreki* auf Seite 43 als „sagenhaftes“ Tier bezeichnet wird, dessen Existenz nur durch „ganz vage Erzählungen“ der Eingeborenen bekundet sei, während es auf Seite 83 unter Bezugnahme auf *Haasts* Bericht über die von ihm beobachteten Fußspuren unter dem Namen *Waitoreki* als „einziges ureingesessenes Landsäugetier Neuseelands“ seinen Platz findet.

Die Bearbeitung der Amphibien und Reptilien hat *F. Werner* übernommen. Entsprechend der Bedeutung dieser Wirbeltierklassen und dem wachsenden Interesse, dessen sie sich auch in der Laienwelt als Terrarienbewohner erfreuen, sind ihnen diesmal zwei Bände ge-

widmet, deren erster außer den Amphibien noch die Rhynchocephalen, Schildkröten und Krokodile behandelt. Ist diese Verteilung der Reptilien auf zwei Bände durch die Rücksicht auf einigermaßen gleiche Bandstärke wohl zu erklären, so wäre es doch wünschenswert gewesen, diesem ersten Bande auch ein Register beizugeben, wie dies in den übrigen Bänden durchweg geschehen ist. Dem größeren Raum entsprechend, ist die Zahl der erwähnten und besprochenen Arten sehr erheblich erweitert worden; absolute Vollständigkeit wurde, als für den Zweck des Buches nicht notwendig, nicht angestrebt, doch hat der Bearbeiter die im deutschen Tierhandel vorkommenden und in zoologischen Gärten vorhandenen Arten, soweit möglich, alle berücksichtigt. Unter den sehr zahlreichen Abbildungen sind viele, die charakteristische Züge der Lebensweise, namentlich die bei den Amphibien so mannigfaltig variierende Brutpflege, dem Leser vor Augen führen. Bei Besprechung der Fortpflanzung haben auch die neueren Versuche, durch experimentelle Eingriffe die Brutpflege und Eiablage zu beeinflussen, wie sie namentlich von *Kammerer* ausgeführt wurden, entsprechende Berücksichtigung gefunden. Die starke Vermehrung des zu bewältigenden Stoffes machte natürlich Kürzungen des alten Brehmschen Textes nötig, die namentlich längere Zitate aus älteren Schriftstellern betreffen.

Über den Reptilienteil wird sich ein vollständig begründetes Urteil erst nach dessen Fertigstellung gewinnen lassen. Gerade diese Wirbeltierklasse, von der nur noch relativ wenige Träger sich bis in unsere Zeit erhalten haben, macht eine eingehende Berücksichtigung der paläontologischen Befunde nötig, wenn dem Leser ein klares Bild gewährt werden soll. Das einleitende Kapitel bringt hierüber natürlich noch nicht viel. Ähnliche überleitende Abschnitte, wie wir sie im Säugetierbande finden, hätten auch hier die einzelnen Gruppen in etwas lebendigere Verbindung gebracht. Im einleitenden Abschnitt wäre bei Besprechung der Sinnesorgane ein Eingehen auf die verschiedenen Arten der Akkommodation, wie sie durch *Beer*, *Heß* u. a. studiert wurden, sowie auf die Versuche des letztgenannten Autors über die Empfindlichkeit für farbiges Licht erwünscht gewesen; die Frage der Hörfähigkeit der Eidechsen ist hier etwas apodiktisch behandelt, doch findet dieselbe vielleicht in dem — noch nicht vorliegenden — speziell dieser Ordnung gewidmeten Kapitel eingehendere Behandlung. Im Rahmen dieser allgemeinen Besprechung ist ein Eingehen auf Einzelheiten nicht möglich, nur eins sei hier ausgesprochen: Wenn *Werner* den Rat *Brehms*, Schlangen, die man nicht genauer kennt, zu töten, nicht unterschreibt und selbst den Kreuzottern einen bedingten Schutz gewährt wissen möchte, so ist das wohl berechtigt, nur hätte hier auch der Rat, „die getöteten Tiere stets mitzunehmen“, nicht ohne Widerspruch bleiben sollen. Bekanntlich kann auch nach dem tödlich wirkenden Schlage die Kreuzotter noch beißen, und unvorsichtige Berührung des scheinbar toten Tieres kann schlimme Folgen haben. Referent weiß sehr wohl, daß in der ausführlichen Besprechung der Kreuzotter von *Brehm* selbst die entsprechende Warnung nachdrücklich ausgesprochen wurde, und es ist zweifellos, daß sie auch in dieser Auflage an der entsprechenden Stelle nicht fehlen wird. Da aber diese Stelle sich in einem anderen Bande befindet, so kann der hier gegebene Rat bei Unkundigen Schaden stiften.

Wie schon eingangs erwähnt, tritt ein besonders starker Gegensatz zwischen dieser und den älteren Auflagen in der Auffassung der psychischen Leistungen der Tiere hervor. In der Einleitung des ersten Vogelbandes widmet *zur Strassen*, im ersten Säugetierbande *Heck* dieser Frage mehrere Seiten. Beide kommen zu einer

Ablehnung einer Überschätzung der tierischen Fähigkeiten, einer „unberechtigten Vermenschlichung“. In einer Zeit, in der wieder und wieder in kritikloser Weise von sprechenden Hunden und rechnenden Pferden berichtet wird, ist diese kritisch-skeptische Haltung zu verstehen. Heck weist in seinen Ausführungen auf die einschlägigen Darstellungen von *Wundt* und *Pfungst* und auf die wichtigen hirnanatomischen Befunde *Edingers* hin. Daß gerade in einem für weitere Kreise bestimmten Buch eine sorgfältige Kritik am Platze ist, dürfte nicht zu bestreiten sein. Ob und inwieweit man die tierischen Handlungen als intelligent bezeichnen will, hängt im wesentlichen von der Definition ab, die man diesem Begriff gibt. Die Frage, ob zwischen tierischer und menschlicher Psyche ein wesentlicher, qualitativer, oder nur ein in verschiedener Entwicklungshöhe begründeter Unterschied vorliegt, ist — vielleicht absichtlich — von keinem der beiden Autoren berührt worden, wenn man auch aus *Hecks* Ausführungen eine Entscheidung im ersteren Sinne herauslesen könnte. Bei aller Anerkennung der Notwendigkeit, sich von Überschätzungen fernzuhalten, wird man sich doch auch der Unmöglichkeit immer bewußt bleiben müssen, über das Vorhandensein oder Fehlen eines abstrakten Schlußvermögens etwas Sicheres aussagen zu können. Referent glaubt, daß der Ausspruch *Lloyd Morgans*, es liege in dem von ihm beobachteten Verhalten junger Vögel „etwas von der eigentlichen Essenz dessen, was wir als Intelligenz zu bezeichnen pflegen“, auch angesichts aller kritischen Untersuchungen unserer Zeit seine Berechtigung hat.

R. v. Hanstein, Gr.-Lichterfelde.

von Hanstein, R., *Biologie der Tiere*. Leipzig, Quelle & Meyer. 1913. 404 S., 216 Textfig., 4 farb. u. 10 schwarze Taf. Preis M. 8.—, geb. M. 9.—.

Das Buch des bekannten Biologen wendet sich an den gebildeten Laien, dem es „ein Bild von den verschiedenen Zügen des Tierlebens entwerfen und vor allem dabei hervortreten lassen will, wie die Lebensweise eines Tieres im engsten Zusammenhang und in steter Wechselbeziehung zu seinem Bau steht“. Demgemäß gliedert sich der Stoff in zwei große Abschnitte, deren erster das Tier als Einzelwesen, der zweite das Tier im Verhältnis zur Umwelt behandelt. Als Einführung geht ein Kapitel über Tier und Pflanze voran, in dem die allgemeinen Kriterien des Lebens, seiner Abgrenzung gegen das Reich des Anorganischen und seine Differenzierung in die Formenkreise der Tiere und Pflanzen kurz entwickelt werden. Der erste Teil, der räumlich fast genau die Hälfte des Buches bildet, umfaßt die funktionelle Morphologie. Er gliedert sich wieder in sieben Kapitel: Bewegung, Schutz- und Stützorgane, Ernährung und Stoffwechsel, Reizbarkeit, Fortpflanzung, Entwicklung und Regeneration, Farben und Leuchtorgane. Es werden jeweils die Typen der betreffenden Funktion in geschickter Auswahl gegeben und auf instruktiven Abbildungen zusammengestellt. Die Figuren konnten natürlich nur zum kleinen Teil Originale sein, sind aber durch Umzeichnen der Vorlagen von einer Hand technisch gleichartig gestaltet. Natürlich war bei dem beschränkten Raum eine Vollständigkeit ausgeschlossen, um eine trockene Aufzählung zu vermeiden, die so schon an einigen Stellen bei der notwendigen Kürze der biologischen Erklärungen sich leise fühlbar macht. Die Auswahl ist jedoch mit großer Umsicht und Verständnis getroffen und läßt keine wesentlichen Lücken. Verhältnismäßig am schlechtesten ist der Ernährungsapparat weggekommen. Die gesamten vegetativen Organe sind auf 37 Seiten zusammengedrängt. Hier fiel mir z. B. auf, daß die interessanten Filter- und Reusenapparate, die bei der Ernährung niederer Tiere eine so große Rolle spielen,

fast gar nicht erwähnt sind. Auch ist hier der funktionelle Gesichtspunkt nicht immer gewahrt, z. B. dürfte es dem Leser nicht möglich sein, sich nach der Schilderung der Ernährungsorgane der Insekten ein Bild von ihrer Nahrungsaufnahme zu machen (S. 78). In allen diesen Kapiteln steht für den Verfasser der vergleichende Gesichtspunkt durchaus im Vordergrund gegenüber dem allgemeinen. Wir erfahren, auf wie verschiedene Arten eine bestimmte Funktion ausgeführt werden kann, dagegen nicht immer, was in letzter Linie für sie grundlegend und charakteristisch ist. So wird z. B. auf S. 27 der Gedanke, daß alle Bewegung auf Quellung und Plasmaverschiebung beruhe, angeschnitten, aber sofort bei der Besprechung der Bewegungstypen wieder fallen gelassen. Ebenso erfahren wir bei der Ernährung nur ganz wenig über die Vorgänge, welche sich an den aufgenommenen Stoffen abspielen; der Kernpunkt, die eigentliche „Assimilation“, bleibt unerwähnt, obwohl sich darüber schon jetzt vieles allgemein Anerkannte und auch den Laien Interessierende sagen ließe. Es fehlt dementsprechend auch ein Passus über das Wachstum und seine Grenzen, den Tod usw. Auch beim Kapitel Fortpflanzung wird die eigentliche Grundursache der Entwicklung nur gestreift und demgemäß Punkte wie die künstliche Entwicklungserregung nur beiläufig erwähnt. Natürlich ist darin nicht eine Unterlassungssünde, sondern eine bewußte, durch die Rücksicht auf den Umfang des Buches veranlaßte Beschränkung zu sehen, trotzdem empfinde ich ihr Fehlen gerade in solch hervorragendem Buche schmerzlich. Daß das Problem der Vererbung, besonders die Chromosomenlehre, ausgeschaltet wurde, erscheint dagegen bei der Sonderstellung und dem Umfang dieses Gebietes durchaus berechtigt.

Zeigt sich schon im ersten Teile der Verfasser als völliger Beherrscher des ausgedehnten Stoffes — speziell das Kapitel über Farben und Leuchtorgane ist ausgezeichnet geschrieben — so fühlt er sich in der zweiten Hälfte offenbar besonders in seinem Elemente. Dieser vorwiegend ökologische Teil umfaßt sechs Kapitel: Wohnstätten und Lebensbezirke, Beziehungen der Tiere zur Pflanzenwelt, zu Tieren gleicher Art, zu solchen verschiedener Art, Bedingungen der Tierverbreitung, Tierpsychologie. Mit vollendeter Meisterschaft, wie sie nur eine lebenslange Beschäftigung mit der Materie verleiht, sind hier die großen Richtlinien gezogen und aus der ungeheuren Fülle des Stoffes die charakteristischen Erscheinungen herausgegriffen, in fein durchdachter künstlerischer Anordnung durch die Reihe der Kapitel sich ergänzend und erläuternd. Auch für den, dem inhaltlich darin nicht allzuviel Neues geboten wird, ist die Lektüre ein großer Genuß. Nicht selten ergibt sich für den Verfasser die Notwendigkeit, zu schwebenden Streitfragen Stellung zu nehmen. Er tut dies stets mit vornehmer Sachlichkeit und denkbar größter Objektivität, ohne dabei doch seinen eigenen Standpunkt zu verleugnen. In dieser Hinsicht ist besonders das letzte Kapitel geradezu mustergültig, die verschiedenen Richtungen der modernen Tierpsychologie dürften sich kaum klarer und knapper in allgemeinverständlicher Form darlegen lassen. Der philosophische Standpunkt des Verfassers selbst ist offenbar der des Positivismus, der für den zum naturwissenschaftlichen Denken Veranlagten und Erzogenen der adäquateste zu sein scheint.

Im ganzen betrachtet, stellt die Hansteinsche Tierbiologie ein klar durchdachtes, vortrefflich geschriebenes und in sich geschlossenes Werk dar, das zur Einführung in diesen Stoff außerordentlich geeignet ist und weiteste Verbreitung verdient. — Die Ausstattung des Buches, speziell die Ausführung der Reproduktionen, ist durchweg vorzüglich.

O. Steche, Leipzig.

Maas, O., und O. Renner, Einführung in die Biologie.
München und Berlin, R. Oldenbourg. 1912. 394 S.
Preis M. 8,—.

Das Buch soll ein Lehrbuch für den modernen, erweiterten biologischen Unterricht an den Mittelschulen darstellen. Der Stoff ist in 22 Kapitel gegliedert, von denen 1—10 vom Botaniker Renner, 11—22 vom Zoologen Maas geschrieben sind. Da unter den zoologischen sich zwei allgemeine, auch die Pflanzen einbeziehende Kapitel (11, Zelle, 22, Befruchtung und Vererbung) befinden, so ist eine gleichmäßige Berücksichtigung beider Forschungsgebiete erreicht, gegenüber den meisten derartigen Büchern ein sehr schätzenswerter Vorzug. Der Stoff ist auch in den morphologischen Kapiteln vorwiegend von biologischen, funktionellen Gesichtspunkten betrachtet. In beiden Stoffgruppen beginnt das Werk mit einer morphologischen Übersicht (1—4, 11—15), darauf folgt Ernährung (5, 6, 16), Bewegung (9, 17) und Sinnesfunktionen (17—19). Bei den Pflanzen gesellt sich dazu eine eingehende Berücksichtigung der Ökologie (7, 8, 10), bei den Tieren je ein Abschnitt über Entwicklung (20) und Regeneration (21). Die Darstellung ist meist klar und flüssig, die Verf. haben didaktische Gesichtspunkte berücksichtigt und sich der jugendlichen Auffassungsfähigkeit anzupassen versucht, im ganzen scheint mir das Buch jedoch quantitativ wie qualitativ zu hohe Anforderungen für einen derartigen Schülerkreis zu stellen, um dem Unterricht zugrunde gelegt zu werden. Die Lehrer dagegen werden es mit großem Nutzen verwenden. Die Abbildungen (77 botanische, 120 zoologische Textfiguren) enthalten viele Originale und sind im botanischen Teile meist klar und instruktiv, die zoologischen Originale sind dagegen z. T. recht verworren, und der Versuch, plastische Wirkungen zu erzielen, oft verunglückt (91, 97, 101, 109, 111, 115, 120, 124, 126, 140, 147, 168, 169). Besonders bei den schematischen Abbildungen fällt dies störend auf.

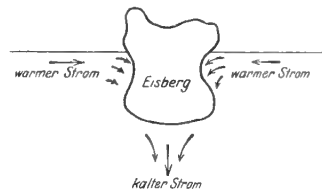
O. Steche, Leipzig.

Kleine Mitteilungen.

Die lange Zeit hindurch allgemein als richtig angesehene Kant-Laplacesche Theorie von der Entstehung unseres Weltsystems ist in neuerer Zeit als unzureichend erkannt. Besonders die Entdeckung der rückläufigen Bewegung bei den zuletzt aufgefundenen Monden des Jupiters und des Saturns hat diese Theorie entkräftet. Birkeland hat nun in einer Abhandlung über den **Ursprung der Planeten und ihrer Monde** die Bildung des Weltsystems auf elektromagnetische Kräfte von einer der Gravitation gleichen Größenordnung zurückgeführt. Hiernach besitzen Sterne von der Größe unserer Sonne dem Universum gegenüber eine negative Spannung von 600 Millionen Volt. Durch Versuchsanalogien ergibt sich, daß rings um einen solchen Stern sich ein Magnetfeld bildet, dessen Achse in der Richtung seiner Drehungsachse liegt und daß in seiner Äquatorebene eine kontinuierliche Abschleuderung materieller elektrisch geladener Teilchen stattfindet. Auf Grund mathematischer Untersuchungen läßt sich nachweisen, daß diese Teilchen entweder auf den Zentralkörper zurückfallen oder sein System ganz verlassen, oder sich gruppenweise gewissen Grenzkreisen allmählich nähern. Birkeland gibt die mathematische Bedingung an dafür, daß ein Teilchen von bestimmter Anfangsgeschwindigkeit und Anfangsrichtung sich einem Grenzkreise nähert, dessen Durchmesser n -mal so groß ist als der des Zentralkörpers. Dabei ist der Grenzkreis um so größer, je kleiner die Masse im Verhältnis zur elektrischen Ladung ist. In der Nähe der Grenzkreise können sich die

Teilchen für alle Zeit andauernd bewegen. Doch müssen sie nach Verlust ihrer elektrischen Ladung sich zusammenballen und so die Planeten bilden. Ferner müssen die Teilchen mit negativer Ladung sich in rückläufiger Bewegung größeren Grenzkreisen nähern als positive Teilchen. Hierdurch wird das Auftreten der Monde mit rückläufiger Bewegung erklärt, was ein Vorzug der Birkelandschen Theorie vor anderen ist. Zur Bestätigung dieser Theorie ist aber noch der Nachweis erforderlich, daß unter den angenommenen Bedingungen auch die Abschleuderung positiver Teilchen möglich ist, und diesen Nachweis hat Birkeland experimentell geliefert, indem er im Vakuum eine Kathode aus Palladium zu hoher Temperatur erhitzte und bei den von dieser ausgeschleuderten Teilchen eine positive Ladung feststellte, während bei anderen eine negative Ladung vorhanden war. Die Vorgänge bei diesen Versuchen erinnern an radioaktive Prozesse, und so könnte die ungeheure Lebensdauer der Sterne nach Birkeland erklärt werden, wenn durch Zerstäubung einer Kathode in gleicher Weise Wärme andauernd erzeugt würde wie durch den Zerfall des Radiums. Bedenken gegen Birkelands Theorie könnte man noch darin finden, daß nach ihr der größte Teil der materiellen Massen sich nicht in den Sternsystemen befinden, sondern im leeren Raum zwischen ihnen, den wir uns mit fliegenden elektrischen Teilchen, Atomen und Molekülen der verschiedenen chemischen Elemente angefüllt denken müssen. Denken wir uns nun die Masse des Sonnensystems gleichmäßig verteilt, etwa als Eisenatome in einer bis zum nächsten Sterne (α Centauri) reichenden Kugel, so würde auf je 8 cm des Raumes 1 Atom entfallen. Es liegt aber keine bekannte Tatsache vor, welche uns hindern könnte, eine 100mal so große Masse von fliegenden Atomen im weiten Weltraum anzunehmen. (C. R. 155, 892, 1912.) Mk.

Auf einer Fahrt durch die Belle-Isle-Straße zwischen Neu-Fundland und dem amerikanischen Festland, beobachtete H. T. Barnes, daß das **Meerwasser** bei Annäherung an einen **Eisberg** eine **Temperaturerhöhung** zeigt, die bei Entfernung von ihm wieder verschwindet. Beim Durchkreuzen der Meeresstraße bewirkte die erste Annäherung an einen Eisberg ein Ansteigen der Temperatur des Meerwassers von $3\frac{1}{2}^{\circ}$ auf $5\frac{1}{2}^{\circ}$, worauf die Temperatur auf $2\frac{1}{2}^{\circ}$ fiel. Eine



zweite Begegnung mit Eisbergen ließ die Temperatur auf $4\frac{1}{4}^{\circ}$ steigen und sodann auf $2\frac{1}{2}^{\circ}$ fallen und eine dritte Begegnung bewirkte einen Anstieg auf $3\frac{3}{4}^{\circ}$ und darauffolgenden Fall auf $2\frac{1}{4}^{\circ}$. Die Erklärung für diese Erscheinung gibt Barnes durch nebenstehende Figur. Unter dem Eisberg senkt sich ein Strom kalten Wassers dem Meeresboden zu. Hierdurch wird an der Oberfläche Wasser in der Richtung auf den Eisberg zu angesaugt und durch diese Strömung wird die vertikale Zirkulation verhindert, welche sonst eine Abkühlung der durch die Sonne oder durch die Luft erwärmten oberflächennähe bewirkt.

Mk.

Die Unregelmäßigkeiten, welche sich in den physikalischen Eigenschaften des Wassers zeigen, wie das Dichtemaximum und die Minima der Zusammendrückbarkeit und der Zähigkeit, kann man durch Annahme zweier Arten von Molekülen erklären, welche beide die

Formel $(H_2O)_n$ mit verschiedenen Werten von n haben. *J. Duclaux* und *E. Wollmann* haben die Beziehungen zwischen der **Farbe des Wassers und seiner Zusammensetzung** untersucht. Zu diesem Zweck haben sie durch Temperaturerhöhung und Auflösung eines Salzes im Wasser eine Zerlegung der vielfachen Moleküle herbeigeführt. Diese Entpolymerisierung war stets von einer Farbenänderung begleitet, die von einem reinen Blau (dem des Kupfervitriols) zu einem schwachen Grün (dem des Eisenvitriols) führte. Hiernach scheinen die vielfachen Moleküle des Wassers *blau* und die einfachen *grün* oder *gelb* zu sein. (*J. de chim. phys.* 10, 416, 1912.) *Mk.*

Einheitliche Fachausdrücke im Flugwesen. Der im Jahre 1907 von dem Deutschen Luftschiffertag eingesetzte Sprachausschuß hat von der ihm übertragenen Aufgabe, für die zahlreichen neuen Begriffe der Luftfahrt treffende Ausdrücke vorzuschlagen, neuerdings einen Teil zum Abschluß gebracht, nämlich die Aufstellung von Fachausdrücken im *Flugwesen*. Es handelte sich dabei nicht allein um die Beseitigung unnötiger Fremdwörter, sondern vielmehr um die Festlegung einer verständigen aeronautischen Terminologie überhaupt. Es mußten neue Ausdrücke geschaffen werden, teils unter besonderer Anwendung schon vorhandener Wörter, teils auch unter Prägung neuer Ausdrücke. Zu diesem Zweck war jedesmal zunächst eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Begriffe gegeneinander erforderlich, und gerade hierin lag die Hauptschwierigkeit der Aufgabe. Dem namentlich von Fachschriftstellern geäußerten Wunsche nach Abwechslung wurde durch häufige Aufstellung mehrerer Bezeichnungen für ein und denselben Begriff Rechnung getragen. Die „Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift“ veröffentlicht eine ausführliche Zusammenstellung der neuen Ausdrücke, die dem Deutschen Luftfahrttag bei seiner Tagung in Stuttgart zur Genehmigung vorgelegt wurden. Es seien hier einige der wichtigsten Ausdrücke wiedergegeben. Es heißt also in Zukunft *Flugzeugführer* oder *Flugführer*, aber nicht mehr *Pilot*, ferner *Flugmeister* und nicht *Chefpilot*, und selbstverständlich nicht *Aviatiker*, sondern *Flieger*. Die Passagiere erhalten den Namen *Fluggäste* oder *Mitflieger*; der Flugkörper besteht aus dem *Rumpf* oder *Fahrgestell* (nicht *Chassis*!), ferner aus dem *Tragdeck* und der *Steuerung*. Er ist mit *Flugzeugstoff* bespannt (nicht mit *Aeroplanstoff*!) und hat einen *Triebwerk* (nicht *Propeller*!). Der *Flieger* wird in Zukunft einen *Gastflug* unternehmen (nicht *Passagierflug*!), und er kann dabei eine *Welthöchstleistung* aufstellen, aber keinen *Weltrekord* mehr. *S.*

Neuartige Bleiakkumulatoren. Die Wirksamkeit und Lebensdauer der Bleiakkumulatoren hängt bekanntlich in hohem Maße von der Beschaffenheit und der Porosität der verwendeten Bleiplatten ab; je größer deren nutzbare Oberfläche ist, desto mehr Elektrizität kann man in ihnen aufspeichern. Den mehrjährigen Versuchen des dänischen Physikers Professors *Hannover* in Kopenhagen ist es nun, wie er in einer der letzten Sitzungen der Dänischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft mitteilte, gelungen, Metallplatten von einer bisher noch nicht erreichten Porosität herzustellen. Er beobachtete, daß bei der Abkühlung einer aus 96 Teilen Blei und 4 Teilen Antimon bestehenden geschmolzenen Legierung zuerst kleine wachsende Bleikristalle erstarrten, während der Inhalt der zwischen ihnen liegenden Kanäle erst bei 226° fest wird. Umgekehrt schmilzt bei der Wiedererhitzung der Legierung zunächst der Inhalt dieser Kanäle. Wenn man nun die

Metallplatte bei dieser Temperatur in einem erwärmten Ofen zentrifugiert, gelingt es, den Inhalt der Kanäle *herauszuschleudern*, so daß eine poröse Bleiplatte zurückbleibt. Anfangs bildeten sich in der Platte infolge des Druckes Risse, dies läßt sich jedoch verhindern, indem man die Platte in eine Eisentasche einschließt, deren eine Seitenwand aus Messingdrahtnetz besteht, durch die das flüssige Metall heraustreten kann. Innerhalb von sechs Minuten gelang es, mehrere solcher poröser Platten auf einmal zu erzeugen; jede Platte besaß *Millionen feinsten*, nur mit dem Mikroskop wahrnehmbarer *Poren*. Die Oberfläche des Bleis wird bei dieser Behandlung fünfzigmal größer, als sie im ursprünglichen Zustand war, während man bisher durch Ausbohren von Löchern die Oberfläche nur um das Achtfache vergrößern konnte. Versuche der dänischen Staatsbahnverwaltung haben, wie die „Chemiker-Zeitung“ berichtet, ergeben, daß die Kapazität eines Akkumulators bei der Anwendung dieser Platten um das Vier- bis Fünffache steigt. Auch Zink, Silber sowie andere Metalle lassen sich nach diesem Verfahren in eine höchst poröse Form überführen, und man kann diese Platten zum Filtrieren sowie zu vielen anderen technischen Zwecken verwenden. *S.*

Eine Briefmarken-Aufklebemaschine. Während bei uns das Aufkleben der Briefmarken auch in großen Geschäften noch in der altgewohnten Weise mit der Hand vorgenommen wird und jede Marke einzeln abgerissen und aufgeklebt wird, benutzt man in England und in Amerika schon seit einiger Zeit sehr praktische Maschinen, die das ganze Geschäft des Markenaufklebens selbsttätig verrichten, wodurch viel Zeit erspart wird. Eine solche Maschine, die sich in England gut bewährt hat, wird in der „Werkstattstechnik“ näher beschrieben.

Der Apparat hat ungefähr die Größe einer Schreibmaschine und ist so einfach gebaut, daß er ohne jede Störung arbeitet. Man legt den Brief, der mit einer Marke beklebt werden soll, auf einen kleinen an der Maschine angebrachten Block, und zwar an eine durch eine Leiste genau bestimmte Stelle, und drückt einen Hebel nieder. Hierbei wird die eine Ecke des Briefumschlages angefeuchtet, die Marke aufgelegt und festgedrückt. Gleichzeitig wird die abgerissene Marke von einer kleinen Registriervorrichtung registriert, so daß Unterschleife durch das die Maschine bedienende Personal kaum vorkommen können. Es wird stets ein ganzer Bogen Briefmarken auf einer Rolle in der Maschine aufgewickelt, alles andere besorgt die Maschine von selbst. Bei jedem Hebeldruck wird die Walze um eine Markenbreite vorwärts bewegt, und gleichzeitig werden zwei Messer niedergedrückt, die die Marke abschneiden. Der Apparat unterscheidet sich von älteren ähnlichen Maschinen namentlich dadurch, daß jede entnommene Marke registriert werden kann, und daß ferner die Marken in ganzen Bogen eingelegt werden können, wodurch die zeitraubende Arbeit des Abreißen einzelner Streifen vermieden wird. *S.*

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Sedimentpetrographie im Dienste der Paläogeographie“ von *Andrée* (Heft 8) muß es S. 190 links heißen *Z. 31 v. u. Zusammenvorkommen* anstatt *Zustandekommen* und *Z. 20 v. u. angesehen* anstatt *abgesehen*.

In der Besprechung des Buches *v. Linden*, Die Assimilationstätigkeit der Schmetterlingspuppen (Heft 9) muß es S. 221 *Z. 36 v. o.* und S. 222 *Z. 24 v. u.* heißen *Kohlendioxyd* anstatt *Kohlenoxyd*.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 12.

21. März 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünf- und zwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 3. Elektrizität. Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Jaeger, Charlottenburg.* S. 273.

Über Stereo-Photogrammetrie. Von *Dr. C. Pulfrich, Jena.* S. 279.

Neue Untersuchungen über alte Ernährungsprobleme. Von *Privatdozent Dr. L. Lichtwitz, Göttingen.* S. 280.

Die Serodiagnostik der Schwangerschaft. Von *Privatdozent Dr. Fritz Heimann, Breslau.* S. 283.

Chemie und Technik extrem hoher Temperaturen. Von *Dr. Hans Goerges, Danzig.* S. 285.

Der Bau alpiner Gebirge. Von *Privatdozent Dr. R. Lachmann, Breslau.* S. 288.

Besprechungen. S. 291.

Astronomische Mitteilungen. S. 293.

Kleine Mitteilungen. S. 293.

WILHELM ENGELMANN

LEIPZIG UND BERLIN

beehrt sich, die am 1. April ds. Js. in

BERLIN

Unter den Linden 76 a, Ecke Neue Wilhelmstr. 8 a

erfolgende Eröffnung einer

Zweigniederlassung

seines über ein Jahrhundert in Leipzig bestehenden Verlagshauses ergebenst anzuzeigen. Diesem Berliner Zweiggeschäft, das die große Zahl der im eigenen Verlage erschienenen Werke und Zeitschriften übersichtlich zur Ausstellung bringen wird, ist eine ausgedehnte

Internationale Sortiments- und Antiquariatsbuchhandlung

angegliedert, die vermöge besonderer Einrichtungen imstande ist, jedwede deutsche und fremdsprachliche Literatur zu günstigen Bedingungen schnellstens zu beschaffen.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG & SOHN · BRAUNSCHWEIG

Soeben erschien:

Dynamische Meteorologie u. Hydrographie

Von Professor Dr. V. Bjerknes
und verschiedenen Mitarbeitern

Autorisierte deutsche Ausgabe der von der Carnegie Institution of Washington herausgegebenen Dynamic Meteorology and Hydrography

Teil II: Kinematik der Atmosphäre und der Hydrosphäre

VII, 172 Seiten gr. 4^o, mit 85. Textabbildungen. — Preis 20 Mark

(Zwei weitere Teile, behandelnd die Dynamik und Thermodynamik, befinden sich in Vorbereitung.)

Die Meteorologie als exakte Wissenschaft

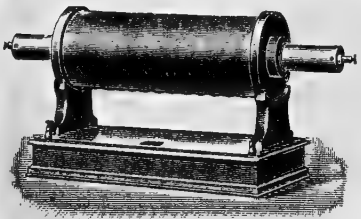
Antrittsvorlesung, gehalten am 8. Januar 1913 an der Universität zu Leipzig

Von Professor Dr. V. Bjerknes

Preis Mark 0.80

Induktoren mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite II, III, IV.

Naturwissenschaftliche Lehrmittel etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — M. Goergen, München: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite III.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit.

3. Elektrizität.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Jaeger,

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Als vor nunmehr 25 Jahren die Physikalisch-Technische Reichsanstalt durch die tatkräftige Initiative des Bahnbrechers auf dem Gebiete der Elektrotechnik, W. von Siemens, ins Leben gerufen wurde, spielte die Elektrizität noch bei weitem nicht die große Rolle im wirtschaftlichen Leben und in der Industrie, welche ihr heute zukommt. Es ist daher nicht ganz leicht, sich in den damaligen Zustand zurückzusetzen, wo viele der Hilfsmittel noch nicht vorhanden waren, welche jetzt in so mannigfacher Weise für die Erzeugung, die Verwertung und die Messung der Elektrizität zu Gebote stehen.

Die ersten großen Erfolge der Elektrotechnik lagen bekanntlich auf dem Gebiete der Telegraphie, mit dem der Name Siemens auf das glänzendste verknüpft ist; die für dieses Gebiet erforderlichen, zum Teil sehr empfindlichen Meßapparate für schwache Ströme hatten bereits eine ziemliche Vollkommenheit erlangt, doch fehlte es noch fast gänzlich an zuverlässigen Einheiten, welche den Messungen zugrunde gelegt werden konnten.

Die Verwendung starker Ströme dagegen hatte noch keine erhebliche Bedeutung gewonnen, obwohl die Dynamomaschine bereits auf ein Alter von etwa 20 Jahren zurückblicken konnte; kurz bevor die Reichsanstalt ins Leben gerufen wurde, ist die erste größere elektrische Zentrale in Deutschland errichtet worden (1884). Die erste von Siemens (1881) eingerichtete elektrische Bahn von Berlin nach Lichterfelde hatte kein langes Bestehen; erst bedeutend später ist man allgemein dazu übergegangen, die Straßenbahnen zu „elektrisieren“, die dadurch als Abnehmer elektrischer Energie bedeutend ins Gewicht fallen. Eine Wechselstromtransformatoranlage entstand 1886 in Rom, doch hat erst die Frankfurter Ausstellung 1891 mit der Lauffener Kraftübertragung die große Bedeutung des Wechsel- bzw. Drehstroms und seine Leistungsfähigkeit in das rechte Licht gerückt. Von dieser Zeit an datiert ein gewaltiger Aufschwung in der Anwendung der Elektrizität auf vielen industriellen Gebieten, der an der Hand der seit 1894 in der Elektrotechnischen Zeitschrift geführten Statistik der Elektrizitätswerke zum Teil verfolgt werden kann.

Die internationale Bedeutung der Elektrizität tritt durch die Elektrikerkongresse von Chicago (1893), St. Louis (1904), London (1910) zutage.

Diese kurzen Angaben mögen genügen, um zu zeigen, wie eng naturgemäß die Entwicklung, welche das Gebiet der Elektrizität in der Reichs-

anstalt genommen hat, mit den Fortschritten der Elektrotechnik selbst zusammenhängt. Interessant ist beispielsweise auch die Tatsache, daß beim Bau der ersten Gebäude für die Reichsanstalt auf die Unterbringung von Akkumulatoren überhaupt keine Rücksicht genommen war; dieses heute so selbstverständliche und unentbehrliche Hilfsmittel in technischen Betrieben, wie in wissenschaftlichen Instituten stand damals gerade im Anfang seiner Ausbildung. Lange Zeit hat sich die Reichsanstalt den für ihren Bedarf erforderlichen elektrischen Strom selbst erzeugen müssen, bis sie durch die Errichtung der städtischen Zentrale in Charlottenburg dieser Mühe überhoben wurde.

Vergegenwärtigt man sich den Entwicklungsgang, welchen die Elektrizität in den fünfundzwanzig Jahren des Bestehens der Reichsanstalt genommen hat, so kann man ermessen, daß die Reichsanstalt keinen leichten Stand hatte, um den immer neuen Anforderungen gerecht zu werden.

Nicht nur wuchs ständig die Zahl der zu prüfenden Apparate und Instrumente usw., sondern auch der Meßumfang derselben erweiterte sich immer mehr. Die Größe der Stromstärke und der Spannung nahm immer mehr zu, und die Hilfsmittel mußten diesem ständigen Wachstum angepaßt werden. Dann galt es auch, die Zuverlässigkeit der zu den Messungen benutzten Apparate und Methoden zu prüfen und neue Methoden auszuarbeiten. Besonders auf dem Gebiete des Wechselstroms wurden dadurch umfangreiche Arbeiten nötig, ehe an laufende Prüfungen eingesandter Instrumente und Materialien gedacht werden konnte.

Da ferner die nie rastende Technik immer neue wichtige Gebiete erschließt, wofür die drahtlose Telegraphie und Telephonie, die Hochfrequenzmaschinen, die selbsttätigen Telephonämter Beispiele aus der jüngsten Zeit sind, so erweitert sich in gleichem Maße auch das Arbeitsgebiet der Elektrizität in der Reichsanstalt.

Die kurze Aufzählung gibt ein ungefähres Bild von der Arbeit, welche die Reichsanstalt auf elektrotechnischem Gebiete zu leisten hatte; auf die Einzelheiten wird später noch näher eingegangen sein; aber die technischen Fragen erforderten häufig auch eingehende wissenschaftliche Untersuchungen experimenteller und theoretischer Natur, auf Grund deren erst die Prüfungen und Eichungen vorgenommen werden konnten.

Ein großer Teil der auf elektrischem Gebiet von der Reichsanstalt ausgeführten Messungen basiert in letzter Linie auf den elektrischen Grundmaßen, welche durch reichsgesetzliche Bestimmungen festgelegt worden sind.

Daher sah sich die Reichsanstalt naturgemäß gleich zu Beginn ihrer Tätigkeit vor die Aufgabe gestellt, diese für ihre Messungen notwendigen Einheiten zu schaffen; auch an dem Gesetz für

elektrische Maßeinheiten selbst, welches i. J. 1898 erlassen worden ist, wie an den später von dem Bundesrat erlassenen Ausführungsbestimmungen zu dem Gesetz hat sie tätigen Anteil genommen.

Zunächst galt es, gemäß den Vereinbarungen der Pariser Kongresse im Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts, die Einheit für den elektrischen Widerstand, das Ohm, durch Herstellung von Quecksilberwiderständen nach dem Vorschlag von *Siemens* zu verwirklichen.

Die *Siemens*-Einheit war damals schon vielfach im Gebrauch und wurde durch die von der Firma *Siemens & Halske* in den Handel gebrachten Widerstandsrollen und -kästen verkörpert; diese Einheit wurde besonders in der Telegraphie benutzt. Die durch die Pariser Kongresse festgesetzte Einheit (das legale Ohm) war gleich 1,06 S.-E. und wurde später auf dem Kongreß von Chicago (1893) durch das sog. „Internationale Ohm“ (gleich 1,063 S.-E.) ersetzt, das noch heute im Gebrauch ist.

Neben der *Siemens*-Einheit wurde damals vielfach die sog. „British Association Unit“ (B. A. U.) benutzt, welche durch Widerstände aus Platin-silber, die sich in London befanden, verkörpert wurde. Doch zeigte sich diese Einheit als recht unzuverlässig, da sie starken zeitlichen Veränderungen ausgesetzt war, so daß viele sonst sehr sorgfältige Arbeiten der damaligen Zeit, welche auf diesem Grundmaße beruhen, leider sehr in ihrem Wert beeinträchtigt sind. Da die Quecksilbereinheit für den allgemeinen Gebrauch zu un bequem ist und bei nicht sachgemäßer Behandlung leicht zu erheblichen Fehlern Anlaß gibt, so machte sich das Fehlen bequemer, zuverlässiger Kopien der Widerstandseinheit in sehr fühlbarer Weise geltend. Auch die in den Handel gebrachten Quecksilberkopien konnten diesem Mangel nicht abhelfen. Das in den Widerstandskästen verwendete Neusilber erwies sich als inkonstant und zeigte ebenso wie das gleichfalls zu diesem Zweck benutzte Patentnickel eine starke Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur, die in vielen Fällen recht störend war und erhebliche Korrekturen erforderlich machte.

Da war es in der Tat ein glückliches Zusammen treffen, daß es *Weston* in Newark gelang, eine Metallegierung aufzufinden, die eine sehr geringe Widerstandsänderung mit der Temperatur aufwies, und die, wie die eingehenden Untersuchungen der Reichsanstalt zeigten, sich in vorzüglicher Weise als Material für Widerstandsetalons eignete; hierdurch hat sich *Weston* ein großes Verdienst erworben. Doch waren erst noch verschiedene Fragen zu lösen, ehe die Widerstandsbüchsen in der jetzt bekannten Form allseitige Anwendung finden konnten. So mußte die beste Zusammensetzung der Legierung ermittelt, eine zuverlässige und für die Verwendung der Büchsen bequeme Form gefunden, sodann z. B. noch die sog. „künstliche Alterung“ der Widerstände eingeführt werden, durch welche die zeitliche Änderung des Widerstandes auf ein Minimum reduziert wird. Die aus Kupfer, Nickel und Mangan (im Ver-

hältnis 8 : 4 : 12) bestehende Legierung wird jetzt unter dem Namen „Manganin“ in Deutschland hergestellt, und die Manganinwiderstände haben die deutsche Widerstandseinheit in die ganze Welt hinausgetragen, bis auch andere Länder allmählich angefangen haben, sich ihre Einheiten selbst herzustellen. Eine auf der Quecksilbereinheit beruhende Widerstandseinheit besitzt zurzeit außer Deutschland nur England.

Die Reichsanstalt kann jetzt auf eine zwanzig-jährige Erfahrung mit Widerständen aus Manganin zurückblicken, das bis heute von keinem anderen Material übertroffen wird. Die Manganinwiderstände haben sich als außerordentlich konstant erwiesen und sind ein unentbehrliches Hilfsmittel in der ganzen elektrischen Meßtechnik geworden. Zur Messung sehr starker Ströme werden sie jetzt bis herab zu einem Hunderttausendstel der Einheit hergestellt, während die obere Grenze etwa 100 000 Ohm beträgt.

An die Quecksilbereinheit sind die zur Prüfung eingesandter Widerstände dienenden Manganinnormale der Reichsanstalt angeschlossen, an diese wieder die Normale der über das Reich verteilten Prüfstellen (siehe den ersten Artikel), so daß die Einheitlichkeit der Messungen im ganzen Reich verbürgt wird. Regelmäßige Vergleichen aller dieser Normale sind natürlich erforderlich, um die einmal erreichte Übereinstimmung dauernd festzuhalten. Aber auch international wird die Einheitlichkeit durch häufigere Vergleichen der Normale der verschiedenen Länder aufrechterhalten, und zwar mit einer Genauigkeit von wenigen Hunderttausendsteln der Einheit.

Zur Ausführung elektrischer Messungen ist aber im allgemeinen außer der Widerstandseinheit noch ein zweites Grundmaß erforderlich. Als solches ist gesetzlich festgelegt die Stromeinheit, das Ampere, welches durch den im Silbervoltmeter erzeugten Silber Niederschlag definiert wird. Diese Einheit ist (in Übereinstimmung mit dem deutschen Gesetz) auf dem Londoner Kongreß (1908) international angenommen worden, während vorher bezüglich der elektrischen Einheiten eine nicht unerhebliche Diskrepanz zwischen den verschiedenen Ländern vorhanden war. Für den praktischen Gebrauch hat sich dagegen an Stelle der Stromeinheit die daraus abgeleitete Spannungseinheit in Form des Normalelements am brauchbarsten erwiesen. Nach langen Bemühungen ist diese Spannungseinheit auf ein ähnlich hohes Maß der Zuverlässigkeit gebracht worden, wie die Widerstandseinheit.

Zur Zeit der Gründung der Reichsanstalt waren Normalelemente noch kaum in Gebrauch; die mitunter benutzten Elemente vom Typus Zink-Kupfer (das *Flemingsche* Element oder auch das sogenannte „Hohe“ *Daniel-Element*) waren vom heutigen Standpunkt aus nur traurige Notbehelfe, da sie durchaus inkonstant waren. Die bereits 1872 von *Clark* angegebenen und Mitte der 80er Jahre von *Lord Rayleigh* näher untersuchten Normalelemente (vom Typus Zink-Quecksilber) haben erst Anfang der 90er Jahre

durch die Untersuchungen der Reichsanstalt, welche auch eine für den Gebrauch und für den Versand geeignete Konstruktion derselben angegeben hat, allgemein Eingang gefunden. Später sind diese Elemente durch das Westonsche Normalelement (Typus Kadmium-Quecksilber), um dessen Untersuchung und Einführung sich die Reichsanstalt gleichfalls verdient gemacht hat, verdrängt worden. Das Westonsche Normalelement, welches sich durch eine sehr geringe Abhängigkeit seiner Spannung von der Temperatur auszeichnet, ist später auf dem Londoner Kongreß (1908) international als Spannungsnormalelement angenommen worden.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf die vielen Vorarbeiten (z. T. physikalisch-chemischer Natur) einzugehen, die nötig waren, bis auch mit dem Normalelement annähernd die gleiche Genauigkeit und Zuverlässigkeit erreicht werden konnte, wie mit den Normalwiderständen. In der letzten Zeit haben auch die auswärtigen Staatsinstitute regen Anteil an diesen Arbeiten genommen, und durch das Zusammenarbeiten der verschiedenen Länder ist nunmehr eine weitgehende internationale Übereinstimmung auf diesem Gebiet erreicht worden, während noch vor kurzer Zeit recht unangenehm sich fühlbar machende Differenzen vorhanden waren. Durch experimentelles Zusammenarbeiten von Vertretern aus den Staatsinstituten von Amerika, Deutschland, England und Frankreich im Frühjahr 1910 in Washington wurde der Wert des Westonschen Elements auf die gesetzliche, durch das Silbervoltmeter repräsentierte Stromeinheit zurückgeführt und dieser Wert darauf allgemein angenommen. Hierdurch und durch den ständigen Verkehr der verschiedenen Staatsinstitute ist jetzt eine für alle Zwecke ausreichende internationale Übereinstimmung der elektrischen Grundmaße hergestellt. Daß hierzu auch eingehende Untersuchungen der Vorgänge im Silbervoltmeter selbst nötig waren, soll nur erwähnt werden.

Das vollständige Fehlen dieser heute ganz unentbehrlichen und fast als selbstverständlich angesehenen Grundmaße für die elektrischen Messungen zur Zeit der Gründung der Reichsanstalt illustriert deutlich den großen seit dieser Zeit gemachten Fortschritt.

Wenn es auch in erster Linie darauf ankam, die vorstehend erwähnten, sogenannten „empirischen“ Maße unveränderlich aufrechtzuerhalten, um die Einheitlichkeit der Messungen in Deutschland sowie in anderen Ländern gewährleisten zu können, so ist doch auch die andere Aufgabe, diese Einheiten in den theoretischen (sogenannten „absoluten“) Grundmaßen auszuwerten, d. h. die Einheiten der Stromstärke, des Widerstandes usw. auf diejenigen der Länge, Masse und Zeit zurückzuführen, nicht vernachlässigt worden. Diese Zurückführung ist wichtig wegen der Beziehung der Elektrizität zu anderen Gebieten (Mechanik, Wärme usw.), und der hierbei nötigen Umrechnungen; ein Beispiel hierfür ist das für die Elektrotechnik so wichtige Kilowatt (= 1000 Voltampere) in seiner Beziehung zur Pferdestärke bei der Umsetzung mechanischer Energie in elektrische oder umgekehrt.

Für die Messungen mit Gleichstrom und die damit zusammenhängenden Prüfungen und Beglaubigungen sind die erwähnten elektrischen Grundmaße ausreichend. Aber es waren noch zahlreiche Untersuchungen nötig, welche die Ausarbeitung der Meßmethoden, die Konstruktion, Verbesserung und Verfeinerung wichtiger Hilfsapparate betrafen. Ein sehr wichtiger und für Eichungen und Messungen mannigfaltigster Art fast unentbehrlich gewordener Apparat, der in seiner ursprünglichen Form und mannigfachen Abänderungen und Verbesserungen derselben für bestimmte Zwecke aus der Reichsanstalt hervorging, ist der Kompensationsapparat (Kompensator). In Verbindung mit dem Normalelement bildet dieser Apparat die eigentliche Grundlage für sehr viele elektrische Messungen, indem nicht nur sämtliche Zeigerinstrumente für Gleichstrom (Amperemeter, Voltmeter usw.) mit diesem Apparat geeicht, sondern auch eine große Anzahl der für Wechselstrommessungen bestimmten Instrumente auf seine Angaben zurückgeführt werden. In erster Linie gilt dies für die direkt zeigenden Drehspulinstrumente, wie sie zuerst von *Weston* in Newark in brauchbarer Form auf den Markt gebracht wurden, und die heute eine so vielseitige Verwendung finden. Nebenbei sei bemerkt, daß diese Instrumente zur Zeit der Gründung der Reichsanstalt noch nicht vorhanden waren. Nur wer den früheren Zustand einigermaßen kennen gelernt hat, kann es voll würdigen, welch ein großer Fortschritt durch die Einführung derselben in die Meßtechnik erreicht worden ist. Doch würden sie sehr an Wert verlieren, wenn sie nicht jederzeit leicht auf die eigentlichen Grundmaße mittels des Kompensators zurückgeführt werden könnten.

Der Kompensator dient auch direkt zu Messungen des Widerstandes, der Spannung und der Stromstärke innerhalb großer Bereiche, zum Teil unter Zuhilfenahme von Widerstandsnormalen usw. Dadurch ist er auch zu Temperaturmessungen mittels Widerstandsthermometer oder Thermoelementen geeignet; eine besondere, in der Reichsanstalt ausgearbeitete Kompensationsmethode dient zur Eichung der für die Messung hoher Temperaturen so wichtigen Thermoelemente aus Platin-Platinrhodium.

Daß zur Verbesserung von Galvanometern (Kugelpanzer-, Drehspul-, Differentialgalvanometer), zur Vervollkommnung der Meßmethoden, Ausarbeitung besonderer Methoden (z. B. zur Eichung von Verbrennungskalorimetern auf elektrischem Wege) zahlreiche Untersuchungen ausgeführt wurden, mag nur kurz erwähnt werden.

Auf der bis jetzt behandelten Grundlage baut sich ein weites Feld der Prüftätigkeit der Reichsanstalt auf, wie ohne weiteres ersichtlich ist: die Prüfung von Einzelwiderständen, Widerstandssätzen, Kompensatoren, Normalelementen, Akkumulatoren, Trockenelementen, Leitfähigkeiten von Metallen, Zeigerapparaten, Zählern usw., soweit dabei Gleichstrommessungen in Frage kommen. Es können Stromstärken bis 10 000 Ampere und

Gleichstromspannungen von 10 000 Volt hergestellt werden; infolge der von der Reichsanstalt eingeführten „künstlichen Belastung“ (getrennte Meßkreise für Strom und Spannung) ist es möglich, mit kleinem Energieaufwand Apparate zur Messung von Leistungen bis zu mehreren tausend Kilowatt zu prüfen. Der Wert dieser Prüftätigkeit der Reichsanstalt ist hoch anzuschlagen, da sie erst den geprüften Apparaten die zu den Messungen notwendige Einheitlichkeit gibt und den einzelnen der Mühe überhebt, sich um die Grundlagen seiner Messung, die doch von fundamentaler Bedeutung sind, zu kümmern.

Ein großes Arbeitsfeld der Reichsanstalt auf elektrischem Gebiet, das bis jetzt noch nicht berührt wurde, bildet die Tätigkeit auf dem Gebiet des Wechselstroms. Der Wechselstrom hat allmählich eine immer mehr zunehmende Bedeutung gewonnen und erst neuerdings noch durch die Entstehung der drahtlosen Telegraphie und Telephonie neue Aufgaben gezeitigt. Bei dem Wechselstrom sind noch eine Anzahl Faktoren in Rücksicht zu ziehen, welche bei dem Gleichstrom nicht in Betracht kommen; andere Meßmethoden greifen Platz und andere Apparate und Hilfsmittel sind zu benutzen. Ferner bedarf man noch anderer Einheiten, außer den beim Gleichstrom erwähnten, nämlich derjenigen für Induktivität (Henry) und für Kapazität (Farad). Auch theoretisch bietet der Wechselstrom mancherlei Schwierigkeiten, und viele Fragen harren noch der Lösung. Zunächst handelte es sich darum, die Bedürfnisse der Technik zu befriedigen, die sehr mannigfacher Art sind.

Das Gebiet der Elektrizität im allgemeinen und dasjenige des Wechselstroms im besonderen ist ein glänzendes Beispiel dafür, in welcher Weise sich Wissenschaft und Technik, Theorie und Praxis gegenseitig befruchten und fördern können in dem Sinne, wie es *W. von Siemens* stets angestrebt und in seinen Lebenserinnerungen so schön zum Ausdruck gebracht hat.

Eine wesentliche Bedeutung besitzt bei Wechselströmen die Form der Strom- bzw. Spannungskurve. Während für rein sinusförmige Ströme die theoretischen Betrachtungen im allgemeinen ziemlich einfach sind und die Vorgänge sich graphisch (durch Diagramme) oder analytisch verhältnismäßig leicht übersehen lassen, bereiten die in der Praxis meist vorkommenden, von der Sinusform vielfach erheblich abweichenden Stromkurven mancherlei Schwierigkeiten. Oftmals besitzen die Strom- und Spannungskurven eine sehr komplizierte Form und haben eine große Anzahl harmonischer Oberschwingungen. Die Angaben vieler Apparate hängen z. T. in erheblichem Maße von der Form der Strom- oder Spannungskurve ab, und man ist bestrebt, diese Abweichung auf ein Minimum zu reduzieren.

Zur Ermittlung der Kurvenform dienen besondere Vorrichtungen (Analysatoren, Oszillographen, bei sehr schnellen Schwingungen mittels des in der Reichsanstalt konstruierten Glimmlichtoszillographen und der Braunschen Röhre in besonderer Aus-

führung und Schaltung); in vielen Fällen genügt die Kenntnis des Charakters der Kurve, die durch den sogenannten „Formfaktor“ gegeben ist.

Außer der Form der Kurve kommt noch die Periodenzahl des Stroms (oder Frequenz), d. h. die Anzahl seiner vollen Perioden in der Sekunde, in Betracht. Auch von dieser Größe hängt die Angabe vieler Wechselstrominstrumente mehr oder weniger ab. In der Starkstromtechnik ist die Frequenz 50 am verbreitetsten, geht aber für bestimmte Zwecke (z. B. Einphasenmotoren) noch weiter herunter (bis zu 15); in der Telephonie gelangt man zu Frequenzen bis 5000, in der drahtlosen Telegraphie bis zu einigen hunderttausend. Bei diesen sehr schnellen Schwingungen spielt die Bestimmung der Frequenz (bzw. Wellenlänge) eine bedeutende Rolle; die Eichung der zu diesem Zweck für die drahtlose Telegraphie konstruierten Wellenmesser bildet eine wichtige Aufgabe der Reichsanstalt.

Eine weitere wesentliche Rolle spielt beim Wechselstrom die induzierende Wirkung des schwingenden Stromes auf die von ihm durchflossenen Teile selbst und auf benachbarte Leiter. Die Wirkungsweise der Transformatoren beruht auf dieser Eigenschaft, ebenso die Koppelung der verschiedenen Systeme in der drahtlosen Telegraphie usw. Man nennt diese Eigenschaft die Induktivität und kann sie in besonderen Einheiten (Henry) zahlenmäßig angeben. Ebenso werden die Erscheinungen durch die Ladungsfähigkeit der Teile, die Kapazität (Einheit Farad) bedingt, deren Eigenschaft z. B. aus den Leydener Flaschen bekannt ist. So besitzen z. B. die überseeischen Kabel eine große, oft sehr unerwünschte Kapazität, die bekanntlich ein großes Hindernis für den telephonischen Verkehr bildet.

Induktivität und Kapazität bewirken im allgemeinen eine sogenannte „Phasenverschiebung“ zwischen Strom und Spannung, durch die auch die Leistung des Stromes beeinflusst wird. Bei nicht sinusförmigen Strömen findet dabei gleichzeitig eine Veränderung der Kurvenform statt; diese „Verzerrung“ ist besonders groß, wenn die Ströme auf Eisen einwirken.

Meist handelt es sich bei den Wechselstrommessungen um die Ermittlung der sogenannten „effektiven“ Spannung und Stromstärke, durch welche z. B. die in einem Leiter entwickelte Stromwärme bedingt wird. Die elektrische Leistung (Mittelwert), welche mit dem Wattmeter direkt gemessen werden kann, ist nicht mehr, wie bei Gleichstrom, gleich Stromstärke mal Spannung (beide effektiv gemessen), sondern diese Größe ist noch mit dem sogenannten „Leistungsfaktor“ zu multiplizieren, welcher bei sinusförmigem Strom gleich dem Cosinus des Phasenwinkels ist.

Die zur Strom- und Spannungsmessung bei Gleichstrom benutzten Instrumente (Nadel-, Drehspulgalvanometer usw.) sind bei Wechselstrom nicht mehr direkt anwendbar; man muß aber, soweit es sich nicht um relative Vergleichsmethoden handelt, die Messungen mit solchen Apparaten vornehmen, welche mit Gleichstrom geeicht wer-

den können (Elektrometer, Dynamometer, kalorische Instrumente).

Zur direkten Messung der effektiven Spannung (und der Leistung) kann das Elektrometer (eventuell mit Spannungsteiler bis 12 000 Volt) benutzt werden, ein für die Wechselstrommessungen besonders wichtiges Instrument, welches für diese Messungen eine ähnliche Rolle spielt, wie der Kompensator für die Gleichstrommessungen. Die bei diesem Instrument früher auftretenden Fehlerquellen, welche den Gebrauch desselben sehr einschränkten, sind durch eingehende theoretische und experimentelle Untersuchungen in der Reichsanstalt aufgeklärt und beseitigt worden; auf Grund dieser Arbeiten wurden auch neue Instrumente konstruiert.

Eine direkte Messung der effektiven Stromstärke (bzw. der Leistung) wird ermöglicht durch das Dynamometer, nach dessen Prinzip auch eine große Zahl von Amperemetern (bzw. Voltmetern), Wattmetern usw. gebaut sind. Diese Apparate lassen sich mit Gleichstrom eichen; doch sind besondere Untersuchungen über die Abhängigkeit ihrer Angaben von Phase, Frequenz, Kurvenform usw. notwendig.

Die kalorischen Instrumente (Hitzdrahtinstrumente) messen wie das Dynamometer die effektive Stromstärke, sind aber weniger genau. Dabei kann die durch den Strom in dem Draht erzeugte Wärme in sehr verschiedener Weise zur Messung benutzt werden (durch die Ausdehnung des Drahtes, kalorimetrisch, mit dem Luftthermometer, bolometrisch usw.). In Verbindung mit Thermoelementen, deren Spannung dann mit Gleichstromapparaten gemessen werden kann, haben diese Instrumente neuerdings eine besondere Bedeutung erlangt. Sie sind in dieser Form von der Reichsanstalt ausgebildet worden und haben besonders durch Einschluß der Thermoelemente in ein Vakuum eine größere Empfindlichkeit erreicht. Verschiedene Fehlerquellen, welche diesen Apparaten noch anhafteten, konnten wenigstens zum größten Teil aufgeklärt und beseitigt werden. Diese Instrumente gestatten in bequemer Weise die direkte Messung sehr schwacher Wechselströme unter Verwendung von Zeigerapparaten. Auch die Messung der Stromstärke auf optischem Wege (mittels des „optischen Pyrometers“), gleichfalls eine Methode der Reichsanstalt, ist hier zu erwähnen.

Auf die zur Vergleichung von Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten benutzten Apparate (akustisches und optisches Telephon, Vibrationsgalvanometer usw.) und die entsprechenden Methoden kann hier nicht weiter eingegangen werden. Alle diese Apparate, Methoden und die zur Ausführung derselben dienenden Hilfsmittel haben in der Reichsanstalt zum Teil erhebliche Verbesserungen erfahren.

Die zu den Wechselstrommessungen erforderlichen Normalien mußten erst noch geschaffen werden, wozu teilweise langwierige Arbeiten erforderlich waren. Die bei Gleichstrom benutzten Widerstände sind bei Wechselstrom, besonders für

große Frequenzen, nicht mehr ohne weiteres anwendbar, weil durch die Kapazität und Induktivität dieser Normale ihr scheinbarer Widerstand bei Wechselstrom im allgemeinen verändert wird. Auch wird bei sehr großen Frequenzen der Drahtquerschnitt nicht mehr gleichmäßig vom Strom ausgefüllt (sogenannter Skineffekt). Allen diesen Umständen ist bei Widerstandsnormalen für Wechselstrom Rechnung zu tragen, was man nach Möglichkeit durch besondere Art der Konstruktion zu erreichen sucht.

Die bei Wechselstrommessungen so wichtigen Größen der Kapazität und Induktivität erforderten gleichfalls besondere Normale (Normalkondensatoren und Selbstinduktionsnormale). Die Reichsanstalt hat zu diesem Zweck Luftkondensatoren und Selbstinduktionsrollen verschiedener Konstruktion und Größe hergestellt und auf das sorgfältigste ausgemessen, sowie die hierzu erforderlichen Methoden näher untersucht und ausgebildet. Auch die Vervollkommnung der zu diesen Messungen erforderlichen Hilfsmittel, wie z. B. die Erzeugung von Strömen gleichbleibender Frequenz und von reiner Sinusform, die Messung sehr kleiner Selbstinduktionen und solche mit hoher Frequenz gehören hierher.

Auf Grundlage der vorstehend skizzierten Hilfsmittel ermöglichte sich erst die Prüfung der zahlreichen zur Messung von Wechselströmen eingesandten Instrumente und Apparate (Weicheisen- und *Ferraris*-Instrumente, Frequenz-, Phasenmesser, Kondensatoren, Induktionsrollen usw.), wobei für eine große Anzahl von Instrumenten die Angaben in letzter Linie auf die mit Gleichstrom geeichten Normalinstrumente zurückgeführt werden können.

Ein großes Feld der Prüftätigkeit wird gebildet durch die für den wirtschaftlichen Verkehr so wichtigen Elektrizitätszähler. Für die Fehlergrenzen dieser Zähler sind im Zusammenwirken mit der Reichsanstalt und industriellen Kreisen vom Bundesrat besondere Bestimmungen erlassen worden und noch jetzt finden häufigere Beratungen mit den in Betracht kommenden Kreisen (Zählerkommission) statt. Die zur Beglaubigung zugelassenen Zähler müssen vorher einer Systemprüfung unterzogen werden, und über die zugelassenen Zähler erfolgt eine amtliche Mitteilung. Die Untersuchung der in ihrer Konstruktion und im Prinzip so verschiedenen Zähler hat zahlreiche theoretische und experimentelle Arbeiten veranlaßt, welche die in den Zählern auftretenden, teilweise recht komplizierten Vorgänge betreffen. Die zur Zählerprüfung notwendigen Hilfsmittel haben gleichfalls vielfache Verbesserungen erfahren.

Neuerdings haben die Meßtransformatoren (Strom- und Spannungswandler) erhöhte Bedeutung gewonnen, bei denen zum Zweck der Messung das Übersetzungsverhältnis zwischen Primär- und Sekundärspule, der Phasenverschiebungsfehler, die Abhängigkeit von Frequenz, Kurvenform und Belastung bestimmt werden muß. Das bisher in der Reichsanstalt untersuchte Meßbereich (bis 12 000 Volt und 2000 Ampere) genügt aber für die An-

sprüche der Praxis noch nicht. Auch für diese Apparate sollen Bestimmungen über die Beglaubigungsfähigkeit im Verein mit dem Verband deutscher Elektrotechniker ausgearbeitet werden.

Um die erwähnte Prüfung mit ausreichender Präzision ausführen zu können, sind sehr konstant laufende Dynamomaschinen nötig, welche zu diesem Zweck mit von Akkumulatoren gespeisten Gleichstrommotoren gekuppelt sind. Besondere Erwähnung verdienen noch die von der Reichsanstalt angegebenen Doppelmaschinen (für Strom und Spannung), bei denen durch gegenseitige Verstellung der Statoren eine künstliche Phasenverschiebung zwischen der Spannung und dem Strom, welche zur Messung der Leistung benutzt werden, hervorgebracht werden kann, so daß die beim Gebrauch der Apparate auftretenden Bedingungen bei der Prüfung eingehalten werden können.

Auch auf Kabel, Maschinen und Anlagen beziehen sich die theoretischen und experimentellen Untersuchungen. Die Prüfung der Maschinen geschieht häufig an Ort und Stelle. Die Untersuchung der Wirbelstrombremse, der elektromagnetischen Schienenbremse, der Streuung in Maschinen und Transformatoren, der Wirbelströme in Kabelumhüllungen, der Schlüpfung von Asynchronmotoren (mittels Kapillarwellen), der Ventil-Gleichrichter und anderes mehr ist hier zu erwähnen.

Von großer Bedeutung für die Technik (Fabrikation von Maschinen, Transformatoren, Kabeln usw.), aber auch von wissenschaftlichem Interesse ist ferner die Untersuchung der Materialien auf Leit- und Isolierfähigkeit (Preßspan, Papiere, Ausgußmassen, künstliche Isoliermaterialien, Hochspannungsisolatoren bis 20 000 Volt, Transformatoröle, Leitungs- und Widerstandsmaterialien, elektrolitische Leitfähigkeit von Salzlösungen usw.), vor allem aber die Untersuchung von Eisen und Stahl auf seine magnetischen Eigenschaften. Wenn es bei den letzteren Messungen auch nicht auf große Genauigkeit ankommt, da die verschiedenen Proben erhebliche individuelle Unterschiede zeigen, so war es doch erforderlich, die vielen Fehlerquellen, durch welche die magnetischen Untersuchungen sehr erheblich gefälscht werden können, näher zu untersuchen; ferner handelte es sich um bedeutungsvolle systematische Untersuchungen, um die günstigen Eigenschaften des Eisens und Stahls für bestimmte Zwecke zu steigern und Übelstände zu beseitigen.

Die ersten Untersuchungen bezogen sich auf den zeitlichen Verlauf der magnetischen Induktion im Eisen, besonders auch für schwache Anfangswerte der Magnetisierung mittels des Helmholtzschen Fallpendels, auf die Verteilung der magnetischen Induktion in Zylindern und die Bestimmung der günstigsten Temperatur für die Härtung von Stahlmagneten.

Neuerdings hat sich das Hauptinteresse den Eigenschaften der Dynamo- und Transformatorenbleche zugewandt mit dem Bestreben, die in diesem Material bei Wechselstrom auftretenden Energie-

verluste (den sogenannten Hysteresisverlust, der durch die abwechselnde Ummagnetisierung des Eisens bedingt wird und den Wirbelstromverlust, hervorgerufen durch die in dem Eisen induzierten Wirbelströme) auf ein Minimum zu reduzieren und gleichzeitig die Magnetisierbarkeit des Eisens (Permeabilität) möglichst zu erhöhen. In dieser Beziehung erscheint das von *Barett, Brown und Hadfield* untersuchte siliziumlegierte Eisen, auf dessen Verwendung für den oben erwähnten Zweck die Reichsanstalt zuerst aufmerksam machte, von erheblicher Wichtigkeit zu werden, weil dasselbe bei guter Magnetisierbarkeit eine verhältnismäßig kleine Leitfähigkeit besitzt, so daß die Wirbelströme abgeschwächt werden. Das „legierte“ Blech hat daher trotz des viel höheren Preises das gewöhnliche Material im Transformatorenbau fast völlig verdrängt. Diese Untersuchungen bilden einen Teil der allgemeineren über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und thermischen Behandlung des Materials mit seinen magnetischen Eigenschaften, eine Aufgabe, bei welcher die Reichsanstalt die Unterstützung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, zahlreicher Industrieller und, für die mikrographischen Untersuchungen, auch die Mithilfe der Herren Geheimrat *Wüst* und Prof. *Goerens* in Aachen genießt.

Für die Untersuchung der magnetischen Eigenschaften (außer der Permeabilität, besonders Anfangs- und Maximalpermeabilität, kommen noch Remanenz, Koerzitivkraft und Sättigungswerte in Betracht) ist es von Wichtigkeit, bequeme und zuverlässige Methoden anzuwenden, zwei Bedingungen, die sich auf diesem Gebiet für gewöhnlich ausschließen. Eine Hauptschwierigkeit bei den magnetischen Messungen entsteht dadurch, daß das magnetisch gewordene Material (z. B. in Stabform) den Magnetismus des ursprünglichen Feldes durch die sogenannte Entmagnetisierung schwächt, welche durch die magnetische Belegung der Oberfläche hervorgerufen wird. Diese Entmagnetisierung ist der Rechnung nur zugänglich beim Ellipsoid, bei dem auch allein eine gleichmäßige Magnetisierung vorhanden ist. Das Ellipsoid in Verbindung mit dem Magnetometer liefert zwar einwandfreie Werte für die Magnetisierungskurve, doch ist es recht unbequem und häufig nicht möglich, aus dem zu untersuchenden Material zum Zweck der Messung Ellipsoide herzustellen. Die Anwendung des Magnetometers ist zudem bei dem durch die Straßenbahnen stark gestörten Erdfelde nur möglich durch die Benutzung des in der Reichsanstalt konstruierten, in der Anwendung komplizierteren, astatischen Magnetometers.

Gleichfalls einwandfreie Resultate liefert die Ringmethode. Beim völlig geschlossenen Eisenring fällt die Entmagnetisierung durch die Enden fort; die Messung der magnetischen Induktion muß durch eine ballistische Methode erfolgen; aber es leuchtet ein, daß die für jeden Fall notwendige Herstellung und Bewicklung eines Proberings umständlich und zeitraubend ist. Man hilft sich dann durch der Ringform nahe kommende Vorrichtungen (Joch-

methode, Isthmismethode, Köpelscher Apparat, magnetische Wage von *du Bois*, Epsteinscher Apparat usw.), bei denen das Material in Stab- oder Streifenform zur Untersuchung gelangt. Aber bei allen diesen Instrumenten findet infolge der vorhandenen Luftschlitze Streuung der magnetischen Kraftlinien statt und man muß die Angaben der Apparate mittels anderweitig untersuchter Normalstäbe oder in anderer Weise auf absolute Werte zurückführen (Scherung). Kürzlich ist in der Reichsanstalt ein neuer Apparat („Magnetischer Spannungsmesser“) angegeben worden, der die erwähnten Schwierigkeiten überwindet, die magnetischen Messungen in vielen Fällen vereinfacht und auf eine sichere Basis stellt. Er mißt eine Größe auf magnetischem Gebiet, die der elektrischen Spannung auf elektrischem Gebiet entspricht. Die Energieverluste im Eisen können auch direkt mittels Wechselstroms wattmetrisch gemessen werden, wobei durch Benutzung verschiedener Frequenzen Hysterese- und Wirbelstromverlust getrennt werden kann.

Alle diese Methoden sind eingehend untersucht worden und finden je nach dem Meßzweck zur Untersuchung von gehärtetem Stahl, Gußstahl, Gußeisen, Walzeisen, Nickelstahl, Dynamoblech usw. Anwendung.

Von unmagnetischen Materialien hat besonders der 25 prozentige Nickelstahl zur Herstellung von Panzerplatten für Kriegsschiffe (wegen der Beeinflussung des Kompasses durch den Magnetismus des Eisens) hohe Bedeutung.

Neuerdings hat die Untersuchung der Permeabilität von dünnen Eisenblechen bei Wechselstrom für die bei der drahtlosen Telegraphie benutzten Hochfrequenzmaschinen große Wichtigkeit erlangt, wofür gleichfalls in der Reichsanstalt die exakten Methoden ausgearbeitet worden sind.

Für die drahtlose Telegraphie, die noch jungen Datums ist, kommt zurzeit hauptsächlich die Herstellung einer Wellenlängenskala zur Eichung der eingesandten Wellenmesser in Betracht; zur Analyse der schnellen Schwingungen wird der bereits erwähnte Glimmlichtoszillograph und die Braunsche Röhre benutzt. Die Errichtung von Antennen auf den Gebäuden der Reichsanstalt wird es ermöglichen, die Messungen nicht nur auf Laboratoriumsversuche zu beschränken, sondern auch die Erscheinungen bei der Ausstrahlung, Fortpflanzung und dem Empfang der Wellen zu untersuchen.

An den internationalen Elektrikerkongressen (Chicago, St. Louis, London usw.) sowie an den Arbeiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Berliner Elektrotechnischen Vereins (z. B. Kommission für Isolationsmaterialien, Strom- und Spannungswandler, Prüfvorschriften usw.) hat die Reichsanstalt lebhaften Anteil genommen.

Dem stetigen Wachstum der elektrischen und magnetischen Messungen ist dadurch Rechnung getragen worden, daß ein neues großes Gebäude für diese Zwecke erbaut worden ist.

Über Stereo-Photogrammetrie.

Von Dr. C. Pulfrich, Jena.

(Autoreferat über einen am 6. November 1912 auf dem Jenaer Photo-Kursus des Zeiß-Werkes gehaltenen Vortrag.)

Die älteste Art der Bildmeßkunst gründet sich ausschließlich auf die Gesetze der Perspektive, und es ist ein Prüfstein für die Güte der Bilder älterer Meister (z. B. Dürer), daß man nach einem solchen Gemälde Grundriß und Aufriß der in ihm dargestellten Gegenstände unter bestimmten Voraussetzungen rekonstruieren kann. Mit dem Auftreten der Photographie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts beginnt die sogenannte Photogrammetrie, ein Verfahren, welches ermöglicht, aus zwei Photographien durch Strahlenziehen oder Rechnung den Grundriß des aufgenommenen Gegenstandes zu konstruieren. Um einen möglichst sicheren Schnitt zu erzielen, werden die Standorte für die Aufnahmen so weit auseinander gerückt, daß die horizontalen Achsen der beiden Kameras nahezu senkrecht zueinander stehen, und es war die Regel, daß man unter 30° Konvergenzwinkel nicht herabgehen darf. Das Verfahren hat nur in vereinzelten Fällen praktische Verwendung gefunden. Vor einigen Jahren hat in Österreich ein Fachmann gesagt, daß über die Photogrammetrie in den letzten 50 Jahren mehr geschrieben worden sei, als Pläne nach ihr ausgeführt wurden. Der Grund hierfür liegt in der Schwierigkeit des Identifizierens zusammengehöriger Bildpunkte, und daher hat die Photogrammetrie nur in der Architektur (*Meydenbauer*, Kgl. Meßbildanstalt, Berlin) festen Fuß gefaßt.

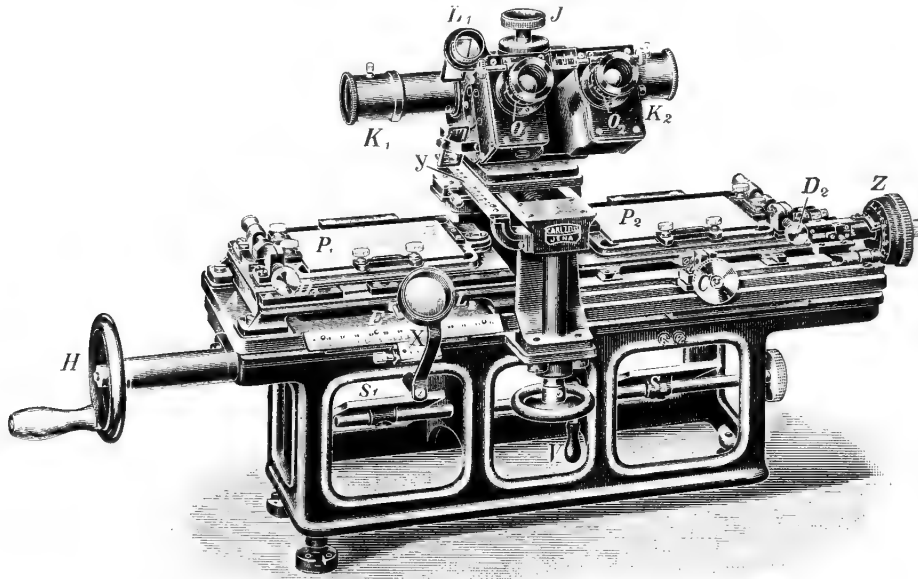
Die im Jahre 1901 durch *Dr. Pulfrich* begründete Stereo-Photogrammetrie benutzt ebenfalls zwei photographische Bilder, die aber an den Enden einer 10—20 mal kürzeren Standlinie mit geeigneten Apparaten (Feld- und Stand-Phototheodoliten) aufgenommen sind, und die in einem besonderen Instrument, dem Stereo-Komparator (s. Figur), stereoskopisch betrachtet und ausgemessen werden. Infolge der wesentlich kürzeren Standlinie werden die Bilder einander so ähnlich, daß die Schwierigkeit des Identifizierens zusammengehöriger Punkte vollständig fortfällt. Die Ausmessung geschieht mit Hilfe einer im Stereo-Komparator angebrachten künstlichen Marke, die sich nach dem Belieben des Beobachters, durch Einstellung der Platten, auf jeden beliebigen Punkt der Landschaft einstellen läßt, und mit der man die ganze Landschaft abtasten kann.

Diese Marke, die wandernde Marke genannt, vertritt die Stelle des Lattenträgers bei den bisher üblichen Arbeiten des Geodäten. Sie hat vor diesem den Vorzug, daß sie ausschließlich dem Willen des Beobachters untersteht und auch an solche Stellen gebracht werden kann, die für den Lattenträger unerreichbar sind.

Das Verfahren hat sich schnell eine große Anzahl von Freunden erworben. Es ist nicht allein für die Vermessung von schwer und unzugänglichen Partien im Hochgebirge, für den Bahn- und Kanalbau, für die Vermessung von Landgrenzen und Festungen,

Baudenkmälern usw. von größter praktischer Bedeutung geworden, auch lassen sich mit ihm Aufgaben lösen, wie z. B. die Ausmessung von Meereswellen, Manöverbildern, Geschosßbahnen, die Messung der Höhe von Nordlichtern usw., deren Lösung man früher kaum für möglich gehalten hat. Es ist daher begreiflich, daß das Verfahren in den betreffenden militärischen, wissenschaftlichen und technischen Kreisen des In- und Auslandes sich einer großen Beliebtheit erfreut.

Um eine gründliche theoretische und praktische Ausbildung der an dieser neuen Wissenschaft beteiligten Kreise zu ermöglichen, hat Dr. Pulfrich einen achttägigen *Ferienkursus in Stereo-Photogrammetrie* eingerichtet, der im Sommer 1913 zum fünften Male stattfindet und bisher von einer großen Anzahl von Professoren und Geodäten, Offizieren und Ingenieuren des In- und Auslandes besucht war. Einen kurzen Überblick über die physiologisch-optischen Grundlagen des stereoskopischen Sehens und



Stereo-Komparator.

Auch mit der Ausmessung naher Gegenstände und deren Reproduktion auf stereo-photogrammetrischem Wege (Ausmessung von Röntgenbildern, Herstellung von Büsten usw.) ist bereits ein vielversprechender Anfang gemacht worden.

Eine außerordentliche Förderung der Methode und ihrer Anwendung liegt in der in den letzten Jahren vorgenommenen Verbindung des Stereo-Komparators mit automatischen Auftragapparaten (von Orel-Pulfrich). Ist es doch jetzt möglich, nicht allein die im Stereo-Komparator eingestellten Punkte automatisch ohne jede Rechnung auf den Plan zu übertragen, sondern auch die für den Plan so sehr wichtigen Schichtenlinien (Kurven gleicher Höhe) automatisch zu zeichnen, so daß jetzt ein Plan, der früher Tage und Wochen in Anspruch nahm, in wenigen Stunden angefertigt werden kann. Das unter Leitung von Herrn Hauptmann v. Orel in Wien stehende Vermessungsinstitut *Stereographik* führt solche Arbeiten mit bestem Erfolg auch für andere aus.

Alle diese Messungen gründen sich auf die Verwendung von zwei Photographien und deren Betrachtung im stereoskopischen Sehen, so daß der Beobachter jederzeit ein körperliches Modell der aufgenommenen Objekte in größter Anschaulichkeit vor sich hat und die Messung, ohne das Terrain betreten zu müssen, in aller Ruhe in seinem Bureau ausführen kann.

über das Wesen und die Entwicklung der stereoskopischen Beobachtungs- und Meß-Instrumente bietet die mit einem Literaturverzeichnis der Arbeiten seit 1900 versehene Schrift von C. Pulfrich: *Stereoskopisches Sehen und Messen*, Jena 1911.

Neue Untersuchungen über alte Ernährungsprobleme.

Von Privatdozent Dr. L. Lichtwitz, Göttingen.

Eiweiß, Fett, Kohlehydrate, Salze und Wasser sind unsere Nahrungsstoffe, die in zweckmäßiger Zusammensetzung Leben und Gesundheit, Wachstum und Erhaltung gewährleisten. Dieser Satz, der zu der Möglichkeit einer Ernährung mit synthetisch dargestellten reinen Nahrungsstoffen führt, gilt nicht ohne Einschränkung. Wir kennen Krankheitszustände, die die Folge einer fehlerhaften Ernährung sind, ohne daß die Nahrung quantitativ unzureichend oder in bezug auf die oben genannten Stoffe falsch zusammengesetzt ist, und ohne daß Fäulnis- oder Zersetzungs Vorgänge eingetreten sind. Diese Krankheiten sind vor allem der Skorbut, die Möller-Barlowsche Krankheit und die Beri-Beri.

Der Skorbut ist auch dem Laien bekannt. Im allgemeinen eine seltene Krankheit, hat er doch

stets infolge der Umstände, mit denen oder durch die er auftrat, eine zeitweilig sehr über seine Bedeutung hinausgehende Berühmtheit erworben. Seit dem Altertum ist der Skorbut als Massen-erkrankung bei Hungersnot, Krieg, in belagerten Städten, auf langen Schiffsreisen aufgetreten; er hat eine große Zahl von Opfern in Gefängnissen, Kranken-, Arbeits- und Findelhäusern gefunden. Er hat oft eine Verbreitung gewonnen, wie sie nur von Infektionskrankheiten erreicht wird, und z. B. im Jahre 1849 in 16 russischen Gouvernements 260 000 Erkrankungen und 60 900 Todesfälle verursacht. Seine Raubzüge durch die Jahrhunderte hat die ärztliche Wissenschaft mit einer Unzahl von Deutungen begleitet, von denen, nachdem auch die bakteriologische Forschung erfolglos geblieben war, eine fast allgemeine Anerkennung gefunden hat. Die Beobachtungen, die den Skorbut auf einen Mangel an frischen vegetabilischen Nahrungsmitteln zurückführen, sind sehr zahlreich. Zuerst hat *Bachstrom* diese Auffassung vertreten. Eine Bestätigung fand sie im Jahre 1823 in einer großen Epidemie in Südrußland, die auftrat, nachdem Heuschreckenschwärme die Felder verheert hatten. In dem belagerten Paris — 1870/71 — soll nach den übereinstimmenden Berichten aller Beobachter der Skorbut trotz der übelsten hygienischen Verhältnisse erst angefangen haben, als frische Gemüse und Kartoffeln fehlten. Die Erkenntnis der Bedeutung dieser Nahrungsmittel hat zu einer Prophylaxe von dem schönsten Erfolge geführt. So hat *Nansen* während einer auf das sorgfältigste vorbereiteten dreijährigen arktischen Expedition seine gesamte Mannschaft gesund erhalten.

Die Frage, worin die Wirkung der frischen Vegetabilien beruht, hat *Garrod* dahin beantwortet, daß ihr Gehalt an Kalisalzen die Krankheit verhüte. Eine Stütze dieser Theorie kann darin gefunden werden, daß mit der Ausbreitung des Anbaues der Kartoffel, die den größten Kaliegehalt hat, der Skorbut immer mehr an Feld verloren hat. Wenn diese Anschauung richtig wäre, dann müßte bei Fleisch-Fettnahrung Skorbut auftreten. Es ist aber zweifellos, daß nicht nur einzelne Individuen, sondern ganze Stämme und Völker sich dauernd in dieser Weise ernähren, ohne an Skorbut zu erkranken. Der experimentellen Pathologie verdanken wir die Einsicht in die wahren Ursachen dieses Leidens. Da es ja nicht der Zweck dieses Referats ist, einen vollständigen Überblick über die Arbeiten auf diesem Gebiete zu geben, so möge die Mitteilung einer ausführlichen Untersuchung den Zusammenhang beleuchten.

A. Holst und *Th. Fröhlich* haben Meerschweinchen nur mit Brot gefüttert, das aus Hafer, Weizen, Roggen, Gerste oder Mais bereitet war. Die Tiere erkrankten unter Erscheinungen, die denen beim menschlichen Skorbut und noch mehr denen beim infantilen Skorbut (Möller-Barlowsche Krankheit) fast gleich waren. Die Tiere starben, und die anatomische Untersuchung ergab ganz entsprechende Veränderungen. Bei diesen Tieren konnte durch eine Beigabe von Grünfutter Krank-

heit und Tod verhütet werden, und es ist von großer Wichtigkeit, daß bereits 1 g Kohl pro Tag ausreichte. Der Kaliegehalt dieser kleinen Gemüsemenge ist gegenüber dem mit den Körnern verfütterten Kali so gering, daß für die vorbeugende Wirkung des Grünfutters eine andere Erklärung notwendig ist. Es wurde weiter festgestellt, daß durch Trocknen die „antiskorbutische“ Eigenschaft der Vegetabilien abgeschwächt oder aufgehoben wird. Durch diesen Prozeß wird der Kaliegehalt in keiner Weise beeinflusst. Im Anschluß an diese Untersuchungen hat *V. Fürst* gefunden, daß beim Meerschweinchen auch einseitige Fütterung mit trockenen Hülsenfrüchten, die wie die Körner in bezug auf Eiweiß, Fett, Kohlehydrate und Salze eine völlig ausreichende Nahrung bilden, Skorbut macht. Füttert man aber statt mit trockener Frucht mit angekeimtem Samen, so bleiben die Tiere völlig gesund. Ältere Studien von *Bartenstein*, die *Th. Fröhlich* bestätigt, haben ergeben, daß Meerschweinchen mit roher Kuhmilch gefüttert, sterben, und daß ihr Skelett eine starke Brüchigkeit aufweist. Erhitzte Milch wirkt ebenso, und diesem Einfluß kann man durch Darreichung von 5 g Kohl nicht begegnen. Während die rohe Milch allein nicht imstande ist, diese Tiere zu erhalten, vermag sie aber, wie weitere sehr wichtige Untersuchungen von *Fröhlich* zeigen, den bei Haferfütterung eintretenden Skorbut zu verhindern. Gekochte Milch hat diesen Einfluß nicht.

Die Unwirksamkeit erhitzter Milch ist die experimentelle Bestätigung ärztlicher Erfahrungen, die am Säugling in leider beträchtlicher Ausdehnung gemacht sind. Bei Ernährung mit zu lange oder zu hoch erhitzter Milch tritt bei den jungen Kindern ein Skorbut ähnlicher Symptomenkomplex auf, der den Namen der Möller-Barlowschen Krankheit führt und seine wichtigsten Zeichen in einer sehr großen Schmerzhaftigkeit vorwiegend der unteren Extremitäten hat, die durch Blutergüsse unter die Knochenhaut und in die Epiphysengrenzen verursacht werden. Die haemorrhagische Diathese dieser Krankheit ist keine so ausgedehnte wie bei dem Skorbut. Aber auch bei diesem findet man die Blutungen oft an denselben Stellen. Die Milch, die die Möller-Barlowsche Krankheit verursacht, ist in ihrem Salzgehalt nicht verändert. Der Grund der Krankheit muß also in anderen Momenten gesucht werden. Von dem Skorbut unterscheidet sich die Möller-Barlowsche Krankheit durch die viel schneller eintretende, geradezu zauberhafte Wirkung frischer Vegetabilien. Ganz geringe Mengen Apfelsinensaft, Zitronensaft oder dergl. beseitigen die Schmerzen in kürzester Zeit, machen die Kinder wieder beweglich und heben das Allgemeinbefinden so, daß die Blutergüsse bis zu ihrer Resorption nur noch den Charakter lokaler geringfügiger Affektionen haben.

Diese für die Heilung des Skorbut und der Möller-Barlowschen Krankheit und für die Erhaltung der Gesundheit wichtige Wirkung kleinster Mengen noch unbekannter Stoffe wird durch eine Reihe ausgezeichneter Untersuchungen ergänzt, die

vor allem das Wachstum berücksichtigen. Von diesen seien zuerst die von *F. G. Hopkins* besprochen. *Hopkins* hat junge Ratten mit einer Nahrung gefüttert, die aus sorgfältig gereinigten Stoffen — und zwar Kasein, Stärke, Schweinefett, Rohrzucker und Salzen — in ausreichenden Mengen bestand. Bei dieser Nahrung wuchsen die Tiere nicht. Verwandte er käufliches Kasein, das weniger rein ist, so kam es zu einem langsamen Wachstum. Eine normale Gewichtszunahme war zu erzielen, wenn zu dem Futter eine minimale Menge Milch zugelegt wurde, so daß die festen Bestandteile der Milch nur 1—4 % des Gesamtfutters ausmachten. Die Mehraufnahme an Nährstoffen, eine vielleicht bessere Schmackhaftigkeit der Kost und bessere Resorption im Magendarmkanal sind an dieser Wirkung nicht beteiligt, die auch zu erzielen war durch 0,1 g ausgepreßten eiweißfreien Gemüsesaft und durch ganz kleine Mengen der ätherlöslichen aschefreien Fraktion eines alkoholischen Extrakts von Hefe. Also Eiweiß und Salze scheiden von der Betrachtung des ursächlichen Zusammenhangs aus. Aber als eine interessante Beziehung zu den oben besprochenen pathologischen Vorgängen ist zu erwähnen, daß die Hefe in der Therapie des Skorbut schon lange eine Rolle spielt. *Hopkins* kommt zu dem Schluß, daß kein Tier von einer Mischung reiner Nährstoffe leben kann, sondern daß alle Tiere von pflanzlichen oder tierischen Geweben leben, in denen zahllose Stoffe (accessory substances) sind, von denen einer oder mehrere zur Erhaltung des Wachstums und auch des Lebens in der Nahrung vorhanden sein müssen. Die wirksame Dose dieser Stoffe ist so gering, daß ein katalytischer oder stimulierender Einfluß wahrscheinlich ist.

Mit diesen Ergebnissen stehen ebenso hervorragende Untersuchungen im Widerspruch, die *Th. P. Osborne* und *L. B. Mendel* gleichfalls an weißen Ratten angestellt haben. Bei ihren im größten Stile durchgeführten Studien über Ernährung und Wachstum ist es gelungen, eine normale Körpergewichtszunahme durch Fütterung mit Kasein, Stärke, Fett in sorgfältigst gereinigtem Zustande und einer künstlichen Salzmischung zu erzielen. Der Grund dieser Differenz ist noch nicht aufgeklärt.

W. Stepp hat Mäuse mit einer Nahrung, der durch langdauernde Alkohol-Ätherextraktion Fett und die sogenannten Lipide entzogen waren, nicht am Leben erhalten können. Zusatz von Butter half nichts, während Alkohol-Ätherextrakte aus Kalbshirn oder Eigelb die Nahrung zu einer ausreichenden machten. Er hat weiterhin festgestellt, daß durch langdauerndes Kochen die Nahrung so verändert wird, daß das Leben der Tiere nicht erhalten werden kann, daß aber auch ein auf diese Weise vorbehandeltes Futter durch Zufügung auf kaltem Wege gewonnener Hirn- oder Eiextrakte ergänzt werden kann. Reines Lecithin war unwirksam. Diese Beobachtungen werden von *W. Röhl* bestätigt. Beide Autoren ziehen den Schluß, daß die Lipide (Lecithin usw.) vom Tierkörper nicht aufgebaut werden können, sondern in der Nahrung zugeführt werden müssen. Dem steht entgegen, daß Enten, die lipoid-

arm gefüttert werden (*Fingerling*), viel mehr Lipide in ihren Eiern abgeben, als ihnen in der Nahrung zugeführt wurden, also zweifellos Lipide bilden. *Osborne* und *Mendel* haben bei einer Ratte mit einer von ätherlöslichen Substanzen völlig freien Nahrung normales Wachstum erzielt. Daß der Organismus nicht imstande sei, Lipide aufzubauen, ist bei seinen sonstigen synthetischen Fähigkeiten wenig wahrscheinlich. Die Resultate von *Stepp* und *Röhl* sind vielleicht, entsprechend den Versuchen von *Hopkins* darauf zurückzuführen, daß durch die Alkohol-Ätherextraktion oder durch das lange Kochen eine „accessorische Substanz“ der Nahrung entzogen worden ist. Die Lipoidmengen, die *Hopkins* mit der Milch, den Pflanzen- und Hefeextrakten zugefüttert hat, sind sicherlich sehr gering. Eine Ergänzung der Versuche von *Stepp* und *Röhl* in dieser Richtung und eine quantitative Bestimmung der gefütterten und der im Körper während des Wachstums angesetzten Lipoidmengen wird in einfacher Weise eine Entscheidung dieser Frage ermöglichen.

Die wichtigsten Aufschlüsse über accessorische Substanzen in der Nahrung verdanken wir den Beobachtungen über die Beri-Beri und den experimentell-pathologischen und chemischen Forschungen, die der Ätiologie und Heilung dieser eigenartigen Krankheit gelten. Die Beri-Beri (japanisch Kakke) ist ein vorwiegend aber nicht ausschließlich in tropischen und subtropischen Ländern auftretendes Leiden, das in seiner foudroyanten Form in kürzester Zeit zum Tode führt und in seiner chronischen Form Entzündung der Nerven (Polyneuritis), Wassersucht und allgemeinen Verfall verursacht. In Japan, besonders an der Küste, ist Beri-Beri eine sehr häufige Krankheit, auf den Philippinen, auf Java und Sumatra ist sie endemisch. In der niederländischen Kolonialarmee hat sie eine große Zahl von Opfern gefordert, und wie der Skorbut ist sie auch auf Schiffen bei langer Fahrt aufgetreten. *Miura* hat die Krankheit auf den Genuß bestimmter Fische, die zu den Scomberideen gehören, zurückgeführt. Daß sie von der Ernährung allein abhängt, lehrt die wirksame Prophylaxe bei der japanischen Marine, bei der kein Fall von Beri-Beri mehr vorgekommen ist seit der Einführung einer Reis-Gerstenahrung und dem Ausschluß von Fischnahrung. Daß der Konsum bestimmter Fische die Krankheit verursacht, ist nicht unmöglich. Vollständig sicher aber sind die Beziehungen der Beri-Beri zur Reisanahrung. Das Reiskorn hat eine Schale, aus der die Reiskleie hergestellt wird. Zwischen Schale und Korn sitzt das Silberhäutchen, das beim Polieren des Kornes entfernt wird. Im Jahre 1897 hat *Eykman* beobachtet, daß Hühner bei Fütterung mit geschältem und poliertem Reis an Beri-Beri erkrankten, während ungeschälter Reis die Tiere gesund erhält und Zusatz von Reiskleie die krankmachende Wirkung des polierten Kornes verhindert. Dieser Befund ist an Hühnern, Tauben und anderen Tieren seitdem so oft erhoben worden und mit einer solchen Sicherheit herbeizuführen, daß wir einer unzweifelhaften Tatsache von der größten Wichtigkeit gegenüberstehen. Und dieses Experiment ist im größten Stile, wenn auch nicht mit Absicht, am Menschen gemacht

worden. *Nordermann* hat eine Statistik über das Vorkommen der Beri-Beri an Gefangenen mitgeteilt. Von 150 266 ausschließlich mit geschältem Reis ernährten Gefangenen litten 2,79 % an Beri-Beri, von 96 500 mit ungeschältem Reis ernährten 0,009 %, von 36 802 mit gemischter Reismahrung 0,24 %. Im Gefängnis von Jopari hörten nach Einführung von silberhauthaltigem Reis die Beri-Beri-Erkrankungen auf. Daß eine unrichtige Reismahrung wohl der quantitativ wichtigste aber nicht der einzige Grund der Erkrankung ist, lehren Endemien in irischen Gefängnissen.

Kleie und Silberhaut enthalten also eine Substanz, die die Krankheit verhütet und heilt. *C. Funk* hat vermutet, daß diese Substanz lipoider Natur sei und ist einem ähnlichen Zusammenhange nachgegangen, wie ihn *Stepp* und *Röhl* aus ihren Versuchen geschlossen haben. Die Unrichtigkeit dieser Vermutung stellte *Funk* selbst fest, als er daran ging, diese Substanz chemisch darzustellen. Er fand eine organische Base (vermutlich eine Pyrimidinbase, die einen Bestandteil der wichtigen Bausteine der Zellkernsubstanz, der Nukleinsäuren, bilden), die mit Phosphorwolframsäure, Silbernitrat und Baryt gefällt werden kann und ein kristallinisches, salpetersaures Salz bildet, dessen Zusammensetzung (vorläufig nur in einer Analyse) und dessen Schmelzpunkt er bestimmt hat. Eine Dose dieser Substanz, entsprechend 0,004 g Stickstoff, heilt eine Beri-Beri-krankte Taube. *Funk* hat Substanzen mit ähnlichen chemischen Eigenschaften und denselben biologischen und therapeutischen Wirkungen aus Hefe, Milch, Ochsenhirn und Zitronensaft dargestellt. Es ist bemerkenswert, daß wir allen diesen Materialien in diesem Referat bereits begegnet sind.

Gleichzeitig und unabhängig von *Funk* haben japanische Gelehrte, *Suzuki*, *Shimamura* und *Odake*, diese für ihr Vaterland so wichtigen Probleme in ausführlicher und wahrhaft glänzender Weise untersucht. Sie haben die von *Eykman* begründete experimentelle Basis bestätigt und festgestellt, daß der ätherische Extrakt der Reiskleie unwirksam ist und daß der Heilstoff in heißen Alkohol übergeht. Auch *Fraser* und *Stanton* konnten mit alkoholischen Extrakten der Reiskleie die Polyneuritis der Hühner heilen. Die Japaner haben dann konstatiert, daß Kasein, Pepton, Eialalbumin, Lecithin, Phytin und anorganische Salze keinen Schutz gegen die Erkrankung geben. Aus dem alkoholischen Extrakt haben sie durch Fällung mit Schwefelsäure und Phosphorwolframsäure und Behandlung mit Baryt einen Sirup gewonnen, der zehnmal wirksamer ist als der alkoholische Extrakt. Diesen Sirup nennen sie *Rohoryzanin I*. Aus diesem erhalten sie durch Fällung mit Tannin das *Rohoryzanin II*, das dreimal so stark wirkt als *Rohoryzanin I*. Aus dem *Rohoryzanin* konnte die reine Substanz, das *Oryzanin*, in kristallinischer Form als Pikrat isoliert werden. 5–10 mg *Oryzanin* heilen eine Taube in wenigen Tagen. Das *Oryzanin* macht $\frac{1}{2500}$ — $\frac{1}{5000}$ des Futters aus. Es wirken also bei der Taube schützend und heilend:

3 g Reiskleie,
0,03 Rohoryzanin I,
0,01 Rohoryzanin II,
0,005 Oryzanin.

J. Tsuzuki hat auch Beri-Beri-krankte Menschen mit einem alkoholischen Extrakt der Reiskleie geheilt. Die japanischen Forscher haben ihre Untersuchungen auf Hühner, Mäuse und Hunde ausgedehnt und bei diesen dasselbe Verhalten gefunden. Sie haben sodann an Tauben Fütterungsversuche mit reinen Nährstoffen ausgeführt, wie *Hopkins* und *Osborne* und *Mendel* an Ratten, und gesehen, daß die Tauben bei einer solchen Nahrung in 10 bis 15 Tagen sterben, aber bei Darreichung von 0,03 g Rohoryzanin I leben und wachsen. Damit ist die Einheit der prophylaktischen und therapeutischen Wirkung bei Beri-Beri und des Einflusses dieser Stoffe auf die Ernährung und das Wachstum dargetan. Die prophylaktische Wirkung ist nicht auf die Reiskleie beschränkt. Auch Weizen- und Gerstenkleie, Bohnen, Hirse, Hafer, Gemüse und auch sorgfältig entkleiete Gerste sind imstande, Tauben bei Fütterung mit geschältem und poliertem Reis gesund zu erhalten. Dagegen sind Milch, Eier, Fische und Pferdefleisch bei Tauben unwirksam, während Hunde durch alkoholischen Extrakt von Pferdefleisch ebenso geschützt werden wie durch Oryzanin. Ausgekochtes Pferdefleisch ist ohne Wirkung. Langdauerndes Kochen und Extraktion mit Alkoholäther sind die Prozesse, mit denen *Stepp* die Veränderung der Nahrung seiner Tiere herbeigeführt hat. Auch das spricht dafür, daß die Resultate *Stepps* nicht auf das Fehlen von Lipoiden, sondern auf das Fehlen eines oryzaninartigen Ergänzungstoffes zu beziehen sind.

Bei der differenten Wirkung der Nahrungsstoffe auf die verschiedenen Versuchstiere stehen wir einer Vielheit der Erscheinungen gegenüber, die vielleicht einen Hinweis gibt auf die Resistenz ungleicher menschlicher Rassen gegenüber der Beri-Beri-Krankheit. Die japanischen Autoren kommen zu dem Schluß, daß das Oryzanin (oder eine Gruppe chemischer Körper von ähnlicher Wirkung) eine ganz besondere und ebenso wichtige Stellung im Haushalte der Natur einnimmt, wie die bekannten Nährstoffe.

Wenn wir die Bedeutung der hier referierten Befunde zusammenfassend erwägen, so erkennen wir das Gemeinsame in ihnen und sehen, daß durch alle diese glücklichen Arbeiten überraschende Erkenntnisse gewonnen sind, denen für die Physiologie und Pathologie der Ernährung die allergrößte Wichtigkeit zukommt.

Die Serodagnostik der Schwangerschaft.

Von Privatdozent Dr. Fritz Heimann, Breslau,
Assistenzarzt an der Kgl. Universitäts-Frauenklinik.

Die Veränderungen, die sich an den Genitalorganen der Frau in der Schwangerschaft abspielen, sind naturgemäß in den frühesten Monaten so gering, daß hier mit Sicherheit eine Diagnose nicht gestellt werden kann. Man wird dadurch gezwun-

gen, sich selbst von einem eventuellen Wachsen der Gebärmutter zu überzeugen, etwas, was natürlich nur nach einer längeren, mindestens vierwöchentlichen Beobachtung zu konstatieren möglich ist. Daher richtete man schon seit Jahren sein Augenmerk auf Veränderungen, die sich im Blut bzw. Serum der Mutter abspielen. Leider haben die außerordentlich mühevollen Arbeiten der Autoren — ich nenne hier besonders Namen wie *Ludwig Fränkel*, *Rosenthal*, *Dienst*, *Heinemann* — und viele andere, nicht das gehalten, was man von ihnen erhoffte. Sie alle haben von verschiedenen Gesichtspunkten aus, auf die ich hier nicht näher eingehen will, versucht, gewisse Eigenschaften, die nur im Serum von Schwangeren vorhanden sind, zu charakterisieren; fast alle haben bis zu einem gewissen Grade auch positive Resultate erhalten, jedoch hat es sich im Laufe der Zeit herausgestellt, daß ihre Zuverlässigkeit nur bedingt ist, daß eine große Anzahl Einschränkungen nötig sind, um die Resultate verwerten zu können. Erst *Abderhalden* ist es gelungen, diese Frage zu lösen und eine Serodiagnose der Schwangerschaft anzugeben. *Abderhalden* ist dabei von folgenden Überlegungen ausgegangen: Jeder Eiweißkörper — in gleicher Weise gilt dies auch für die Kohlehydrate und Fette —, der im Blute normalerweise nicht vorkommt, wird als „blutfremd“ angesehen und muß in ganz bestimmter Richtung umgewandelt werden, um dem betreffenden Organismus einverleibt bzw. unschädlich gemacht werden zu können. Dieses Abbauen, wie man das Zerlegen der Eiweißkörper nennt, wird nach *Abderhalden* von Fermenten besorgt, die er in diesem Falle als Schutzfermente bezeichnet. Diese Fermente finden sich normalerweise nicht im Serum, sondern sie werden erst, wenn diese blutfremden Stoffe eindringen, gebildet und verrichten ihre Arbeit, ohne selbst angegriffen oder abgenutzt zu werden. Man bezeichnet diese Zufuhr von Eiweißkörpern, die man durch subkutane oder intravenöse Injektion dem Organismus einbringt, zum Unterschied von der sogenannten enteralen Einverleibung, die vom Darm aus erfolgt, wie es also bei der Nahrungsaufnahme der Fall ist, als parenteral. Bei ersterer wird von den Zellen der Leber und Darmwand die Umwandlung des blutfremden Materials in bluteigenes vollzogen, Schutzfermente im obigen Sinne sind also hierbei nicht nötig, obwohl bei Überschwemmung mit blutfremden Stoffen auch diese Zellen einmal versagen können; ein Auftreten von Schutzfermenten wird dann wohl die Folge sein müssen.

Dieses Experiment hat gewissermaßen die Natur selbst in der Schwangerschaft verwirklicht. Durch die Untersuchungen von *Veit*, *Schmorl* und *Weichardt* ist nämlich erwiesen worden, daß dauernd Eiweißbestandteile der Frucht, die dem kindlichen Anteil des Mutterkuchens angehören, sogenannte Chorionzotten in die Blutbahn des mütterlichen Organismus übergehen. Diese Eiweißkörper müssen als blutfremd angesehen werden; die nächste Folge muß also ein Auftreten von Schutzfermenten im Serum der Mutter sein. Ich möchte hierbei hervorheben, daß auch heute noch nicht sicher bewiesen ist, ob bei dem Übertreten der kindlichen Eiweißkörper

ins Blut der Mutter tatsächlich morphologische Bestandteile in Betracht kommen oder ob es sich dabei um chemische Körper handelt. Jedenfalls kommt es darauf an, diese Schutzfermente im mütterlichen Serum nachzuweisen und hierzu bediente sich *Abderhalden* zweier Methoden, der sogenannten optischen Methode und des Dialysierverfahrens. Das Wesen der ersteren besteht darin, daß man das Plasma auf einen in bestimmter Weise vorbereiteten Eiweißkörper, ein aus menschlichen Plazenten hergestelltes Pepton einwirken läßt, das Drehungsvermögen dieses Gemisches im Polarisationsapparat beobachtet und feststellt, ob Änderungen eintreten. *Abderhalden* fand nämlich bei seinen experimentellen Untersuchungen, daß Plasma von einem normalen Hunde, das man auf Eiweißkörper oder Peptone einwirken läßt, keine oder nur geringe Drehungen im Polarisationsapparat zur Folge hat. Wurden jedoch diesem Hunde vor der Blutentnahme subkutan oder intravenös Eiweißkörper einverleibt, so traten Änderungen im Drehungsvermögen auf. Die optische Methode ist schwierig und verlangt natürlich den Besitz eines sehr kostspieligen Apparates. Ganz anders verhält es sich mit dem Dialysierverfahren, das ich jetzt gemeinsam mit *Frank* in weit über 100 Fällen erprobt und als zuverlässig erkannt habe. Diese Methode geht von dem Gedanken aus, daß Eiweißkörper durch tierische Membranen nicht diffundieren, während dies bei den fermentativen Abbauprodukten der Fall ist; es treten also dann in der Außenflüssigkeit Körper auf, die sich mittels chemischer Reaktionen, also besonders der Biuretreaktion (30 % Natronlauge + sehr verdünnte Kupfersulfatlösung) nachweisen lassen. Damit ist schon die Versuchsanordnung beschrieben. In einem Dialysierschlauch läßt man das Serum auf einen Eiweißkörper — in diesem Falle Plazenta, in der durch Kochen die biuretgebenden Stoffe entfernt worden sind — einwirken. Die Abbauprodukte dialysieren in das vom Dialysierschlauch umgebene destillierte Wasser — am besten bei 37° im Brutschrank — und lassen sich hier mittels der Biuretreaktion nachweisen. Leider ist nun die Reaktion nicht so einfach, wie sie nach dieser Beschreibung klingt. Das Erkennen, ob es sich um ein positives oder negatives Resultat handelt, kann nämlich außerordentlich schwierig sein. Aus diesem Grunde hat auch *Abderhalden* ein neues Mittel angegeben, das einfach und bequem die Anwesenheit der Abbauprodukte erkennen läßt, das Triketohydrindehydrat. Die Technik ist einfach, weil nur die Außenflüssigkeit mit einigen Tropfen einer 1 prozentigen Lösung dieses Präparates gekocht zu werden braucht, um bei positivem Ausfall eine Violett-färbung, bei negativem Ausfall eine schwache Gelbfärbung zu zeigen. Selbstverständlich wird auch hier die Entscheidung manchmal recht schwierig; natürlich sind stets Kontrollen des zu untersuchenden Serums allein ohne Zusatz von Plazenta anzustellen.

Noch ein Wort zum ersten Auftreten bzw. Verschwinden der Reaktion. Natürlich wird es ja in allererster Linie darauf ankommen, zweifelhafte Graviditäten als solche zu erkennen, und das ist

uns in letzter Zeit in allen Fällen gelungen. Klinisch handelt es sich bei diesen Patientinnen um Frauen, die nach dem Tastbefund nicht als gravid mit Sicherheit zu erkennen waren, also um etwa 5—6 Wochen alte Schwangerschaften. Im Wochenbett haben wir bis zum 7. Tage immer positive Reaktion erhalten, vom 8. Tage an wechselte der Ausfall, vom 13. Tage an war die Reaktion stets negativ.

Auf Grund dieser Erfahrungen, die sowohl von *Abderhalden* als auch von uns gemacht wurden, kann die *Abderhaldensche* Schwangerschaftsreaktion auch für die frühesten Stadien der Schwangerschaft als völlig zuverlässig angesehen werden.

Chemie und Technik extrem hoher Temperaturen.

Von Dr. Hans Goerges, Danzig.

Um zu hohen Temperaturen zu gelangen, kann man zwei voneinander verschiedene Wege einschlagen. Man führt dem zu erheizenden Stoff die bei einer chemischen Umwandlung erzeugte Wärme zu, indem man ihn in die Nähe des reagierenden Materials (Brennstoff) bringt, oder ihn damit vermischt. Das ist das uralte Verfahren der materiellen Erhitzung. Seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts kennen wir ein zweites Heizverfahren, die elektrische Erhitzung, die sich in sehr vielen Fällen der materiellen überlegen gezeigt hat. Die höchsten irdischen Temperaturen ließen sich bisher nur durch den elektrischen Strom erreichen; nur durch ihn kann man gewaltige Energiemengen in kleinem Raum konzentrieren.

Daher benutzt man heute zur Erzeugung extrem hoher Temperaturen im Laboratorium fast ausschließlich elektrische Öfen. Nur eine Form der materiellen Erhitzung kommt daneben für wissenschaftliche Zwecke in Betracht. Das ist die Explosion. Sie hat bei der Untersuchung von Gasen gute Dienste geleistet.

Apparate zur Erzeugung hoher Temperaturen.

Die ersten Versuche, zu extrem hohen Temperaturen zu gelangen, hat *Despretz* (1849) angestellt. Er konstruierte einen elektrischen Widerstandsofen und einen Lichtbogenofen. *Despretz* hatte jedoch keine besonderen Erfolge zu verzeichnen, weil es damals an Einrichtungen zur Erzeugung von starken elektrischen Strömen fehlte. *Moissan* fand günstigere Bedingungen vor, als er 1891 die Gedanken *Despretz'* wieder aufnahm. Er war der erste, der mit Hilfe seines Lichtbogenofens das Gebiet extrem hoher Temperaturen betrat. So trefflich sich der *Moissansche* Ofen bewährt, wenn es gilt, Stoffe auf die höchsten Temperaturen zu erhitzen, so wenig eignet er sich für exakte Untersuchungen. In ihm gibt es kein endliches Gebiet von merklich konstanter Temperatur. Räume mit gleichmäßiger, meßbarer Temperatur lassen sich nur in Widerstandsofen realisieren. Elektrische Öfen mit einem Heizwiderstand aus Platin (*Heraeus*) sind seit längerer Zeit bekannt. Sie liefern indessen nur

Temperaturen bis zu etwa 1300° C. Etwas höher kommt man in den Kryptolöfen¹⁾, die allerdings für viele Arbeiten wenig geeignet sind. Den ersten für exakte Untersuchungen bei hohen Temperaturen (bis 2000° C) brauchbaren Widerstandsofen hat *Nernst*²⁾ konstruiert (1903). Nachdem die Versuche Heizrohre aus hochfeuerfesten Oxyden herzustellen (*Nernstlampe*) zu keinen günstigen Resultaten geführt hatten, benutzte *Nernst* ein Rohr aus Iridium. Dieses, in *Magnesia usta* eingebettete Rohr wurde von einem starken, niedrig gespannten Wechselstrom durchflossen und dadurch in heftigste Glut versetzt. Die Temperatur wurde optisch gemessen. 2000° war die obere Grenze. Die erreichten Temperaturen waren also nicht besonders hoch. *Moissan* war in seinem Lichtbogenofen weit über 2000° gekommen. Wenn wir hier trotzdem den *Nernstschen* Iridiumofen als einen Ausgangspunkt bezeichnen, so geschieht das deshalb, weil *Nernst* nicht nur hohe Temperaturen, sondern zugleich meßbare erreicht hat. Innerhalb des glühenden Iridiumrohres befand sich ein Raum von merklich konstanter Temperatur. Mit seinem Ofen konnte *Nernst* exakte Dampfdichtebestimmungen ausführen und das Stickoxydgleichgewicht untersuchen. Leider wurde dem Bestreben zu höheren Temperaturen zu gelangen durch den Schmelzpunkt des Iridiums (2360°) eine Grenze gesetzt. Die Form eines Ofens für exakte Untersuchungen aber war gegeben. Es handelte sich jetzt nur darum, einen geeigneten Heizkörper zu finden, der den höchsten Temperaturen widersteht.

Es ist bemerkenswert, daß die Entwicklung der elektrischen Beleuchtung jener der Elektrothermie vollkommen parallel läuft. Die erste elektrische Lichtquelle war der Lichtbogen, erst später wurde die Glühlampe erfunden, die das Bogenlicht immer mehr zurückdrängt.

Auch zu Heizzwecken hat man zuerst den Lichtbogen benutzt. Heute steht der elektrische Vakuum-Widerstandsofen bei wissenschaftlichen Untersuchungen im Vordergrund. Ganz wie in der Glühlampe ein Kohle- oder Metallfaden, wird hier ein Kohle- oder Metallrohr im Vakuum durch den Strom erhitzt. Die ersten Erfolge hat man in Kohlerohröfen erzielt. Kohle ist billig und leicht zu bearbeiten. Ihre trefflichste Eigenschaft für unsere Zwecke ist ihre einzig dastehende Feuerbeständigkeit im Vakuum.

Die ersten Vakuumwiderstandsöfen mit einem Heizkörper aus Kohle sind in Amerika gebaut. Ein sehr vollkommener Ofen, den *Arsem* im Laboratorium der *General Electric Co.* (Schenectady) konstruierte, wurde bereits im Jahre 1906 veröffentlicht³⁾.

In einem wassergekühlten, luftleeren Metallgefäß wird durch den Strom eine Heizspirale aus Graphit erhitzt. Um Wärmeverluste durch Strahlung zu vermeiden, ist die Heizspirale von einem zylinder-

1) Kryptol ist ein grob gekörntes Material, das aus einem Gemisch von Carborundum, Ton und Graphit hergestellt ist. Es leitet den elektrischen Strom und dient in den Kryptolöfen als Heizwiderstand.

2) *Nernst*, Zeitschr. f. Elektrochemie 9, p. 622 (1903).

3) *Arsem*, Journ. Americ. Chem. Soc. 28, 921—35.

förmigen Gefäß aus Graphit, dem „Strahlungskasten“ umgeben. Der Raum innerhalb der Heizspirale kann gleichmäßig bis zu 3000°C und darüber erhitzt werden.

Viele Vakuumöfen, die seither konstruiert wurden, nähern sich der Form des Arsenischen Ofens in dem Grade sie brauchbarer werden. Das ist der beste Beweis für die Zweckmäßigkeit dieses Apparates, der im Dienste der Technik steht. Dort hat er hervorragendes geleistet. Ist es doch die *General Electric Co.* gewesen, die zuerst ziehbares Wolfram herstellte und dadurch große Umwälzungen in der Glühlampenindustrie herbeiführte. Die wissenschaftlichen Forscher, denen nicht die reichen Mittel eines großen Werkes zu Gebote stehen, haben Öfen konstruiert, die sie einmal den vorhandenen Stromquellen und dann den vorzunehmenden Untersuchungen anpassen mußten.

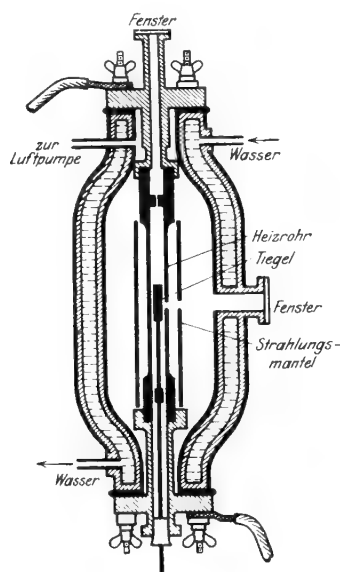


Fig. 1.

Hier ist der Ofen von *Hempel*¹⁾ zu nennen, der als Heizkörper 8 Kohlenstäbe von 5 mm Durchmesser benutzt. Die Stäbe verbinden, parallel laufend, zwei Platten, die mit den Polen der Kabel verbunden werden. *Hempel* erreicht Temperaturen bis zu 2300°C .

Sehr viel geeigneter für wissenschaftliche Untersuchungen ist der Vakuumwiderstandsofen von *Otto Ruff*²⁾ (Fig. 1).

In einem doppelwandigen, zylindrischen Gefäß aus Bronze befindet sich isoliert ein Kohlerohr, dessen Enden mit den Stromzuführungen am oberen und unteren Ende des Metallgefäßes verbunden sind. In der Mitte des Bronzemantels sind Schaulöcher, durch Fenster aus Quarzglas verschlossen, angebracht. Es ist auch möglich, von oben durch ein Fenster in das Innere des Heizrohres zu sehen. Zur Verhinderung der Wärmestrahlung ist das Kohlerohr von einem zweiten, größeren umgeben. Leitet

man einen starken Strom durch das innere Kohlerohr, so gerät es bald in heftige Glut. Der Raum innerhalb des Kohlerohres hat in einem gewissen Gebiet gleichmäßige Temperatur, die durch ein Pyrometer gemessen werden kann. In diesen Raum bringt man die zu erhaltenden Substanzen, die sich entweder in einem Tiegel befinden oder in Stabform in den Heizraum geschoben werden. Vor dem Anheizen wird der Ofen luftleer gemacht oder mit einem indifferenten Gas (Stickstoff, Wasserstoff) gefüllt.

Die Nachteile dieser Konstruktion bestehen darin, daß das Vakuum kein besonders gutes ist. Die Folge davon ist, daß die Ofenatmosphäre kohlend wirkt. Der Vakuumofen mit Kohlerohrwiderstand eignet sich in erster Linie für die Untersuchung von Karbiden und Stoffen, die mit Kohlenstoff gesättigt sind. Reine Metalle kann man kaum darin schmelzen, weil sie Kohlenstoff aufnehmen. Um die schädliche Wirkung der Kohle zu vermeiden, hat man die Versuche mit Metallwiderständen

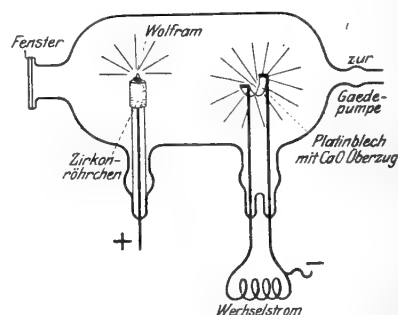


Fig. 2.

wieder aufgenommen. *v. Wartenberg*¹⁾ benutzte ein Rohr aus gepreßtem Wolfram, ebenso *Fischer* und *Tiede*²⁾.

Wolfram ist seines hohen Schmelzpunktes wegen (etwa 3000°C .) das Metall, das hierfür vor allen anderen in Frage kommt. Leider läßt es sich schwer bearbeiten. Es ist deshalb bisher noch nicht gelungen größere Widerstandsrohre aus Wolfram herzustellen.

Etwas außerhalb dieser Entwicklungsreihe, die danach hinstrebt, einen Raum mit gleichmäßiger, konstanter und meßbarer Temperatur zu schaffen, stehen einige Konstruktionen, die den Vakuumlichtbogen (Kathodenstrahlen) zur Erhitzung verwenden.

*Von Wartenberg*³⁾ bestimmte den Schmelzpunkt des Wolframs in dem in Fig. 2 skizzierten Apparat. Verwendet wird dabei die Eigenschaft der Oxyde der alkalischen Erden, im weißglühenden Zustand Elektronen auszusenden. In einem Glasgefäß, das weitgehend evakuiert ist, befindet sich ein Platinblech mit einem dünnen Überzug von Calciumoxyd, das durch Wechselstrom auf Weißglut erhitzt wird.

¹⁾ *v. Wartenberg*, Zeitschr. f. Elektrochemie 15, p. 867.

²⁾ *Fischer und Tiede*, Ber. 44, p. 1718.

³⁾ *v. Wartenberg*, Verh. phys. Ges. 12, p. 125; 1910.

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie 23, p. 289 (1910).

²⁾ Berl. Ber. 43, p. 1564 (1910); Zeitschr. f. angew. Chemie 24, p. 1459 (1911).

Dem Platinblech gegenüber ragt aus einem Röhrchen aus Zirkonoxyd die Spitze eines Wolframstäbchens heraus. Verbindet man nun das Platinblech mit dem negativen, das Wolframstäbchen mit dem positiven Pol einer 220-Volt-Leitung, so fließt ein starker Strom zwischen Platinblech und Wolframstab, weil durch die angelegte Potentialdifferenz der Austritt von Elektronen aus dem glühenden Calciumoxyd stark begünstigt wird. Die Elektronenströme (weiche Kathodenstrahlen) treffen auf die Spitze des Wolframstäbchens und bringen es zum Schmelzen. Die Temperatur des schmelzenden Metalls wird optisch gemessen. Auch die harten Kathodenstrahlen hat man auf ähnliche Weise zur Erhitzung benutzt. Man kann durch diese Anordnung beliebig hohe Temperaturen erreichen.

Für Schmelzpunktbestimmungen eignet sich außerdem das Verfahren der direkten Widerstandserhitzung. Von Pirani und Meyer¹⁾ bestimmten den Schmelzpunkt von Tantal, indem sie durch ein Tantalband im Vakuum elektrischen Strom schickten, bis das Band durchschmolz.

Temperaturbestimmung.

Weit größere Schwierigkeiten als die Erzeugung hoher Temperaturen bietet die Messung derselben. Solange man Thermoelemente zur Temperaturmessung verwenden kann, hat man noch einigermaßen sicheren Boden unter den Füßen. Ist man bei extrem hohen Temperaturen auf ausschließlich optische Bestimmung angewiesen, so wird man sich des Gefühls der Unsicherheit nicht erwehren können. Die Grundlagen für die optische Temperaturbestimmung sind die für den schwarzen Körper gültigen Strahlungsgesetze. Nun gibt es keine absolut schwarzen Körper; es müssen daher Korrekturen angebracht werden. Man mißt oder vergleicht entweder die gesamte vom Körper ausgesandte sichtbare Strahlung (Pyrometer von Holborn und Kurlbaum) oder bestimmt die Intensität von Licht einer bestimmten Wellenlänge (Pyrometer von Wanner). Die mit solchen Apparaten gefundenen Temperaturen sind nur dann richtig, wenn die Strahlungsgesetze genügend genau sind. Andernfalls kann man nur Temperaturen vergleichen. Für die Technik reicht das aus. In der Industrie, namentlich in der keramischen, werden zur Temperaturbestimmung Segerkegel benutzt. Es sind dies kleine Kegel, die aus einem bestimmten Gemisch reiner Oxyde hergestellt wurden. Nach der Höhe ihres Schmelzpunktes werden sie numeriert. Das Niederschmelzen eines Segerkegels zeigt an, daß die Temperatur seinen Schmelzpunkt erreicht hat.

Untersuchungen bei hohen Temperaturen.

Die experimentelle Erforschung der Eigenschaften der Stoffe bei extrem hohen Temperaturen befindet sich noch im Anfang der Entwicklung. Über die Schmelz- und Siedepunkte der Elemente sind wir noch lange nicht genügend orientiert. Noch weniger wissen wir von den thermischen Eigen-

schaften der Stoffe bei hohen Temperaturen, von den Gleichgewichtszuständen.

Die ersten umfangreichen exakten Untersuchungen bei extrem hohen Temperaturen haben Nernst¹⁾ und seine Mitarbeiter in dem Iridiumofen ausgeführt. Es wurden die Dampfdichten und Siedepunkte einer Reihe von Metallen und einiger Verbindungen untersucht. Es zeigte sich, daß alle Metalle einatomig verdampfen. Mit den Siedepunkten von Metallen hat sich auch Greenwood²⁾ in ausgedehnten Untersuchungen beschäftigt. Er verwendet Öfen mit einem Kohlerohr als Heizwiderstand. Nernst und seine Mitarbeiter³⁾ haben außerdem die Eigenschaften von Gasgemischen bei hohen Temperaturen mit Hilfe von Explosionen untersucht. Der auftretende Maximaldruck wird gemessen. Aus ihm kann man die Maximaltemperatur und die spezifischen Wärmen der einzelnen

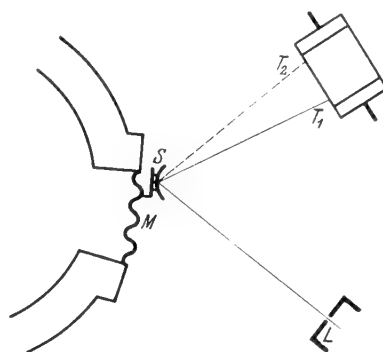


Fig. 3.

Gase berechnen. Auch Gleichgewichtszustände wurden nach dieser Methode bestimmt. In welcher Weise der Maximaldruck gemessen wurde, veranschaulicht Fig. 3. Von L fällt ein Lichtstrahl auf den Spiegel S und wird nach T reflektiert. Hier trifft er auf einen Streifen lichtempfindlichen Papiers, das um einen rotierenden Zylinder gelegt ist. Bei der Explosion wird die Stahlmembran M nach außen gedrückt, der Spiegel verdreht und so der Lichtstrahl abgelenkt. Aus der Kurve, die man nach der Entwicklung des Streifens erhält, kann man den Maximaldruck berechnen.

Die elektrischen Öfen der Großindustrie.

Während der Forscher danach strebte, Öfen zu konstruieren, mit denen man meßbare Temperaturen erzeugen kann, war in der Großindustrie die Wirtschaftlichkeit der leitende Gesichtspunkt. Die Aluminiumindustrie hat zuerst mit großen elektrischen Öfen gearbeitet. Allerdings brauchte sie keine besonders hohen Temperaturen. Der elektrische

¹⁾ Nernst, Zeitschr. f. Elektrochemie 9, p. 622 (1903). v. Wartenberg, Ber. Deutsch. chem. Ges. 39, p. 380 (1906) und Zeitschr. f. anorg. Chemie 56, p. 321 (1908).

²⁾ Greenwood, Zeitschr. f. Elektrochemie 18, p. 319 (1912).

³⁾ Picr, Zeitschr. f. Elektrochemie 15, p. 536; 10, p. 897 (1910). Bjerrum, Zeitschr. f. Elektrochemie 17, p. 731 (1911); 18, p. 101 (1912).

¹⁾ v. Pirani und Meyer, Zeitschr. f. Elektrochemie 17, p. 908.

Strom wird hauptsächlich seiner elektrolytischen Wirkung wegen benutzt. Der thermische Effekt kommt erst in zweiter Linie in Betracht.

Zur Darstellung von *Kalziumkarbid* konstruierte man Öfen, bei denen der elektrische Strom nur Heizquelle ist. Das Modell für die hier verwandten Öfen ist der von *W. Siemens* (1879) konstruierte Apparat (Fig. 4). Den positiven Pol bildet ein Kohletiegel, den negativen ein Kohlestab. Durch

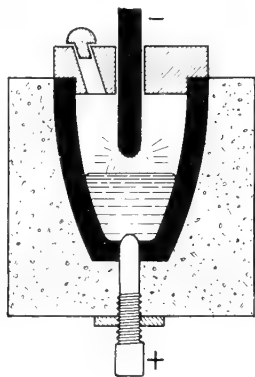


Fig. 4.

Berührung der oberen beweglichen Elektrode mit dem Tiegelboden wird ein Lichtbogen erzeugt, der durch das Reaktionsgemisch „zugedeckt“ wird. Der Ofen arbeitet nun als Widerstandsofen. Die Karbid-industrie hat die Technik der Elektrothermie zur höchsten Vollendung gebracht. Anfangs war man sehr ängstlich bezüglich des Tiegelmateri- als. Man verwendete nur hochfeuerfeste Materialien und kleidete diese mit Kohle aus. Heute macht man den Tiegel aus Eisenblech. Die Zone extrem hoher Temperatur wird in die Beschickung eingebettet. Der Tiegel selbst erwärmt sich nur wenig. Dieses Verfahren, das die Beschickung als Ofenwand und zugleich auch als Heizwiderstand benutzt, hat es möglich gemacht, die riesigen modernen Öfen zu bauen. Nur die bewegliche, in das Reaktionsgemisch tauchende Elektrode muß aus hochfeuerfestem Material, aus Kohle bestehen.

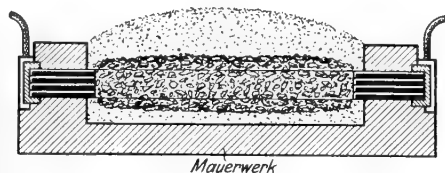


Fig. 5.

Reine Widerstandserhitzung wird zur Herstellung von Carborundum und Graphit benutzt (Fig. 5). Auch hier durchfließt der Strom das Reaktionsgemisch.

Nachdem die Elektrothermie an den Problemen erstarkt war, die sich nur durch sie lösen ließen, konnte sie erfolgreich hochentwickelte Verfahren der materiellen Erhitzung verdrängen. Heute verwendet man in ausgedehntem Maße elektrische

Öfen zur *Stahlerzeugung*. Bereits *Siemens* hatte versucht, Eisen in seinem Lichtbogenofen zu raffinieren. Es gelang ihm aber nicht, die hohe Temperatur des Lichtbogens in zweckmäßiger Weise auf die Schmelze zu übertragen. Heute schützt man das Eisen durch eine darauf schwimmende Schlackenschmelze, die die Hitze gleichmäßig verteilt. Besonders interessant sind die Induktionsöfen, bei denen Elektroden überflüssig sind. Eine geschlossene ringförmige Schmelzrinne, die mit Eisen gefüllt ist, bildet den sekundären Stromkreis, in dem

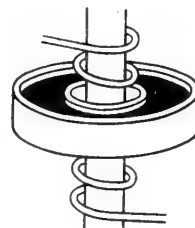


Fig. 6.

Ströme von vielen tausend Ampere induziert werden (Fig. 6). Man hat auch elektrische Hochöfen konstruiert, die jedoch kaum mit den bisherigen in Wettbewerb treten können. Der teure elektrische Strom kann wirtschaftlich zur Heizung nur dann verwandt werden, wenn es sich um Spezialeffekte handelt, durch die er der materiellen Erhitzung überlegen ist.

Es ist aber vor auszusehen, daß die Elektrothermie mehr und mehr die Kohle zurückdrängen wird. Schon allein deshalb, weil unsere Zeit einen Raubbau der irdischen Energiequellen betreibt. Kommende Geschlechter werden ja auf den, aus Wasserkraften gewonnenen, elektrischen Strom fast ausschließlich angewiesen sein.

Der Bau alpiner Gebirge¹⁾.

Von Privatdozent Dr. R. Lachmann, Breslau.

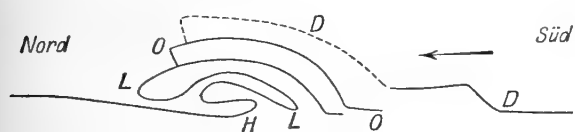
Die Vorstellung von der Einheitlichkeit in der Bildung von Gebirgen hat in den letzten Jahrzehnten durch die Fortschritte in der Erkenntnis vom Bau der Alpen starke Einbuße erlitten. Nicht Faltenwellen sind es, wie im Jura, in den Appalachen und im Ural, welche den Grundtypus des alpinen Gebirgsbaues darstellen, sondern dünne Bewegungslamellen, Decken genannt, welche durch Bewegung vornehmlich in horizontaler Richtung übereinander geschichtet worden sind. Die von *Schardt*, *Lugeon* und *Termier* begründete, von *Steinmann*, *Suess* und *Uhlig* übernommene und ausgebildete *Deckenlehre* will den Aufbau der Alpen in der Weise erklären, daß die vier heute im Alpenkörper vereinigten helvetischen, lepontinischen, ostalpinen und dinarischen Massen (Fig. 1) nach Süden zu auseinander zu reihen sind und hier vor der Alpenfaltung nebenein-

¹⁾ Vortrag, gehalten in der Sitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Berlin am 5. Februar 1913.

ander als gesonderte Sedimentationsbezirke bestanden haben.

Im einzelnen bestehen nun diese vier Zonen nicht aus einer einzigen liegenden Falte oder Überschiebungsdecke, sondern die helvetischen und leptoninischen Anteile der Alpen werden wieder in je bis zu acht Decken, die ostalpine Region in mindestens zwei Decken aufgelöst, die ihre Lage zueinander durch Schub von Süden nach Norden unabhängig von der endgültigen Zonengruppierung erhalten haben müssen.

Aber selbst mit dieser außerordentlichen Massenkonzentration durch Südschub kommt die Deckenlehre nicht aus. *Arnold Heim* und *Kober* haben in weitgehendem Maße von der Hilfstheorie der „Deckeneinwicklung“ Gebrauch gemacht. Bei dieser Vorstellung war noch nach der Überschiebung der vier Hauptzonen im Körper der Alpen ein starker Südschub am Werke, durch welchen beispielsweise der hangendste Teil des Lepontinums (Radstädter Tauerntrias) in den liegendsten Teil des Ostalpinums (Quarzite und Gneise) eingefaltet und in dieser Umhüllung um mehr als 50 km nach Norden verfrachtet ist.



Schema der Alpen nach der Deckenlehre in der heutigen Form. *H* = Helveticum, *L* = Lepontinum, *O* = Ostalpinum; *D* = Dinaricum.

Fig. 1.

Nehmen wir also die konsequenten Vertreter der Deckenlehre beim Wort, so müssen wir, um die Lage der Südalpen vor der Faltung zu rekonstruieren, zunächst die Deckensysteme aus ihrer gegenseitigen Verschlingung auseinanderwickeln, zweitens die vier Faziesbezirke durch Ausglättung der Hauptwellen nebeneinander setzen und endlich innerhalb jedes Deckensystems die Verfallung der Unterzonen entwirren. Ein Rekonstruktionsversuch unter diesen Gesichtspunkten führt zu einer Verlegung der Südalpen vor der Faltung um nicht weniger als 1660 Kilometer! Aus der Gegend der heutigen Sahara also, auf Hunderte von Meilen Entfernung, soll eine Gesteinshaut, deren Dicke bestenfalls einige Tausend Meter beträgt, gegen Norden lamellenartig zum Alpenkörper zusammengeschoben sein.

Berufene Geophysiker haben sich gegen eine derartige Annahme ausgesprochen, weil sie mit den Gesetzen der Mechanik in Widerspruch steht.

Die Gesteine, welche die äußere Erdrinde zusammensetzen, haben eine so geringe Standfestigkeit, daß bedeutende horizontale Bewegungen einer äußeren Erdhaut ohne Anteilnahme des Untergrundes ausgeschlossen sind. Mechanisch unmöglich ist auch die Bildung von liegenden Falten von mehr als 100 km Amplitude bei einer Schicht von höchstens einigen Kilometern Dicke, die nach den Berechnungen von *Smoluchowski* zu Faltenwellen von nur 10 bis 20 km Breite ausreichen.

In zweiter Linie stehen die räumlichen Schwierigkeiten. In den Pyrenäen könnte man, weil sie linear verlaufen, einen beliebig langen Erdhautstreifen zusammengeschoben denken. Anders in den typischen Deckengebirgen, den Alpen und Karpathen, welche mindestens zum Teil als Bögen verlaufen. Für die Westalpen z. B. steht, ihre einheitliche und zentrifugale Bildung vorausgesetzt, nur die eingeschlossene Fläche der Poebene als Ursprungsland der Deckmassen zur Verfügung. Der Krümmungsradius des inneren Alpenbogens beträgt hier nicht mehr als 50 km. Das ist also das theoretische Maximum des Außenschubes selbst bei unendlicher Dehnungsfähigkeit der Gesteine in der Horizontalen, die viel weitgehenderen räumlichen Anforderungen der heutigen Deckenlehre sind unerschwinglich. Wenn man gar bei der Bildung von Deckengebirgen nur mit rein mechanischen Faktoren der Beanspruchung rechnet, darf man für die westliche Alpenhälfte überhaupt nur wenige Kilometer an zentrifugaler Gesamtbewegung voraussetzen.

Eine Quelle von Widersprüchen ist endlich in der für die Deckenlehre bestehenden Notwendigkeit gelegen, eine Einheitlichkeit im Aufbau der Alpen zu erkennen, welche sowohl das Material jeder Bewegungslamelle, wie ihre Bewegungsrichtung, und die Zeit ihrer Entstehung betrifft. Wie könnte man im Sinne der Deckenlehre die leptoninische Zone in den Zentralalpen von Savona bis zum Semmering in einheitlichem Zuge nachweisen, wenn diese Gebirgsmasse stückweise und zu verschiedenen Zeiten aus dem italienischen Süden heraufgewandert wäre?

Die neusten Spezialforschungen haben die Vorstellung von der Einheitlichkeit der Alpen im Sinne der klassischen Deckenlehre von *Termier* widerlegt und uns vor die Frage gestellt, entweder das gesamte Tatsachenmaterial, auf welches sich die Deckenlehre aufbaut, in Zweifel zu ziehen, wie jüngst *Mylius* getan hat, oder aber unter weitgehender Anerkennung der Beobachtungen dieselben zu einer anders gearteten Auffassung zu gruppieren.

Der Vortragende hält den ersten Weg für ungangbar, weil einige gesicherte Überschiebungstat-sachen unter allen Umständen bestehen bleiben müssen und möchte dafür den metamorphen und kristallinen Gesteinsmassen, welche fast ausschließlich die eigentlichen Zentralalpen zusammensetzen, eine entscheidende Rolle bei der Bildung der Alpen zumessen.

Petrographische Beobachtungen, besonders von *Weinschenk*, *Becke* und *Sander*, haben übereinstimmend ergeben, daß in diesen Teilen der Alpen die Deformationen und die kristalline Mobilität des Gefüges ganz überwiegend parallel verlaufen.

Die Lehre von der Dynamometamorphose will die Kristallinität als Folge der Gebirgsbildung deuten. Man kann das Verhältnis auch umgekehrt auffassen und sich fragen, ob nicht der Zustand der Kristallinität die außerordentliche „Durchbewegtheit der Tektonite“ — um einen Sanderschen Ausdruck zu gebrauchen — ermöglicht hat.

Und da die Steinmannsche Aufbruchszon in Graubünden, die Schieferhülle der Tauern und die

Glanzschiefermassen von Wallis nichts anderes sind, als vergrößerte derartige Tektonite, so kann man die angedeutete Auffassung dahin erweitern, daß die Struktur der Zentralalpen bedingt wurde durch den besonderen physikalischen Zustand der an ihrem Aufbau beteiligten Gesteinsmassen.

Es läßt sich nämlich die Behauptung begründen, daß die Struktur der inneren Alpen nur einen extremen Spezialfall darstellt jener besonderen Art von Raumerfüllung, die allen „*kristallokinetisch*“ gewordenen, d. h. in Relativbewegung unter Lösungsumsatz begriffenen Mineralmassen eigen ist.

Bei einem Gletscher legen sich die Eisschichten, sobald er einen Querschnitt einengen muß, in so enge Schlingen, daß die wirkliche seitliche Kompression in gar keinem Verhältnis zu der erzielten scheinbaren linearen Verkürzung steht.

Einem andern Beispiel kristallokinetischer Raumerfüllung begegnen wir in den Salzlagerstätten. Ein geschichteter Salzkörper, welcher unter

homogener Körper in Berührung mit ihrer gesättigten Lösung anzuknüpfen. Indessen bedarf dieses Prinzip noch einer bedeutenden Erweiterung, ehe die physikalische Formulierung der hauptsächlichsten Deformationen in der Erdrinde als befriedigend angesehen werden kann.

Die kristallokinetische Unterströmung wird angeregt durch Störungen des isostatischen Gleichgewichts im Untergrunde (siehe die beistehenden schematischen Zeichnungen). Die Strömungsrichtung ergibt sich aus der relativen Höhenlage der Nachbarschaft des Störungstreifens. Dadurch bildet sich Rückland und Vorland. Über den strömenden Untergrund muß sich infolge der Verzahnung der indifferenten und der beweglichen Zone die sedimentäre Hülle in Falten legen. Die Narbenfläche zwischen Rückland und der abtreibenden Faltenmasse wird durch Sedimentation oder durch Aufdringen von Eruptiven, häufig durch beides, maskiert.

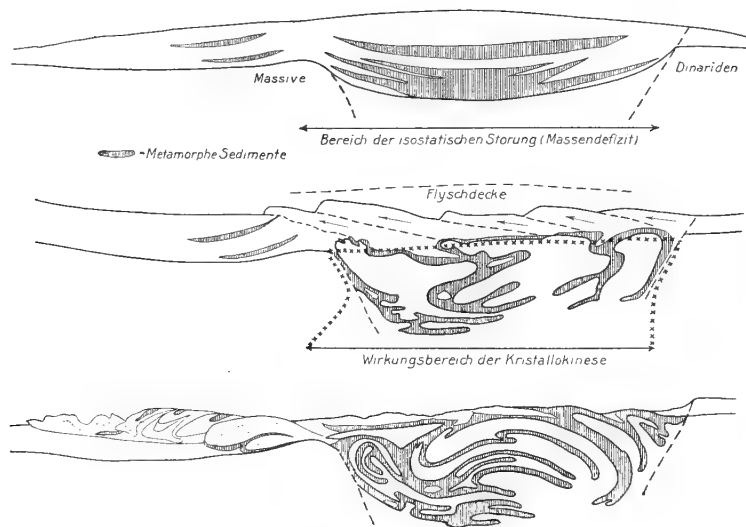


Fig. 2—4.

Lösungsumsatz in einem Salzstock auftritt, zeigt weitausholende Falten auch dort, wo das unlösliche Nebengestein keinerlei räumliche Horizontalbewegungen erkennen läßt.

Der Vortragende zeigt in einer großen Reihe von Lichtbildern, daß ähnliche Verhältnisse auch in der Zentralzone der Alpen herrschen. *Baltzer, Frech, Sander und Stark* haben Faltungserscheinungen an der Grenze verschiedengradig umkristallisierter Gesteinsmassen aus den Alpen zur Darstellung gebracht, aus denen sich entnehmen läßt, daß auch in den Alpen die Deformationen nicht durch einen regionalen Faltungsdruck hervorgerufen sein können, sondern als eine Art von Diffusion von in festem Zustand unter erhöhter Temperatur und Druck bei Lösungsumsatz kristallin bewegten Gesteinsmassen anzusprechen sind.

Man pflegt in der modernen Petrographie die molekularen Bewegungen in kristallinen Gesteinen an das Rieckesche Prinzip von der Deformation

Bei den meisten Gebirgen hat sich die Strömung innerhalb des kristallinen Sockels abgespielt. Die Besonderheit der alpinen Gebirge besteht in dem Hinaufgreifen der kristallokinetischen Zone in den Bereich der Sedimente. Die Entstehung der Schweizer Alpen unter den angedeuteten Gesichtspunkten ist in den beistehenden schematischen Zeichnungen wiedergegeben (Fig. 2—4).

Dieser Vorschlag zu einer Modifikation der Deckenlehre scheint geeignet, die vorher erwähnten Bedenken zu beseitigen. Die Südalpen liegen auch heute noch an Ort und Stelle. Die Widersprüche mit den mechanischen Gesetzen der Elastizitätslehre erklären sich durch die besondere Art der Raumerfüllung kristallinisch bewegter Massen. Eine Einheitlichkeit bei der Entstehung der Alpen darf nicht mehr erwartet werden. Die ja häufig ergebnislose Suche nach den „Wurzeln“, d. h. nach den Ausgangspunkten der Deckfalten in den Alpen — ein besonders wunder Punkt der Decken-

lehre in ihrer heutigen Form — beruht auf einer falschen Fragestellung. Die gesamten Zentralalpen sind gleichzeitig Wurzel- und Deckenland.

Der Vortragende verzichtet, wie vor ihm *Ampferer*, auf die Schrumpfungshypothese zur Erklärung der Faltengebirgsbildung, nachdem die Geophysik die Unhaltbarkeit einer derartigen Begründung dargelegt hat. Indem sie den Sitz der Faltungskraft aus dem hypothetischen feurigflüssigen Untergrund von *Ampferer* hinaufverlegt in eine Zone von bis etwa 10 km unter der Erdoberfläche, in welcher die Belastungsmetamorphose die Entstehung kristallokinetischer Strömung ermöglicht, wird sie der Tatsache gerecht, daß, soweit wir wissen, eine nur wenige Meilen dicke Erdhaut an dem Spiel der Gebirgsbildung beteiligt ist.

Von der Faltungserscheinung sind die Störungen in der Isostasie des Untergrundes zu trennen, welche vermutlich den ersten Anlaß zu Vertikalbewegungen gegeben haben. Nach Pendelbeobachtungen sind diese Störungen heute noch als „Massendefizit“ unter den Zentralalpen nachweisbar und klingen erst in über 100 km Tiefe aus. Im Gegensatz zur Faltung sind diese Massenstörungen also unserer direkten Beobachtung nicht zugänglich und ihre Erklärung muß deshalb voraussichtlich für immer hypothetisch bleiben. Von dem Borne vermutet Vertikalströmungen zweier spezifisch verschieden schwerer „salischer“ und „simischer“ Gesteinsmassen im Untergrunde der Faltengebirge.

Erläuterungen zu den Figuren 2—4.

Fig. 2. Das Vorland reicht bis zu den Massiven (Mercantour bis Aarmassiv). Das Rückland bilden die Sueßschen Dinariden. Die Belastungsmetamorphose breitet sich unregelmäßig in den alpinen Sedimenten aus. Die Störungen im Gleichgewicht des Untergrundes, welche bereits die mächtigen Sedimentationsreihen im Mesozoikum ermöglichten, decken sich mit der heutigen Verteilung des Massendefizits, welche die Dinariden verschont und (nach *Niethammer*) auf der Innenseite der Massive kulminiert.

Fig. 3. Sobald die metamorphen Sedimente auf ihrer kristallinen Unterlage zwischen den Widerlagern abwärts gleiten, setzt die kristallokinetische Diffusivströmung ein. Sie ergreift auch nicht-metamorphe Teile der Sedimente, wie andererseits kristalline und metamorphe Massen in den Bereich der indifferenten Hangendzone hinübertreten. Das Unterströmungsgefälle auf der Oberfläche der kristallokinetischen Zone bildet sich in der Richtung auf die tiefer gelegenen Massive aus. In gleicher Richtung sind die sich überschiebenden Deckschollen in Abwanderung begriffen. Da die Kristallokinese eine Senkung des Untergrundes voraussetzt, häufen sich gleichzeitig die Flyschsedimente auf und ermöglichen das Einbeziehen immer jüngerer Sedimentkomplexe in den Bereich der Kristallokinese. Die Strömungslinien sind großenteils Motiven der Argandschen Profile entnommen.

Fig. 4. Die Diffusiverscheinungen zwischen ehemaligen Sedimenten und kristallinen Schiefern haben den Grad der Verfaltung am Simplon erreicht.

Beim Zusammentreten zweier Gegenströmungen ist eine Gneißscholle vollständig wurzellos geworden (Dent-Blanche-Decke). Die Sedimenthüllen haben als lepontinische Decken die Massivschwelle überschritten. Die helvetischen Decken sind noch derart mit dem Massivboden verschweißt, daß man die Beteiligung der tieferen helvetischen Massen an der Kristallokinese während der Überwanderung voraussetzen muß. Bei der Rückhebung der Zentralalpen sind die voralpinen Decken zum Teil mechanisch abgeglitten (*Reyer, Schardt und Penck*).

Besprechungen.

Jesenko, Ein neues Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1911. XXIX. 273—284.)

Jesenko, Einige neue Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. (Ebenda, 1912. 81—93.)

Lakon, Georg, Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze. Ein neues Früh-treiberverfahren. (Zeitschr. f. Bot. 1912. IV. 561—582.)

Neuerdings sind Verfahren in die Praxis der Früh-treiberei eingeführt, die wesentlich rationeller sind, als die alte Form der Pflanzentreiberei allein durch feuchte Wärme, weil die neuen Verfahren vor allen Dingen Zeit und Heizung sparen. Gewissermaßen den Anstoß, nach neuen Treibeverfahren zu suchen, gab die Publikation von *Johannsen* im Jahre 1900 „über das Ätherverfahren beim Früh-treiben mit besonderer Berücksichtigung der Fliedertreiberei“. Diese Methode, die inzwischen viel angewandt worden ist, besteht darin, daß ruhende Fliedersträucher in große vollkommen luftdichte Kästen, in denen sich eine Ätheratmosphäre befindet, etwa 48 Stunden lang eingeschlossen werden. Die Äthertreiberei wurde dann abgelöst von dem „Warm-badeverfahren“. Von wissenschaftlicher Seite liegen von *Molisch* (Sitz. Ber. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, 1908, CXVII, Heft 1, 1909. CXVIII, Heft 6) über dieses Verfahren eingehende Untersuchungen vor. „Das Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß man die zu treibenden Pflanzen durch mehrere Stunden in warmem Wasser von bestimmter Temperatur liegen läßt, und hierauf in dem Treibraum aufstellt.“ Man macht Bänder von 9—12 Stunden Dauer bei 30—35°, die Erfolge sind sicher und gute. Es werden auf diese Weise besonders Maiblumen und Flieder getrieben, aber auch für eine Reihe anderer schönblühender Pflanzen schlägt *Molisch* dieses einfache Verfahren vor.

Die Art und Weise wie nun die Pflanzen veranlaßt werden, aus ihrem latenten Zustand, der Ruheperiode, herauszutreten, steht noch zur Diskussion. Gerade die letzten Arbeiten von *Jesenko* und *Lakon* auf diesem Gebiete machen die Erscheinung nur noch rätselhafter. Durch Einspritzen von Wasser in die ruhenden Knospen mittels einer Injektionsspritze hatte *Weber* schon früher ein vorzeitiges Austreiben erzielen können. *Jesenko* preßte vermittels eines eigens für diesen Zweck konstruierten Druckkessels Wasser, Alkohol und Äther durch die Schnittflächen abgeschnittener Zweige und brachte sie auf diese Weise zum Früh-treiben. Beide Autoren kamen zu der Überzeugung, daß es sich wohl-möglich um einen Wundreiz hier handelt, denn allein schon das Anstechen der schlummernden Knospen mit einer Nadel brachte denselben Effekt hervor. In seiner zweiten Arbeit modifizierte *Jesenko* seine Versuchsanordnung. Entsprechend der Molischschen Warmwasser-

bademethode badete er seine Pflanzen in mit Alkohol, Salzsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure und Weinsäure gesättigtem Wasser; diese Bäder vermögen „während der winterlichen Ruhepause bei einer Anzahl von Holzgewächsen das Austreiben der Knospen zu beschleunigen“. — „Eine höher konzentrierte Alkohol- oder Säurelösung, kürzere Zeit angewendet, wirkte bis zu einem gewissen Grade ähnlich wie eine schwache bei längerer Dauer der Einwirkung.“ Nach diesen Versuchen nimmt *Jesenko* an, daß direkte chemische Prozesse in den Knospen ausgelöst würden.

Lakon schließlich gelang es durch eine gesteigerte Nährstoffzufuhr die Knospen der Holzgewächse aus ihrer Ruhe zu erwecken. Es wurden abgeschnittene Zweige, auch solche, die sich sehr widerspenstig gegen andere Frühtreibverfahren gezeigt haben, wie Buche, Esche und Eiche in Knosche Nährlösung im Oktober, November und Anfang Dezember gestellt, „also in einer Zeit, in welcher die Pflanzen in ihrem festesten Ruhezustand (Haupt- oder Mittelruhe) sich befanden. Bei allen diesen Pflanzen war die Entwicklung durchaus normal und sie führte bis zur vollen Blatt- bzw. Blütenentwicklung.“ *Lakon* glaubt mit *Klebs*, in der Salzlösung nur eine Anregung der Tätigkeit der durch die Anhäufung von Reservestoffen inaktiv gewordenen Fermente erblicken zu müssen. Diese verschiedenen Meinungen der Autoren stellen natürlich vorläufig nur Hypothesen dar. Hoffentlich werden weitere Arbeiten bald nähere Aufschlüsse bringen über die auslösenden Faktoren, die hier eine Rolle spielen.

E. W. Schmidt, Marburg.

Linke, F., Aeronautische Meteorologie. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1911. T. I. VIII, 133 S., 43 Abb. u. 8 Tab. Preis geb. M. 3,—, T. II. VIII, 126 S., 37 Abb. u. 7 farb. Taf. Preis geb. M. 3,50.

Die beiden vorliegenden Bände, die in der von Hauptmann *Neumann* herausgegebenen Sammlung „Luftfahrzeugbau und Führung“ erschienen sind, sollen ein Lehrbuch der Meteorologie für Luftfahrer sein. Die überaus schnelle Entwicklung, die die deutsche Luftschiffahrt in den letzten Jahren genommen hat, hat das Bedürfnis nach einem derartigen Buch immer mehr hervortreten lassen. Insbesondere war es wohl die Ausbildung der Freiballonführer, die für das Entstehen des Buches bestimmend gewesen ist. In den Vereinen des deutschen Luftschiffverbandes wird neben der Bedingung der Ausführung einer Anzahl von Ballonfahrten für die Aushändigung des Führerdiploms die Ablegung eines Examens verlangt, das sich nicht zum mindesten auf die aeronautische Meteorologie erstreckt. Der Verfasser des vorliegenden Buches hat als Fahrtenwart, dem die theoretische Ausbildung der Führer des Frankfurter Vereins für Luftschiffahrt oblag, hinreichend Gelegenheit gehabt, die hierfür wichtigen Probleme zu studieren. In den beiden Bänden hört man überall den erfahrenen Freiballonführer sprechen, der als Meteorologe und Geophysiker die sich auf den Ballonfahrten bietenden Erscheinungen in die an sich etwas abstrakte Materie eingeflochten und so ein Ganzes geschaffen hat, das bei der leichtflüssigen Sprache eine recht unterhaltsame und belehrende Lektüre bildet.

Im ersten Teil werden zunächst die allgemeinen Eigenschaften der Atmosphäre besprochen. Dann folgen die Meßmethoden zur Bestimmung des Luftdruckes und seiner Änderung, die Barometer, Variometer u. a. Es sind hier naturgemäß nur die Meßinstrumente und Meßmethoden ausgewählt, die speziell für die Luftfahrt Bedeutung haben. Das nächste Kapitel, über die

Luftbewegungen, bringt die Methoden der Windgeschwindigkeitsmessung, die Abhängigkeit des Windes von der Luftdruckverteilung, ferner die für die Luftfahrt besonders wichtigen vertikalen Luftströmungen, die in der letzten Zeit, wo sie dem Flugzeugführer viel zu schaffen machen, eingehender untersucht sind. Bei der Besprechung der Lufttemperatur interessieren in diesem Zusammenhange speziell die für den Freiballon und Motorballon wichtigen Temperaturumkehrungen mit der Höhe, die sogenannten Stabilitätsschichten. Ein Kapitel über Luftfeuchtigkeit und Niederschläge schließt diesen Band.

Während bisher Spezialfragen behandelt sind, enthält der zweite Band mehr die allgemeinen meteorologischen Probleme. Ein erstes Kapitel beschreibt die verschiedenen Wolkenformen, ihre Zugrichtung, die Bedingungen für Bildung und Auflösung; besonders wichtig sind hier die Anzeichen eines in Bildung begriffenen Gewitters, des größten Feindes der gesamten Luftfahrt. Der Text ist durch ausgezeichnete Reproduktionen von Wolkenphotographien wirksam unterstützt. Es wird nochmals eingegangen auf die Schichtungen der Luft und dann der Organisation des Wetterdienstes eine ausführliche Beschreibung gewidmet. Besonders wertvoll erscheinen uns die im Anschluß hieran abgebildeten Wetterkarten, die die verschiedenen typischen Verteilungen von Hoch- und Tiefdruckgebieten zeigen und lehren, welche Folgerungen die Luftfahrt aus ihnen ziehen kann. Im Anschluß hieran wäre eine Besprechung des Einflusses der Wetterlage auf die Fahrtbarogramme sehr erwünscht. Im letzten Kapitel wird auf Böen, Gewitter und Tromben und die optischen Erscheinungen der Atmosphäre eingegangen.

Das Buch ist in hervorragendem Maße geeignet, dem Laien das Verständnis der im Ballon beobachteten Erscheinungen näher zu bringen und ihn für eigene Beobachtungen anzuregen und anzuleiten. Wir müssen es der Anlage des Werkes nach als eine vorzügliche *Einführung* in die aeronautische Meteorologie ansprechen, verhehlen uns aber nicht, daß der Unterricht, den die Führer aspiranten in den einzelnen Vereinen genießen, so gründlich ist, daß in den so Ausgebildeten wohl meist der Wunsch rege wird, ein etwas systematischeres und mehr in die Tiefe gehendes Buch zu besitzen. Wenn der Verfasser diese erste Auflage zunächst dem großen Laienpublikum zugedacht hat, so dürfen wir wohl den Wunsch aussprechen, daß eine zweite Auflage mehr diesem schon vorgebildeten Leserkreise Rechnung trägt und so den Titel eines *Lehrbuches* der aeronautischen Meteorologie annehmen kann.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Lecher, Ernst, Lehrbuch der Physik für Mediziner und Biologen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1912. 437 S. und 499 Abbildungen im Text. Preis M. 8,—, geb. M. 9,—.

Der Verfasser dieses Lehrbuches hat es verstanden, auf einem verhältnismäßig knappen Raum eine Darstellung der Physik zu geben, welche für den gedachten Zweck, dem Mediziner und Biologen die für sein Studium notwendigen Grundlagen der Physik zu geben, in ganz hervorragender Weise erfüllt. Das Buch ist offensichtlich die gereifte Frucht einer praktischen, langen Lehrtätigkeit und nimmt unter gleichartigen Lehrbüchern einen ganz hervorragenden Platz ein. Die Schwierigkeiten der Darstellung bei einem derartigen Werke beruhen darauf, daß der Lehrer der Physik mit einem Leserkreise rechnen muß, bei dem er nur eine beschränkte mathematische Vorbildung voraussetzen kann und dem er das Gebiet durch Heranziehung geeigneter

Beispiele aus derjenigen Disziplin, für die der Leser sie einmal anwenden will, interessant machen muß. Beides ist in dem Buch als durchaus gelungen zu bezeichnen. Die Auswahl der Beispiele und Anwendungen aus Medizin und Biologie ist reichlich und vortrefflich. Der Studierende, der dieses Buch benutzt hat, wird auch später als praktischer und wissenschaftlicher Mediziner sich über alle Anwendungen der Physik auf sein Fach leicht wieder orientieren können und gern auf das Buch zurückgreifen.

Der Inhalt des Buches gliedert sich in Mechanik, Akustik, Wärmeenergie, Gestrahlte Energie, Elektrizität. Die Darstellung der Mechanik ist vielleicht besonders knapp, hier würde an manchen Stellen eine etwas breitere Darstellung, ein reichlicheres Belegen mit Beispielen (zum Beispiel bei den Fallgesetzen) dem Verständnis des Lernenden mehr entgegenkommen und ihm Zeit ersparen, nicht wegnehmen. Jedoch ist auch hier die Zurückführung von Beziehungen von höher mathematischer Natur auf elementar-mathematische Vorstellungen mit großem Geschick durchgeführt. Besonders gelungen ist die Elektrizitätslehre, in der auch besonders die neuesten Anwendungen der Physik auf das Gebiet der Biologie eine knappe, aber gut orientierende Berücksichtigung erfahren haben, wie z. B. die Nernst'sche Theorie der elektrophysiologischen Reizwirkungen, die Lehre von der Radioaktivität, die Röntgenstrahlen und ihre Hilfsapparate u. a. Eine interessante, ebenfalls straff und knapp gehaltene Übersicht über die moderne Elektronik beschließt das Buch. Nicht nur der Student, der lernen will, sondern auch der wissenschaftlich arbeitende Arzt, der sich über den heutigen Stand der Physik wieder einmal unterrichten will, wird kaum ein geeigneteres finden. *L. Michaelis, Berlin.*

Astronomische Mitteilungen.

Eine totale Mondfinsternis findet am 22. März d. J. statt, wobei das vollständige Eintauchen des Mondes in den Kernschatten der Erde von 12 Uhr 13 Min. mittags bis 2 Uhr 43 Min. nachmittags dauert. In Deutschland ist diese Finsternis nicht sichtbar, wohl aber in Nordamerika, im westlichen Südamerika, im Bereiche des Stillen Ozeans, in Australien, im östlichen Indischen Ozean und im größten Teil von Asien (ausgenommen in Kleinasien, Persien und Arabien).

Wiederkehr periodischer Kometen im Jahre 1913. Nicht weniger als fünf Kometen können im Laufe dieses Jahres auf ihren elliptischen Bahnen zur Sonne zurückkehren und uns sichtbar werden. Allerdings werden diese Kometen: *Tuttle, Holmes, Finlay, de Vico-Swift* und *Kopff* als sehr schwache Objekte nur in größeren Fernrohren sichtbar sein; ihre Umlaufzeiten liegen zwischen $6\frac{1}{2}$ und $13\frac{1}{2}$ Jahren.

Die bekannten Beziehungen zwischen der elfjährigen Periode der Sonnenfleckenhäufigkeit und allen elektromagnetischen Erscheinungen auf der Erde ist neuerdings noch dahin erweitert worden, daß auch gewisse meteorologische Vorgänge in unserer Atmosphäre eine deutliche Abhängigkeit von jenen Wirbelbewegungen auf der Sonne zeigen. Nicht nur die Häufigkeit der höchsten Cirruswolken (Vorboten der Gewitterbildung) scheint im Zusammenhange mit der Häufigkeit der Sonnenflecken zu stehen, sondern nach ganz neuen Untersuchungen von Prof. Leyst (Moskau) gibt es sogar zwischen den Schwankungen des Luftdrucks und der Periode der Sonnenflecken eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Beziehung. Man muß nach den neueren Vor-

stellungen über jene eigenartige elektrische Fernwirkung des Zentralkörpers unseres Planetensystems annehmen, daß von der Sonnenoberfläche Ströme elektrisch geladener Teilchen ausgehen, die auch den täglichen Gang des Luftdrucks, gemessen durch die Schwankungen des Barometerstandes, beeinflussen.

Aus neueren Untersuchungen über die *Spektra der neuen, plötzlich aufleuchtenden Sterne*, die von Adams und Kohlschütter insbesondere an den Spektralaufnahmen der „Nova Geminorum“ sowie der „Nova Persei“ ausgeführt wurden, haben sich interessante astrophysikalische Schlußfolgerungen ergeben. Zunächst zeigen beide Spektren jener Nova eine sehr erhebliche Ähnlichkeit. Ferner konnte das Vorhandensein von Helium deutlich festgestellt werden, während Radium oder überhaupt ein entsprechendes Emanationsspektrum vollständig fehlte.

Zur wichtigen Frage der *Anwendung der Photographie für astronomische Messungen* liegt ein neuer und wertvoller Beitrag von R. Trümpler (Göttingen) vor, der an einem von der Firma F. Krupp (Essen) gestifteten photographischen Durchgangsinstrument auf der Göttinger Sternwarte längere Messungsreihen erhalten hat. Dadurch sind schon früher von Koppe (Länge aus photographischen Mondstanzungen), von Hagen (Zeitbestimmung auf photographischem Wege) und von Marcuse (photographische Breitenbestimmung) ausgeführten Anwendungen der Photographie für Orts- und Zeitbestimmungen erheblich weiter geführt worden. Bemerkenswert sind auch die an dem neuen Göttinger Photo-Transitinstrument erzielten Genauigkeiten, da z. B. für eine einzelne differentielle Rektaszensionsbestimmung ein mittlerer Fehler von nur $\pm 0,12$ Bogensekunden sich ergeben hat.

Über die *Temperaturen der Fixsterne* hat H. Rosenberg (Tübingen) aus photographischen Untersuchungen der Intensitätsverteilung in Sternspektren interessante Ergebnisse erhalten. Er ist dabei ganz allgemein zu dem Resultat gelangt, daß die Vogel-Maurysche Spektraleinteilung der Fixsterne den großen Entwicklungsgang jener Sonnen fernster Weltensysteme, soweit dieser sich in der Temperaturfolge ausdrückt, richtig wiedergibt. Im einzelnen zeigen die Rosenbergschen Untersuchungen, daß die heißesten Sterne eine Temperatur von etwa 400 000° C., die nächstfolgenden eine solche von rund 50 000°, und die kühlfsten Fixsterne eine Temperatur von nur 2150° besitzen. Bei diesen Berechnungen ist als Grundlage eine Sonnentemperatur von rund 5000° angenommen worden. *A. M.*

Kleine Mitteilungen.

Die Wasserversorgung von Marseille. Über die Versuche, die zur Reinigung des Zuleitungswassers für Marseille, die zweitgrößte Stadt Frankreichs, seit einer Reihe von Jahren vorgenommen werden, berichtet ein ausführlicher Aufsatz im *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung*. Die hygienischen Verhältnisse dieser Stadt sowie der anderen französischen Großstädte zeigen sich darin in einem recht ungünstigen Licht. Die Wasserversorgung von Marseille erfolgt mittels Flußwassers, das aus etwa 100 km Entfernung der Durance, einem Nebenfluß der Rhône, entnommen wird. Die Durance erhält ihre Zuflüsse aus den Schneefeldern der Cottischen Alpen. Gegen die Versorgung einer großen Stadt mit Flußwasser ist an sich nichts einzuwenden, jedoch erfolgt hier die Zuführung des Wassers in einer Weise, die als rückständig und hygienisch höchst unzureichend bezeichnet werden muß. Denn der Kanal, der

das Wasser der Stadt zuführt, ist auf etwa 75 km, d. h. auf etwa drei Viertel seiner Länge, offen. Er durchzieht auf seinem langen Laufe zahlreiche Niederlassungen einer Ackerbau treibenden Bevölkerung und nimmt hierbei menschliche und tierische Abgänge auf. An einigen Stellen wird das Gefälle des Kanals dazu benutzt, Werkanlagen zu betreiben, sodann reinigt die ländliche Bevölkerung in seinem Wasser von alters her ihre Wäsche und schließlich finden zahlreiche Menschen und Hunderte von Tieren alljährlich ihren Tod in diesem Kanal. So wurden im Laufe von nicht ganz zwei Jahren in dem Wasser 17 menschliche Leichen und nicht weniger als 1139 tierische Kadaver gefunden, darunter drei Pferde, 108 Schweine, 75 Hunde, 433 Hasen, 412 Hühner und 107 kleinere Tiere. Das Wasser ist, wie man sich unter diesen Umständen wohl denken kann, meist stark getrübt und schon in einer Tiefe von 50 cm sehr häufig undurchsichtig.

Trotz dieser mittelalterlichen Zustände reinigt die Stadt das Wasser nur ganz unvollkommen in Ablagerungsbecken und überläßt es den Hausbesitzern, kleine Hausfilter zur Bereitung des Trinkwassers zu verwenden. Es ist leicht begreiflich, daß unter diesen Umständen die *Typhussterblichkeit* in Marseille einen besonders hohen Grad erreicht. Marseille steht in dieser Hinsicht an dritter Stelle unter den französischen Großstädten, die, wie die folgende Tabelle zeigt, ohne Ausnahme eine recht hohe Typhussterblichkeit aufweisen.

	Einwohner- zahl 1906	Gesamt- typhus- sterblichkeit während 9 Jahre	durchschnittl. jähr. Typhus- sterblichkeit für je 100 000 Einwohner
Paris	2 722 731	3328	13,5
Marseille	517 496	2389	51,2
Lyon	472 114	711	16,6
Bordeaux	251 947	341	15,0
Lille	205 602	240	12,8
Toulouse	149 438	319	23,6
St. Etienne . . .	146 788	319	24,0
Nizza	134 232	296	24,4
Nantes	133 217	323	26,8
Le Havre	132 430	690	57,8
Roubaix	121 017	151	13,7
Rouen	118 459	321	30,0
Nancy	110 570	147	14,8
Reims	109 859	200	20,1
Toulon	104 024	649!!	69,4!!

Diese Zusammenstellung zeigt, daß die hygienischen Verhältnisse der französischen Großstädte recht unerfreuliche sind, denn bei Berechnung des Durchschnitts für die genannten 15 Großstädte ergibt sich eine mittlere Typhussterblichkeit von 27,6 auf 100 000 Seelen. Vergleicht man damit die mittlere Typhussterblichkeit der sechs mit Sandfiltration versehenen deutschen Großstädte, die im Jahre 1910 4,4 auf 100 000 Einwohner betrug, so erkennt man erst die außerordentliche Bedeutung dieser Zustände und ihren Einfluß auf den Rückgang der Bevölkerungsziffer. Wenn dieser Vergleich auch noch auf die mit Grundwasser versorgten deutschen Großstädte ausgedehnt würde, so würde sich das Verhältnis noch weiter zu ungunsten von Frankreich verschieben. Um den unhaltbaren Verhältnissen in der Wasserversorgung von Marseille ein Ende zu machen, hat die Stadtverwaltung vor längerer Zeit eine Kommission eingesetzt, die die bekanntesten Wasserreinigungsver-

fahren auf ihre Brauchbarkeit im vorliegenden Falle prüfen soll. Es wurden von fünf Firmen Versuchsanlagen erbaut, die nach den verschiedensten Verfahren arbeiten. Es wäre sehr zu wünschen, daß diese Versuche, die inzwischen zu einem gewissen Abschluß gelangt sind, Mittel und Wege gezeigt haben, wie die geradezu traurigen Wasserverhältnisse in Marseille von Grund auf saniert werden können, damit auf Grund der hier gemachten Erfahrungen auch die anderen französischen Städte an die Verbesserung der Gesundheitsverhältnisse ihrer Bewohner herangehen können. S.

Um durch Sand filtriertes Flußwasser für den Hausgebrauch verwendbar zu machen, müssen die darin enthaltenen **Bakterienkeime abgetötet** werden, was vorteilhaft **durch ultraviolette Bestrahlung** geschieht. Einrichtungen für diesen Zweck hat *v. Recklinghausen* in verschiedenen Städten Frankreichs geschaffen. Wasser der Seine, welches vor der Bestrahlung Keimzahlen von 56 bis 655 im Liter hatte, wies nachher solche von 0 bis 9 auf. Da sich bei diesen Einrichtungen zeigte, daß ihre Leistung um so größer war, je höher die Spannung der dazu verwendeten Bogenlampe, so konstruierte *v. Recklinghausen* in Gemeinschaft mit *V. Henri* und *A. Helbronner* eine Lampe für 500 Volt Netzspannung. Diese Lampe verbraucht zwischen den Elektroden 375 bis 390 Volt bei 3 Ampere Stromstärke, so daß ihr Energieverbrauch ca. 1150 Watt beträgt. Sie besteht aus einem Quarzrohr, das in Gestalt eines U mit einander fast berührenden Schenkeln geformt ist. Die Länge jedes Schenkels beträgt 160 mm bei 14 mm innerem Durchmesser. Im Vergleich zu einer 110-Volt-Lampe, welche 250 Watt verbraucht, ist ihre Leistungsfähigkeit auf das 50- bis 60-fache gesteigert. Dies hat sich sowohl bei Versuchen über die Zersetzung von Stärke und Glycerin gezeigt als bei der Sterilisierung von Wasser durch Abtötung der darin enthaltenen Keime. Bezieht man die Leistung auf den gleichen Wattverbrauch, so ist die Wirkung der 500-Volt-Lampe 11mal so groß, als die der 110-Volt-Lampe. Eine solche Lampe kann Monate lang im Gebrauche bleiben, ohne etwas an ihrer Wirksamkeit einzubüßen. (*J. f. Gasbel.* 55, 1058, 1912 und *C. R.* 155, 852, 1912.) Mk.

In einer *Winterlandschaft* erscheinen bei gleichmäßig stark bewölktem Himmel die schneebedeckten Dächer und Gartenbeete sowie die ganze Landschaft bis zum Horizont *weiß* und *hell*, während die das Licht hierfür spendende Wolkendecke *dunkel* und *grau* zu sein scheint. Dieses widerspruchsvoll dünkende Phänomen sucht *W. Filehne* in einem Aufsätze über **wirkliche und scheinbare Helligkeit und Farbe der Wolken** aufzuklären. Er weist darauf hin, daß bei längerem Anschauen des Wolkenhimmels und sodann erfolgtem Blicken auf die weiße Landschaft diese zunächst dunkler als der Wolkenhimmel und nicht weiß, sondern grau erscheint. Den Eindruck einer weißen Fläche macht sie erst wieder nach einer gewissen, wenn auch sehr kurzen Zeit, in der sich das Auge an den verminderten Lichtreiz „adaptiert“. Geschah das Anblicken des Himmels durch einen undurchsichtigen Rahmen, so erhält man beim Schauen auf die weiße Fläche ein negatives Nachbild des eingerahmt gewesenen Himmelsstriches. Das Licht des dunkler erscheinenden Wolkenhimmels reizt das Auge also stärker als die weiße Fläche, und überdies treten Blendungserscheinungen sowohl bei als auch nach dem Aufblick zum Wolkenhimmel auf. Folgender Versuch erläutert dies noch weiter: Man verdeckt in einem freiliegenden, auf mehreren Seiten mit Fenstern versehenen Zimmer durch einen weißen, undurchsichtigen Schirm ein Fenster, durch welches

man den bewölkten Himmel sieht, und stellt vor diesen Schirm ein weißes Prisma aus Karton oder Kreide auf. Bei passender Beleuchtung durch die anderen Fenster wird dann das Prisma auf dem Schirm weiß erscheinen, sowie man aber den Schirm entfernt, nimmt das Prisma auf dem dann als Hintergrund sichtbaren Wolkenhimmel eine mehr oder minder dunkelgraue Farbe an. Dagegen wird es sofort oder doch nach einer Adaption von wenigen Sekunden von neuem als weiß erkannt, wenn durch den weißen Schirm der Himmel dem beobachtenden Auge wieder verdeckt wird. Wie das Prisma erscheinen am Wolkenhimmel die lichtschwachen Stellen der Wolken dunkel infolge relativer Blendung, d. i. Helladaption des Sehorgans, die als Reaktion ausgelöst wird durch den auf so viele vereinzelte Netzhautelemente ausgeübten Reiz von seiten stärker beleuchteter Teile des Himmels gewölbes. Und obwohl die objektive Helligkeitssumme hier größer ist als am Schnee, muß die empfundene Helligkeit beim Blick zum Wolkenhimmel geringer sein als beim Blick auf den Schnee, weil die lichtschwächeren (Schatten-) Partien der Wolken als lichtlos und dunkel empfunden werden, woraus für die Gesamthelligkeitsempfindung ein Ausfall resultiert. (Hierbei mag auch der Umstand wirksam sein, daß wir in der Regel das Bild der unter dem Horizonte liegenden Landschaft mit anderen Stellen der Netzhaut aufnehmen als das Bild des über dem Horizonte befindlichen Wolkenhimmels. Die Netzhaut muß also an verschiedenen Stellen für Lichtintensitäten ungleich adaptiert sein. Bei Schneebedeckung haben sich die in Frage kommenden Netzhautstellen an die ungewöhnlich große Lichtintensität zu adaptieren, und hierdurch wird dann das *Schneeland-schaftsphänomen* verursacht. Ref.) (Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 509, 1912.) *Mk.*

Im Berliner Zoologischen Garten sind kürzlich zwei **langschnäbelige Land Schnabeltiere** aus Nordwest-Neuguinea eingetroffen, sehr eigenartige, eierlegende, stachelbewehrte Säugetiere mit einer langen Röhrenschnauze und weit vorstreckbarer Wurmzunge. Es ist das erste Mal, daß diese sonderbaren, von den Zoologen Proechidna genannten Geschöpfe, deren klumpige, ungelinke Beine an Elefantenfüße erinnern, und deren Hinterbeine mit nach außen und hinten stehenden Krallen versehen sind, lebend nach Deutschland kamen. Sie bewohnen einen Käfig in dem alten Hause am Hauptrestaurant und sind namentlich am späteren Nachmittage zur Fütterungszeit gut sichtbar.

Einsiedlerkrabben. Am Rumpfe der Schiffe setzen sich oft in großen Mengen die als *Seepocken* oder *Mecreiehlen* bekannten Krebstiere fest, die wie andere Angehörige der merkwürdigen Ordnung der Cirripeden oder Rankenfüßer von einem aus Kalkplatten bestehenden Gehäuse umschlossen sind. Kürzlich lief im Hafen von Saint-Vaast-la-Hougue am Kanal La Manche ein Schiff aus Madagaskar ein, dessen Rumpf ganz mit solchen Seepocken, Balanus tintinnabulum, bedeckt war. A. E. Malaré-Duméril, der Leiter der zoologischen Station auf der benachbarten Insel Tatihou, machte nun die Entdeckung, daß jeder leere Balanus von einer kleinen Krabbe bewohnt war. Nach der von J.-G. de Man vorgenommenen Bestimmung handelt es sich in der weit überwiegenden Zahl von Fällen um Menippe convexa Rathbun, eine Art, die bisher erst in drei Exemplaren aus Honolulu, Siam und Borneo, aber ohne die Vergesellschaftung mit Balanus, bekannt war. Da schon ganz kleine Tiere in den Gehäusen auftraten, so ist anzunehmen, daß die Krabben bereits im Jugendalter in sie eindringen. Es bleibt aber noch zu entscheiden, ob sie regelmäßig ihr Leben oder einen Teil ihres

Daseins in den Balanusgehäusen zubringen, oder ob sie nur gelegentlich davon Besitz nehmen, und ferner, ob sie in die leeren oder in die noch bewohnten Schalen eindringen. Prof. Bouvier nimmt nach gewissen Anzeichen an, daß sie zuerst leere Gehäuse besiedeln und dann die Balanen vertilgen, die die anderen Schalen bewohnen. Für die Vermutung, daß die Krabben ihr ganzes Leben in den Gehäusen zubringen, spricht, wie de Man hervorhebt, die außerordentliche Seltenheit dieser Krabbenart, die bis 1893 unbekannt geblieben war. Die nächstverwandte Art ist Menippe Panope (Herbst), von der nur ein einziges, im Berliner Museum aufbewahrtes Stück bekannt ist. Wahrscheinlich verbirgt auch sie sich in Seepockengehäusen oder irgendwelchen anderen Schalen. Eine kleinere Anzahl der von de Man untersuchten Tiere gehörte vier anderen Krabbenarten aus den Gattungen Leptodius und Pilumnus an. Von ihnen steht aber nicht fest, daß sie auch in Seepockenschalen wohnten. Allerdings ist von Pilumnus Dehaanii Miers Ähnliches bereits bekannt. Das einzige bisher beschriebene Exemplar dieser Art wurde in einer Balanusart im Golf von Yedo (Japan) gefunden. Sonst scheint nichts davon bekannt gewesen zu sein, daß Krabben Balanusschalen bewohnen. (Compt. rend. 1913, 156, 404.) *F. M.*

Die Blindheit der Schnecken. Unsere Landschnecken haben an der Spitze ihrer großen Fühler äußerlich gut entwickelte Augen, aber sie können damit nicht sehen. Prof. Emile Yung in Genf hat gefunden, daß die Augen gegen Licht, so intensiv es auch sein mag, völlig unempfindlich sind. Als Sehzellen spricht man die nicht pigmentierten Zellen an, die zusammen mit schwarzen, Farbstoff führenden Zellen die Netzhaut des Schnecken- Auges bilden. Sie machen bei genauer Untersuchung auch ganz den Eindruck von Sinneszellen, aber eine Verbindung zwischen ihnen und dem Sehnerven ist nicht nachzuweisen. Vielmehr ließen die von Yung hergestellten Schnitte der Augen von Helix, Arion und Limax erkennen, daß der Sehnerv die basale Bindegewebsmembran, die das Auge umschließt, nicht überschreitet. So führen die Beobachtungen Yungs zu dem Schluß, daß an der Basis des Auges die Kontinuität zwischen den Netzhaut- elementen und den benachbarten Nerven unterbrochen ist, und das liefert die Erklärung dafür, daß die Land- schnecken trotz ihrer Augen blind sind. (Arch. Sc. phys. et nat. 1913, 35, 77.) *F. M.*

Ist ein Leben ohne Mikroben möglich? Diese biologische Frage, mit der sich schon mehrere bekannte Forscher beschäftigt haben, hat nun durch Michel Cohendy, der seit drei Jahren im Institut Pasteur in Paris eingehende Untersuchungen darüber anstellte, eine bejahende Antwort erhalten. Er ließ in einer keimfreien Brutmaschine Hühnereier ausbrüten und zog dann die ausgeschlüpften Küken in vollkommen aseptischen Glasbehältern auf, in denen ihnen Tageslicht, frische keimfreie Luft, frisches Futter und Sand zur Verfügung standen. Gleichzeitig wurden unter nicht keimfreien Verhältnissen Eier ausgebrütet und die genau gleich alten Küken an der Luft aufgezogen. Am Ende jeder Versuchsperiode, die so lange bemessen wurde, bis die Hühner für den keimfreien Käfig zu groß geworden waren, wurde ein Teil getötet und ihr Blut, Gewebe und Darminhalt auf Keimfreiheit geprüft. Wie wir in der Naturwissenschaftlichen Umschau der Chemiker- Zeitung lesen, konnten dabei in keinem Falle Unterschiede in der Entwicklung zwischen gleich alten Versuchstieren festgestellt werden, einerlei ob die getöteten Tiere sechs Wochen oder nur 14 Tage alt waren. Diejenigen steril aufgezogenen Hühner, die nach sechs

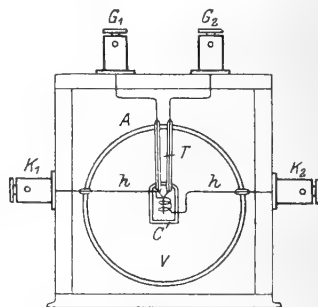
Wochen an die Außenluft gebracht wurden, gediehen gleichmäßig weiter, obwohl natürlich zahllose Mikroben in ihren Verdauungskanal gelangten. Hieraus folgt, daß die Widerstandsfähigkeit gegen die Mikroben bei den Wirbeltieren nicht das Resultat individueller Anpassung, sondern eine erbliche Eigenschaft ist. Daß die Mikroben für die Entwicklung der Wirbeltiere durchaus nicht unerläßlich sind, ist übrigens auch durch die neueren Untersuchungen *Metschnikoffs* bestätigt worden. S.

Jungferfruchtigkeit bei Bananen. Die Fruchtbildung ohne vorangegangene Bestäubung ist von dem verstorbenen *Fritz Noll*, der diese Fähigkeit 1912 für gewisse Gurken feststellte, mit dem Namen *Parthenokarpie* (Jungferfruchtigkeit) bezeichnet worden. Man hat inzwischen zahlreiche andere Beispiele für das Auftreten von Jungferfrüchten kennen gelernt. Insbesondere verdanken wir *Ewert* den Nachweis der Parthenokarpie für eine ganze Reihe von Apfel- und Birnensorten. Natürlich enthalten solche Früchte keine Samen. Kernlose Äpfel und Birnen kannte man ja schon früher; es herrschte aber die Meinung, daß auch der Entstehung solcher Früchte Bestäubung vorhergegangen sei, daß aber diese nur die Fruchtbildung angeregt hätte, ohne eine eigentliche Befruchtung (der Eizelle) herbeizuführen. *A. d'Angremont* hat jetzt gefunden, daß Parthenogenese auch bei gewissen Bananensorten vorkommt. Er hat in Guyana Versuche mit drei samenlosen Kulturformen der Eßbanane (*Musa paradisiaca* L. subsp. *sapientum*) ausgeführt, indem er durch sorgliches Einhüllen der Blütenstände in dichte Säcke und durch frühzeitige Entfernung der männlichen Blüten in den einzelnen Blütenständen jedwede Bestäubung verhinderte. In den 2914 weiblichen Blüten, die in den 20 so behandelten Blütenständen vorhanden waren, entwickelte sich trotz des völligen Ausschlusses der Pollenübertragung jeder Fruchtknoten zu einer ganz normalen Frucht. Auch in zwei Blütenständen, in denen man vor dem Aufblühen Narben und Griffel abgeschnitten hatte, wurden normale Früchte gebildet. Die genauere Untersuchung des Blütenstaubes und der Samenknospen von zwei der behandelten Bananensorten ergab, daß die Pollenkörner zum größten Teil nicht keimungsfähig sind, und daß ein Embryosack bei der einen Sorte äußerst selten, bei der anderen ein wenig häufiger ausgebildet wird. Als eine größere Zahl von Blüten mit dem Pollen zweier Musaarten, die in ihren Früchten regelmäßig Samen führen und zur Fruchtbildung unbedingt der Bestäubung bedürfen, belegt wurden, kam es zur Entwicklung einer kleinen Zahl von Samen. (*Ber. D. Bot. Ges.* 1912, 30, 686.) F. M.

An manchen Stellen des nördlichen Europas findet man **Hügel aus Muschelschalen mit Humusschicht** darüber, deren Ursprung man auf vorgeschichtliche Menschen zurückführt und die von den Anthropologen als *Kjökkenmöddings* bezeichnet werden. In einigen Teilen des zentralen Südamerikas finden sich ähnliche Gebilde, *Aterrados* genannt, und über diese macht *Maw Schmidt* in seinen Reisen in Matto Grosso folgende Bemerkung: „Nach meinen Erfahrungen und Erkundigungen, darf man bei derartigen Muschelanhäufungen an erhöhten Uferplätzen einen sehr einfachen Gesichtspunkt nicht außer acht lassen. Derartige erhöhte Plätze gewähren häufig einzelnen hohen Bäumen einen geeigneten Standort und diese einzelnen Uferbäume bilden wieder für lange Jahre die Ruhestätte für Hunderte von jenen langhalsigen Tauchervögeln, die der Brasilianer *Bigua* nennt (*Carbo Brasilianus*). Die Vögel verzehren Mu-

scheln und sonstige Tiere; welche sie aus dem Wasser holen, zum Teil auf den Bäumen, so daß sich, zumal unter einzelnen am Ufer stehenden Bäumen neben dicken Guanoschichten auch viele Abfälle von den Vogelmahlzeiten anhäufen. In Jahreszeiten, wo das ganze umliegende Sumpfgebiet unter Wasser steht, gewähren diese erhöhten Stellen die einzigen trockenen Plätze auf weite Strecken und werden als Anlegeplätze und Rastplätze von vorbeifahrenden Menschen benutzt, so daß sich an diesen Stellen neben Muschel- und Schneckenschalen auch menschliche Kulturreste finden müssen. Deswegen brauchen diese Stellen aber keineswegs ausschließlich auf Reste menschlicher Mahlzeiten zurückgeführt zu werden.“ (*Z. f. Ethnologie* 44, 137, 1912.) Mk.

Für die Messung schwacher elektrischer Ströme war man lange Zeit hindurch auf Spiegelgalvanometer angewiesen, die eine sorgfältige Aufstellung und viel Raum erfordern, bis in dem *Einhovenschen Saitengalvanometer* ein handlicheres Instrument erstand. Die Empfindlichkeit desselben geht bis $4 \cdot 10^{-12}$ Amp. bei aperiodischer Einstellung, deren Dauer ca. 5–6 Sekunden beträgt. Einen weiteren Fortschritt auf diesem Gebiete bezeichnet das von *B. Thieme* beschriebene **Galvanometer zur Messung schwächster Gleich- und Wechselströme**, dessen Konstruktionsprinzip untenstehende Figur darstellt. Der zu messende Strom durchfließt über die Klemmen K_1 und K_2 den Draht h , der in den kleinen Glaskörper C eingeführt ist; innerhalb dieses Glaskörpers übernimmt ein als Heizdraht dienender, sehr dünner, spiralig gewundener Platindraht die Stromleitung. Der Heizdraht wirkt mit seinen Windungen auf die Lötstelle des Thermoelements T aus Platin konstantan, dessen Drähte zu den Klemmen G_1 und G_2



führen. Der außen versilberte Glaskörper ist mittels der Glasröhren, welche die Thermolementröhren einschließen, in die gleichfalls versilberte und evakuierte Glaskugel eingeschmolzen, so daß der Glaskörper durch den Vakuumraum V vor Wärmeableitung geschützt ist. Die elektromotorische Kraft des Thermoelements wird durch eine Kompensationsschaltung gemessen und gibt ein Maß ab für die Stärke des zwischen den Klemmen K_1 und K_2 fließenden Stromes. Die Ablesung des Instrumentes kann aber nicht unmittelbar nach Einschaltung des zu messenden Stromes erfolgen, sondern dieser muß seine im Heizdraht erzeugte Wärme erst aufspeichern, bis das Thermolement die volle Temperaturerhöhung anzeigt. Die Zeitdauer, die bis zur Erreichung konstanter Angaben erforderlich ist, wird um so größer, je schwächer der zu messende Strom ist. Für einen Strom von 10^{-8} Amp. beträgt sie 10 Sekunden, für einen Strom von 10^{-15} Amp., die kleinste gemessene Stromstärke, dagegen 60 Sekunden. (*Arch. f. Elektrotechnik* 1, 309, 1912.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 13.

28. März 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Zur kinetischen Theorie der Materie. Einführung zum Kongreß in Göttingen. (21. bis 26. April.) S. 297.

Die neuen Versuche von C. T. R. Wilson zur Sichtbarmachung der Bahnen der radioaktiven Strahlen. Von Prof. Dr. Erich Regener, Berlin. S. 299.

Biologische Probleme. Von Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien. S. 301.

Über die Ursachen des Altbackenwerdens des Brotes. Von R. J. M. S. 304.

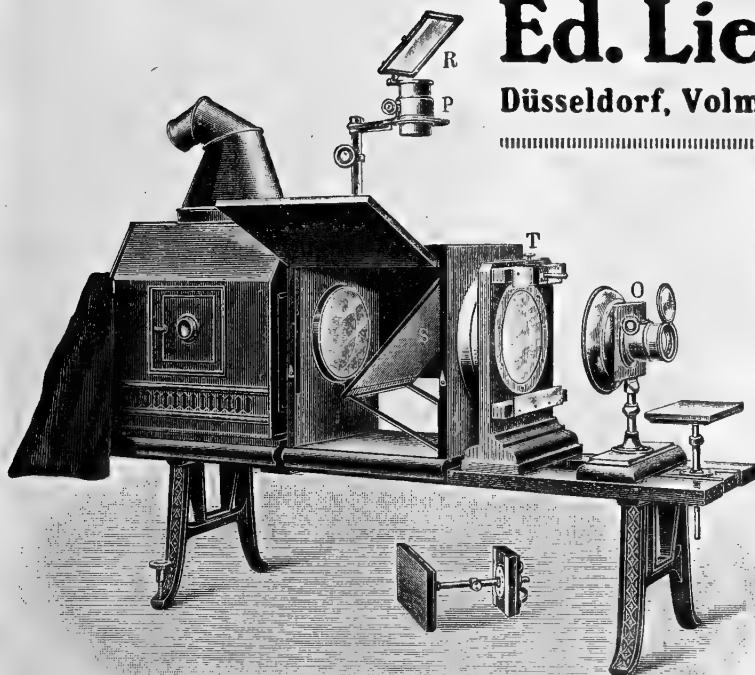
Die Synthese der Mineralien und Gesteine. Von Privatdozent Dr. J. Uhlig, Bonn. S. 305.

Das versunkene Festland Austrasiens zwischen Asien und Australien. Von Dr. J. Elbert, Frankfurt a. M. S. 308.

Besprechungen. S. 313.

Astronomische Mitteilungen. S. 317.

Kleine Mitteilungen. S. 318.



Ed. Liesegang
Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

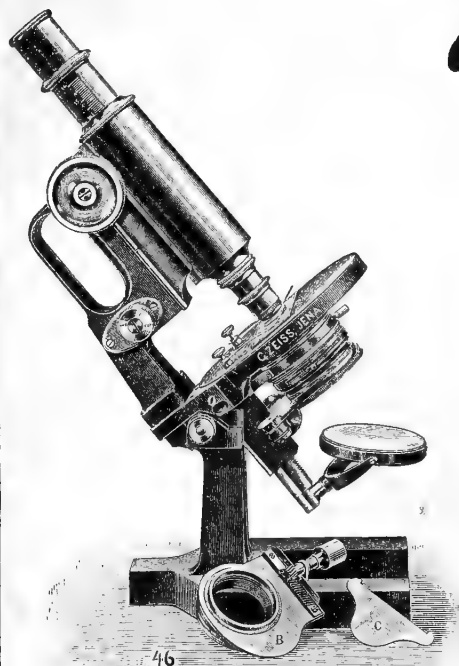
Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

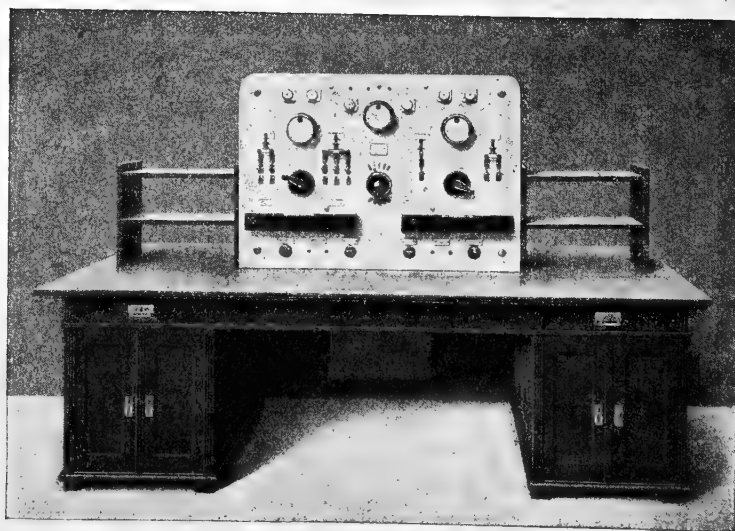
Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

Zur kinetischen Theorie der Materie.

*Einführung zum Kongreß in Göttingen.
(21. bis 26. April.)*

Die Molekularphysik befindet sich in einer Periode stürmischer Entwicklung. Man begnügt sich nicht mehr damit, die Resultate physikalischer Beobachtung durch rein beschreibende Formeln darzustellen, sondern das Streben nach einer tieferen Einsicht in das Wesen der Materie ist wiedererwacht. Die phänomenologische Begnügbarkeit war berechtigt, solange man keine direkte Kunde von der feinen Aufteilung der Materie besaß, und die molekulare Auffassung den Rang einer reinen Hypothese hatte, die oft heuristisch nützlich war, von vielen aber aus philosophischen Gründen verworfen wurde. Und doch läßt es sich nicht leugnen, daß gerade auch von philosophischer Seite die Zurückführung der Gesetze der Materie auf die Gesetze der Mechanik der kleinsten Bausteine als die tiefergehende Auffassung empfunden wurde. Kann man doch den Gedanken der Atomistik bis in die Anfänge der ionischen Naturphilosophie zurück verfolgen.

Die Chemie war die erste exakte Wissenschaft, welche sich von Anfang an der atomistischen Vorstellungsweise bemächtigte und auch ihre Ausdrucksart bis ins einzelne danach formte. Als die ersten Versuche einer Theorie der grundlegenden Eigenschaften der Materie (Elastizität der festen, Oberflächenspannung der flüssigen Körper) unternommen wurden, war es für die Forscher (*Poisson, Navier, Laplace*) selbstverständlich, diese Erscheinungen auf Anziehung und Abstoßung isolierter Partikel zurückzuführen. Ihre größten Erfolge feierte die Molekulartheorie durch die Erklärung der *Gasgesetze*; die kinetische Gastheorie, die von *Trönig* und *Clausius* begründet, von *Maxwell* und *Boltzmann* vertieft wurde, vermochte nicht nur die Zustandsgleichung und die Energieverhältnisse idealer Gase verständlich zu machen, sondern auch neue Erscheinungen vorherzusagen, z. B. die Unabhängigkeit der Gasreibung vom Druck (*Maxwell*). Das Bestreben, auch das thermische Verhalten der Flüssigkeiten in den Kreis der kinetischen Erklärung einzubeziehen, führte *van der Waals* zu einer Erweiterung der Grundvorstellungen der kinetischen Theorie, welche, wenn auch nicht in allen Punkten zutreffend, doch ein wertvoller Führer beim Studium des Überganges vom gasförmigen zum flüssigen Zustand geworden ist. Trotz dieser augenscheinlichen Erfolge setzte unter Führung hervorragender Chemiker (*Ostwald*) eine Reaktion gegen die Atomtheorie ein, deren Ursache wohl wesentlich darin zu suchen ist, daß die Atomistik zwar zur Erklärung der Erscheinungen *ausreicht*, aber keineswegs von den Erscheinungen als notwendige Hypothese *eindeutig gefordert* wird.

Erst in neuerer Zeit ist darin ein Wandel ein-

getreten. Entscheidend war dabei der kühne Gedanke, daß auch die elektrische Ladung nicht beliebig aufgeteilt werden kann, sondern aus kleinsten Werten, den Elektronen, sich zusammensetzt. Die Einführung dieses Gedankens förderte nicht nur auf dem Umwege der weit ausgebauten Elektronentheorie (*H. A. Lorentz*) das Verständnis der elektrischen Eigenschaften der Materie (Dielektrizitätskonstante, Widerstand usw.), sondern es gelang infolge der enormen Größe der elektrischen Kräfte, die Existenz eines einzelnen Elektrons in seiner mechanischen Wirkung nachzuweisen (*Millikan*). Da der Wert der hierbei und nach anderen Methoden gemessenen Ladung stets der gleiche $e = 4,7 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten oder ein ganzes Vielfaches von e ist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Elektrizität wirklich atomistisch auftritt.

Durch diese Erkenntnis wurde zugleich die Existenz der materiellen Atome über jeden Zweifel erhoben. Denn man war nun in der Lage, die aus den Erscheinungen der inneren Reibung, Wärmeleitung, Diffusion nach der kinetischen Gastheorie erschlossenen Werte der absoluten Masse der Atome auf elektrischem Wege direkt zu verifizieren. Das Verhältnis von Ladung e und Masse m eines geladenen Partikels läßt sich auf verschiedene unabhängige Arten messen; überall da, wo die Erscheinung nur von freien Elektronen abhängen kann (Kathodenstrahlen, β -Strahlen der radioaktiven Körper, Zeemaneffekt), wird für e/m ein und derselbe Wert gefunden, wo aber chemische Substanzen die Träger der Ladung sind (Elektrolyse, Kanalstrahlen, α -Strahlen), ergeben sich viel kleinere Werte für e/m , entsprechend der etwa 2000 mal größeren Masse der Atome. Die daraus berechneten Werte von m stehen nicht nur im Verhältnis der bekannten relativen Molekulargewichte, sondern stimmen auch mit den Angaben der kinetischen Gastheorie überein. Die Erklärung der Brownschen Bewegung und Diffusion auf kinetischer Grundlage (*Einstein*) und ihre quantitative Erforschung (*Perrin*) bilden eine weitere Stütze der atomistischen Theorie der Materie und geben zugleich die genauesten Methoden zur Bestimmung der Fundamentalzahlen an die Hand (Avogadro'sche Zahl = Anzahl Moleküle in einem Mol $= 6 \cdot 10^{23}$). Schließlich gelang es auch, ein einzelnes geladenes Molekel nachzuweisen, dank der Eigenschaft der radioaktiven Körper, als α -Strahlen Moleküle mit so ungeheurer Geschwindigkeit fortzuschleudern, daß ihre Einzelwirkung merklich wird.

So glauben wir uns heutzutage wahrhaft berechtigt, die molekulare Vorstellungsweise als die richtige anzusprechen und wir fühlen das Vertrauen, ein Bild für das Wesen der Materie gefunden zu haben, welches noch Licht auf viele dunkle Stellen unserer Naturauffassung wird werfen können. Man hat bisher die Gesetze des Makrokosmos

ohne weiteres auf die Atommechanismen übertragen und dabei zahlreiche Erfolge erzielt. Aber man wird sich nicht wundern dürfen, wenn es sich zum Verständnis weiterer Gruppen von Tatsachen als notwendig erweist, Kräfte und Beziehungen für die Moleküle in Anspruch zu nehmen, welche unserer makroskopischen Erfahrung fremd sind. Die Entscheidung über Annahme oder Ablehnung solcher Hypothesen wird, wie immer, ihre innere Widerspruchslosigkeit und der ihrer Erklärung zugängliche Tatsachenbereich sein; sie stehen erkenntnistheoretisch auf der gleichen Stufe mit den anderen Hypothesen der Physik. Man kann behaupten, daß zurzeit die vornehmste Aufgabe der Physik sei, nach brauchbaren Annahmen über die Physik der Moleküle zu suchen.

Nur an einer Stelle ist dies Problem bisher mit Erfolg in Angriff genommen worden, und zwar kam der entscheidende Stoß von einem Gebiete, das sich gar nicht direkt mit den Vorgängen an den einzelnen Molekülen zu befassen schien, von der *Strahlungstheorie*. Aufgabe dieser Disziplin ist es, den thermodynamischen Gleichgewichtszustand der Strahlung zu untersuchen. Dies bedeutet folgendes: in einem Raume, der nach außen gegen Energieaustausch völlig abgeschlossen ist, befindet sich eine unveränderliche Menge von Energie, welche in verschiedenen Formen auftritt (Wärme, chemische Energie). Ein Teil ist „strahlende Energie“, d. h. in Form von infraroten Wärmewellen, oder auch — wenn die Temperatur so hoch ist, daß die Körper in dem Raume glühen — direkt als Energie sichtbaren Lichtes vorhanden. Die Hauptaufgabe ist die Feststellung des Spektrums der Strahlung (Verteilung der Energie auf die Wellenlängen). Die Energieverteilung ist nach den Prinzipien der Strahlungstheorie unabhängig von der Beschaffenheit des Innern jenes abgeschlossenen Raumes und durch die Temperatur, welche in jenem Raume herrscht, allein bestimmt. Dabei kommt die Molekulartheorie insofern mit herein, als man sich vorstellen muß, daß jener Gleichgewichtszustand infolge der Energieumsetzungen in der Materie (Absorption, Emission, Wärmeleitung) zustande kommt. Man übernahm die Vorstellungen der Dispersionstheorie und dachte sich in den Körpern elektrische Ladungen („Resonatoren“), welche auf die einfallende Strahlung reagieren und sie ihrerseits verändern können. In der Dispersionstheorie werden auf diese molekularen Resonatoren mit Erfolg die Sätze der Dynamik und Elektrodynamik angewandt. In der Strahlungstheorie wurde der gleiche Weg beschritten und führte zu einem völligen Mißerfolg. Es stellte sich heraus, daß gemäß dieser Vorstellung der ganze Energieinhalt jenes abgeschlossenen Strahlungsraumes in ganz kurzwellige ultra-ultraviolette Strahlung übergehen müßte.

Den Weg aus dem Dilemma, in welches man durch Verwendung der makroskopischen Gesetze auf die Molekühlwelt geraten war, zeigte *M. Planck*, indem er die „*Quantenhypothese*“ aufstellte. In der heutigen Form lautet diese Hypothese so: sendet ein Molekül Energie als Strahlungsenergie (Lichtwelle), so schickt es immer eine bestimmte

Menge ϵ auf einmal aus, oder ein ganzes Vielfaches dieser Menge.

Ist dabei ν die Frequenz des Lichtstrahls, so ist das „Energiequant“ ϵ proportional ν , d. h. $\epsilon = h\nu$ und h ist eine Konstante ($6,5 \cdot 10^{-27}$ [erg. sec]), welche ihrer Dimension wegen das universelle Wirkungsquantum genannt wird.

Mit Hilfe dieser Hypothese ist es gelungen, die theoretischen Strahlungsgesetze in Einklang mit der Erfahrung zu bringen. Es ist aber klar, daß eine so fundamentale Annahme über die elementare Energieumsetzung an Atomen nicht allein auf die Verhältnisse der Strahlungstheorie zugeschnitten sein darf, sondern von allgemeiner Tragweite sein muß. In der Tat hat man mit großem Erfolg angefangen, dieselbe Hypothese auf alle möglichen anderen molekularen Energieumsetzungen anzuwenden und es ist gelungen, Gruppen von Erscheinungen durch das Band dieser „Quantentheorie“ zu verknüpfen, die vorher überhaupt nicht zusammenzuhängen schienen.

Der erste Schritt in dieser Richtung wurde von *Einstein* getan, dem es gelang, den Energieinhalt fester Körper und damit ihre spezifische Wärme aus optischen Eigenschaften (Reststrahlen) vorherzusagen; weiter konnte man die elastischen Eigenschaften der Körper mit ihrer spezifischen Wärme verbinden.

Eine andere Klasse von Erscheinungen, wo die Quantenhypothese Erfolg verspricht, sind gewisse Vorgänge, bei denen freie Elektronen von der Materie emittiert oder absorbiert werden, z. B. bei chemischen Umsetzungen (*Haber*), beim Auftreffen von Kathodenstrahlen auf die Antikathode und der Entstehung von Röntgenstrahlen, bei der Entstehung von Radiumstrahlen sowie bei der Aufladung belichteter Metallplatten (lichtelektrischer Effekt) (*Sommerfeld*).

An der Brauchbarkeit der Quantenhypothese kann füglich heute nicht mehr gezweifelt werden. Man hat sie bisher ohne genauere Einsicht als *Regel* angewandt, wobei dem physikalischen Instinkt noch viel Spielraum gelassen wurde, und die vielseitigen Erfolge zeigen die Berechtigung dieses Verfahrens. Von der scharfen Formulierung der klassischen physikalischen Gesetze ist aber die Quantenregel noch weit entfernt. Wie steht es nun mit ihrer Begründung? Ist sie tatsächlich der Ausdruck eines fundamentalen neuen Gesetzes der Atommechanik, oder ist sie schließlich doch auf Grund der gewöhnlichen Mechanik erklärbar? Es ist nämlich zu bedenken, daß in den beiden Fällen, wo die Quantenhypothese sich am besten bewährt hat, in den Theorien der Strahlung und der spezifischen Wärme, es sich um sehr komplizierte Systeme handelt, die aus ungeheuer vielen Molekülen bestehen; daher lassen sich die Vorgänge gar nicht im einzelnen verfolgen, sondern man kann nur statistische Mittelwerte berechnen. Derjenige Zweig der Mechanik, der sich mit dieser Aufgabe befaßt, kann nicht ohne neue Hypothesen auskommen, welche über die Grundsätze der reinen klassischen Mechanik hinausgehen. Es ist nun die Frage, ob die Widersprüche, welche die Quantentheorie gegen unsere sonstigen Vor-

stellungen aufweist, sich nicht zwanglos bei einer Revision der Grundlagen der statistischen Mechanik aufklären werden.

Man hat von vielen Seiten versucht, das Knäuel von Fragen, das so entstanden ist, zu entwirren, aber ohne irgendwie zu einer Klärung zu gelangen. Schon vor mehr als einem Jahr unternahm man den Versuch, durch gemeinsame Arbeit und Aussprache der hervorragendsten Forscher auf dem Gebiete der Molekularphysik vorwärts zu kommen; die Sitzungsberichte dieses internationalen „Brüsseler Quantenkongresses“, der von Herrn *Solvay* einberufen worden war, sind soeben erschienen¹⁾ und geben die beste Übersicht über den Stand der Quantentheorie, der sich seit jenem Kongresse wenig verschoben hat. Heute steht die Begründung dieser Lehre im Vordergrund und, was aufs engste damit zusammenhängt, die Revision der Grundlagen der statistischen Mechanik. Der Diskussion all dieser Fragen soll ein neuer Kongreß dienen, welcher von der Kommission der Wolfskehlstiftung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen für die Zeit vom 21. bis 26. April 1913 einberufen worden ist. Eine Übersicht über die Gegenstände, welche dort verhandelt werden sollen, gibt am besten das Verzeichnis der Vorträge, an welche sich die Diskussionen anschließen sollen²⁾:

1. *M. Planck*, Berlin: Gegenwärtige Bedeutung der Quantenhypothese für die Gastheorie.
2. *P. Debye*, Utrecht: Die Zustandsgleichung auf Grund der Quantenhypothese.
3. *W. Nernst*, Berlin: Kinetische Theorie der festen Körper.
4. *M. v. Smoluchowski*, Lemberg: Gültigkeitsgrenzen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie.
5. *A. Sommerfeld*, München: Probleme der freien Weglänge.
6. *H. A. Lorentz*, Haarlem: Anwendung der kinetischen Methoden auf Elektronenbewegung.

Es ist zu hoffen, daß an diesem Kongreß, der die Aufhellung der tiefsten Probleme der Physik anstrebt, sich alle diejenigen beteiligen werden, die ihre Kräfte diesem Zweige der Naturforschung weihen.

Die neuen Versuche von C. T. R. Wilson zur Sichtbarmachung der Bahnen der radioaktiven Strahlen.

Von Prof. Dr. Erich Regener, Berlin.

(Mit einer Tafel.)

Zu den schönsten Resultaten, welche die junge Forschung der Radioaktivität aufzuweisen hat, gehören zweifellos die Methoden, welche eine Beobachtung der Einzelwirkung von α - und β -Teilchen ermöglichen. Da die α -Teilchen nachgewiesenermaßen Heliumatome sind, die β -Teilchen Elektronen, so ist durch diese Beobachtungen der direkteste Beweis für die korpuskulare Struktur

der Materie und der Elektrizität gegeben. So erwünscht ein solcher Beweis von jeher seit der Aufstellung der Atomistik und der kinetischen Gastheorie war, so ist er doch erst durch die Entdeckung der Strahlen der radioaktiven Körper möglich gemacht worden. Denn diese erst lehrte uns Korpuskeln (materielle und elektrische) kennen, welche auf natürlichem Wege, nämlich durch Abschleuderung von radioaktiven Atomen sich mit einer so großen Geschwindigkeit bewegen, wie sie künstlich im Laboratorium nicht herstellbar ist. Vermöge dieser großen Geschwindigkeit (bei den α -Strahlen ca. 20 000 km¹), bei den β -Strahlen bis nahe Lichtgeschwindigkeit) ist die an der einzelnen Korpuskel haftende Energie so groß, daß die Wirkung der einzelnen Korpuskel zur direkten Beobachtung gelangen kann. Solche „Zähl“-methoden gibt es für α -Teilchen bereits eine ganze Reihe: die Scintillationsmethode³⁾, die elektrische Methode³⁾, die photographische Beobachtung der Einzelwirkungen und andere mehr. Auch für β -Teilchen arbeitet man neuerdings an Zählmethoden. Keine dieser Methoden gibt uns aber ein so direktes Bild von dem Verhalten der α -Strahl- oder der β -Strahlkorpuskel, wie die neuen Versuche von C. T. R. Wilson, welcher die Bahn der α -Teilchen und β -Teilchen in feuchter Luft sichtbar machen und photographieren konnte. Nachdem Wilson vor Jahresfrist⁴⁾ bereits vorläufige Resultate veröffentlicht hatte, gibt er neuerdings⁵⁾ eine ausführliche Beschreibung seines Apparates und außerordentlich schöne Photographien, welche des allgemeinen Interesses würdig sind.

C. T. R. Wilsons Methode beruht auf folgenden Eigenschaften der radioaktiven und der Röntgenstrahlen. Alle diese Strahlen haben bekanntlich die Fähigkeit in einem Gase, durch das sie hindurchtreten, Ionen zu erzeugen. Sind diese Strahlen korpuskulär, haben sie also den Charakter eines fliegenden Geschosses, das also bei den α -Strahlen ein Heliumatom, bei den β -Strahlen ein Elektron darstellt, so sind auch die gebildeten Ionen längs der Flugbahn dieses Geschosses angeordnet. Auch bei der Ionisation der γ -Strahlen und der Röntgenstrahlen sollte eine Anordnung der gebildeten Ionen längs einzelner Bahnen erfolgen, da die Ionisation dieser Strahlen nach einer von Bragg eingeführten Ansicht keine direkte ist, sondern erst durch Sekundärstrahlen, welche β -Strahl-Charakter haben, erfolgt.

Bereits seit längerer Zeit ist die Eigenschaft dieser Ionen bekannt, Kondensationskerne in übersättigtem Wasserdampf zu bilden⁶⁾. Über

¹⁾ Die Geschwindigkeit der Gasmoleküle bei gewöhnlicher Temperatur ist von der Größenordnung eines Kilometers, die kinetische Energie also etwa $4 \cdot 10^8$ mal kleiner als diejenige eines Moleküls mit α -Strahl-Geschwindigkeit.

²⁾ Regener, Verh. d. D. Phys. Ges. 10, 78, 1908.

³⁾ Rutherford und Geiger, Proc. Roy. Soc. (A) 81, 141 u. 162, 1908.

⁴⁾ C. T. R. Wilson, Proc. Roy. Soc. A. 85, 285, 1911.

⁵⁾ Derselbe, Proc. Roy. Soc. A. 87, 277, 1912. Deutsch in Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik 10, 34, 1913.

⁶⁾ R. v. Helmholtz, Wied. Ann. 32, 1887, R. v. Helmholtz und Richarz, Wied. Ann. 59, 592, 1896.

¹⁾ Gauthier-Villard.

²⁾ Eine ausführliche Inhaltsangabe der Vorträge erhalten Interessenten bei Dr. E. Hecke, Göttingen, Nikolausbergerweg 48.

diese Erscheinung hat C. T. R. Wilson früher eine Reihe wertvoller Untersuchungen gemacht, insbesondere konnte er feststellen, daß die positiven und negativen Ionen die Kondensation des Wasserdampfes verschieden stark beeinflussen¹⁾. Er stellte die Übersättigung des Wasserdampfes so her, daß er ein bestimmtes, bei Zimmertemperatur mit Wasserdampf gesättigtes Volumen Luft v_1 plötzlich auf ein größeres Volumen v_2 expandierte. Dabei tritt eine plötzliche Abkühlung ein, welche bewirkt, daß unmittelbar nach der Expansion die Luft mit Wasserdampf übersättigt ist. Die Größe der Übersättigung kann durch das Verhältnis $\frac{v_2}{v_1}$, der Volumina nach und vor der Expansion gemessen werden. Wilson fand, daß an negativen Ionen Kondensation bei einer Expansion größer als 1,25 auftritt; erst bei einer Expansion größer als 1,31 bilden auch die positiven Ionen Kondensationskerne, während oberhalb $\frac{v_2}{v_1} = 1,38$ auch in ionenfreier Luft dichte Wasserwolken entstehen.

Dieselbe Methode ist jetzt von Herrn Wilson so ausgearbeitet worden, daß sich durch sie auch die Bahnen einzelner korpuskulärer Strahlen sichtbar machen lassen.

Die Hauptschwierigkeit lag darin, die Kondensation des Wasserdampfes an den Ionen möglichst unmittelbar nach ihrer Entstehung durch den betreffenden korpuskulären Strahl vorzunehmen und dann auch sofort durch Momentanbeleuchtung eine Photographie von der entstandenen Wassertröpfchenwolke herzustellen. Ferner mußten die Ionen entfernt werden, welche vor der Expansion im Apparate entstanden waren, denn diese hätten vermöge der gebildeten Wassertröpfchen eine allgemeine Verschleierung der Bilder verursacht. Die letztere Schwierigkeit vermeidet Herr Wilson dadurch, daß er in der Expansionskammer ein elektrisches Feld (ca. 10 Volt/cm) erzeugt, welches die Kammer ionenfrei erhält. In einigen Fällen wendet Herr Wilson auch die Methode an, daß er die zu untersuchenden Strahlen mit der Expansion zwangsläufig in die Kammer eintreten läßt. Die sofortige Aufnahme der gebildeten Wassertröpfchen wird in sinnreicher Weise dadurch erreicht, daß die Öffnung des Ventils, welches die Expansion in der Beobachtungskammer betätigt, selbsttätig den Fall einer Kugel auslöst, welche durch Schließen einer Leydener-Flaschen-Batterie den zur Aufnahme dienenden Beleuchtungsfunken auslöst.

Der Hauptteil des Wilsonschen Apparates ist in Fig. 1 dargestellt. A ist die Expansionskammer. Die Wände bestehen aus Glas, das zum Schutze gegen das Beschlagen mit Wassertropfen innen mit Gelatine überzogen ist. Die untere Wand der Kammer A ist als Kolben ausgebildet und kann durch Betätigung des Ventils B, welches nach der evakuierten Kugel C führt, plötzlich nach unten bewegt werden. D sind Holzklötze, welche das Luftvolumen unterhalb des Kolbens ver-

kleinern. Die Abdichtung erfolgt durch Wasser, welches gleichzeitig die Luft in der Kammer A mit Wasserdampf sättigt. Der Expansionsgrad kann durch die Größe der Bewegung des Kolbens reguliert werden. Die Expansion lag meistens zwischen 1,33 und 1,36, so daß sowohl von den positiven wie von den negativen Ionen Wassertröpfchen kondensiert wurden. Das elektrische Feld wurde durch die in der Figur angedeutete Batterie zwischen Dach und Boden der Expansionskammer erzeugt. Die Auslösung des Ventils B geschah durch eine mit einer Kugel beschwerte Schnur. Von der Kugel löste sich beim Fall eine zweite an einem dünnen Faden befestigte ab, welche beim Fall die Entladung der Leydener-Flaschen-Batterie und damit den zur Photographie dienenden Beleuchtungsfunken auslöst. Der Beleuchtungsfunke schlug in Quecksilberdampf von Atmosphärendruck über, der in einer Quarzröhre erzeugt wurde. Meist war die photographische Kamera mit horizontaler Achse seitlich von der Expansionskammer aufgestellt. Die Beleuchtung durch den Funken erfolgte dann schräg von oben unter einem Winkel von 25 Grad. In den hier in Fig. 2—4 wiedergegebenen Aufnahmen stand da-

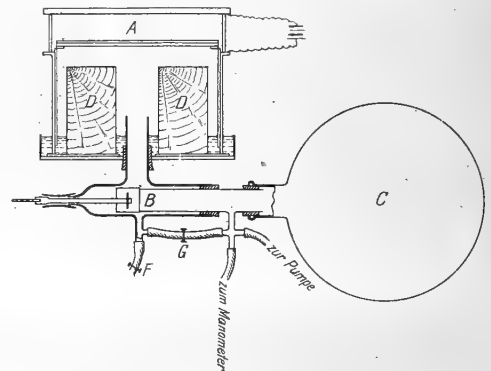


Fig. 1.

gegen die Kamera mit vertikaler Achse über der Kammer, der Beleuchtungsfunke dagegen seitlich.

Die Aufnahme Fig. 2 auf Tafel I zeigt die α -Strahlen, welche von einer winzigen Menge Radium ausgehen, das sich auf der Spitze eines in die Expansionskammer hineinragenden Drahtes befindet. Die scharf definierten Strahlen sind solche, welche in der sehr kurzen Zeit zwischen der Expansion und der Auslösung des Beleuchtungsfunken von dem Präparat ausgesandt wurden. Daneben sieht man verwaschene Strahlen. Sie rühren von solchen α -Teilchen her, welche kurz vor der Expansion ausgesandt wurden, so daß die gebildeten Ionen durch Diffusion und durch die Kräfte des elektrischen Feldes auseinandergezogen wurden.

Fig. 3 (Tafel I) ist eine Aufnahme, bei der durch ein am Expansionskolben angebrachtes Fenster automatisch bewirkt wurde, daß die α -Strahlen nur nach der Expansion zur Wirksamkeit kamen. Man sieht, daß jetzt alle α -Strahlen scharf geworden sind, da die Ionen jetzt im Momente ihrer Entstehung auch Wassertröpfchen

¹⁾ C. T. R. Wilson, Phil. Trans. 189, 265, 1897.

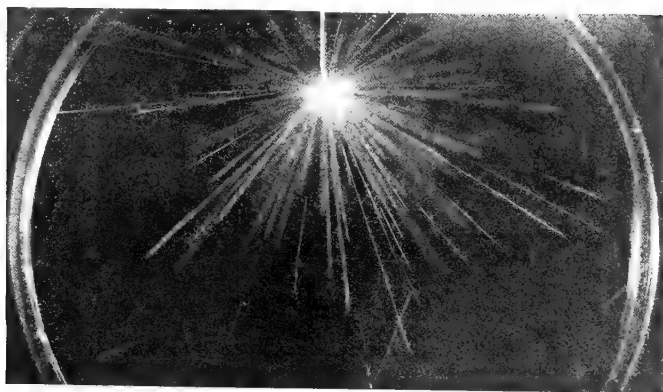


Fig. 2. Vergrößerung 1:2,18. α -Strahlen eines Radiumkornes.

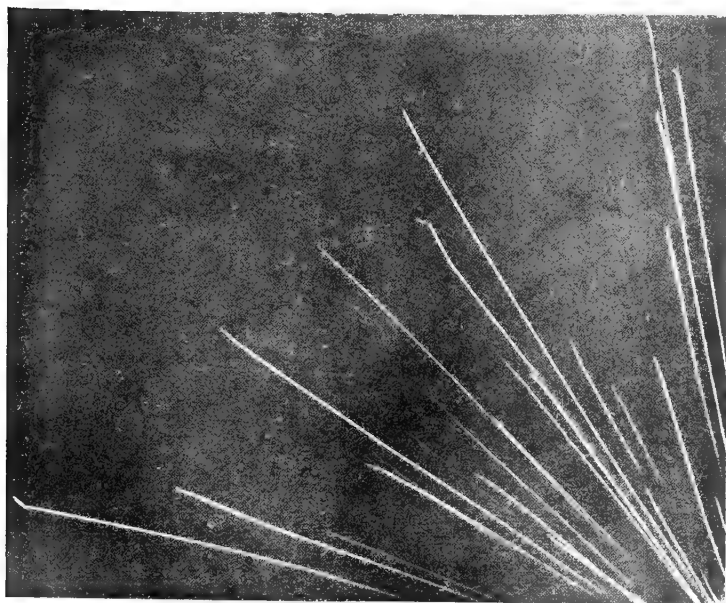


Fig. 3. Vergrößerung: 1,05. α -Strahlen von Radium.



Fig. 4. Vergrößerung 1:1,24. α -Strahlen der Ra-Emanation.

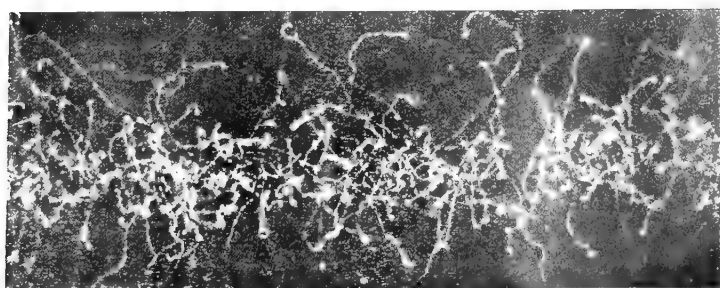


Fig. 7.

Vergrößerung: 2,45fach.
Röntgenstrahlbündel von
ca. 2 mm Durchmesser.

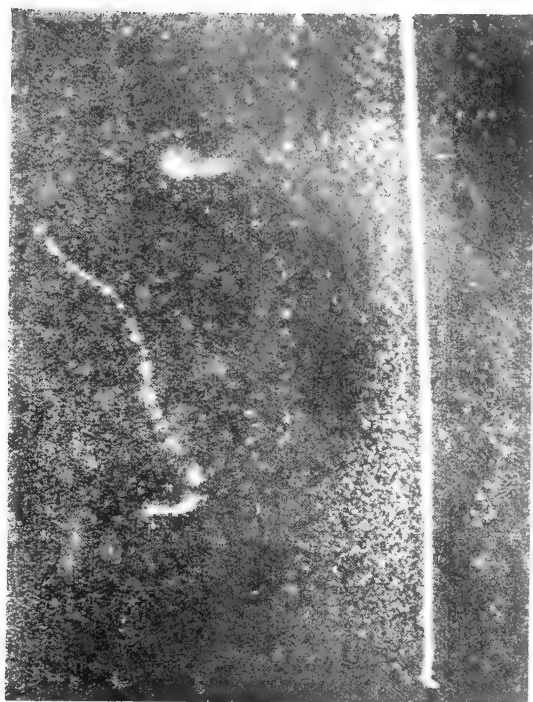


Fig. 5. Vergrößerung: 6fach. Links β -Strahlen, rechts ein α -Strahl von Radium.



Fig. 6. Vergrößerung: 6fach. Durch γ -Strahlen erzeugte β -Strahlen.

um sich kondensierten, wonach sie natürlich sofort ihre Beweglichkeit einbüßten und so photographisch fixiert wurden. Interessant ist an dieser Aufnahme, daß die Enden fast aller α -Strahlen einen kleinen, mehr oder weniger scharfen Knick haben. Wir erlangen dadurch einen direkten Einblick in die Streuung der α -Strahlen, die von verschiedenen Autoren auf anderen Wegen schon früher gezeigt war. Die Streuung kommt augenscheinlich durch den Zusammenstoß der α -Teilchen mit einem Atom zustande.

Fig. 4 zeigt die α -Strahlen, die von einer Spur Radiumemanation ausgingen, welche in der Kammer war. Entsprechend dem gasförmigen Charakter der Emanation werden jetzt die α -Teilchen von den jeweils zerfallenden Emanationsatomen an den verschiedensten Stellen im Gasraume nach verschiedenen Richtungen ausgesandt.

Die Zahl von Ionen, welche längs der Flugbahn eines α -Teilchens erzeugt werden, ist eine sehr große (ca. 20—30 000 auf 1 cm Wegs in normaler Luft). Es ist erklärlich, daß die Wassertröpfchen, die von diesen Ionen gebildet werden, so dicht liegen, daß wie in Fig. 2—4 der α -Strahl als ein zusammenhängender scharfer Streifen erscheint. Anders ist es bei den β -Strahlen. Hier ist die Zahl der längs der Bahn der β -Strahlpartikel gebildeten Ionen verhältnismäßig klein, einige Hundert bis Tausend Ionen auf den Zentimeter Weg. Bei der Wilsonschen Methode wird also auch der Weg eines β -Teilchens sich durch viel weniger dicht aneinander gelagerte Wassertröpfchen bemerkbar machen. In der Tat liegen die Verhältnisse so günstig, daß es möglich ist, die von einem β -Teilchen längs seines Weges gebildeten Ionen zu zählen. Fig. 5 zeigt eine Aufnahme, die den Unterschied von α - und β -Strahlen frappant zeigt. Rechts der α -Strahl mit seinen dicht aneinander gelagerten Ionen (einige von den Ionen sind unter der Wirkung des elektrischen Feldes ein Stück nach links gewandert, bevor sie zu Tropfen wurden), links ein β -Strahl, an dem sich die Tröpfchen und damit auch die Ionen zählen lassen. Man sieht auch, daß der β -Strahl am meisten Ionen an seinem Ende bildet, wo er am langsamsten geworden ist. Wie bekannt, hängt ja die Zahl der gebildeten Ionen von der Geschwindigkeit ab. Ein in der Mitte des Bildes sichtbarer β -Strahl ist ein sehr schneller, der nur wenig Ionen pro cm seines Weges bildet. Interessant ist auch die Verschiedenartigkeit der Streuung bei α -Strahlen und bei β -Strahlen. Der β -Strahl wird viel stärker gestreut als der α -Strahl, die Streuung ist aber keine plötzliche, sondern eine allmähliche und um so stärker, je langsamer der Strahl ist.

Fig. 6 zeigt die Ionisation, die nach Abblendung der α - und β -Strahlen von den γ -Strahlen eines Radiumpräparates hervorgerufen wird. Es bestätigt sich die Braggsche Annahme, daß die Ionisation durch sekundäre β -Strahlen hervorgerufen ist, welche von den Gefäßwänden und den Gasmolekülen ausgehen. Die erzeugten Sekundärstrahlen sind *schnelle* β -Strahlen, wie sich aus der geringen Zahl der gebildeten Ionen ersehen läßt.

Noch schöner als an den γ -Strahlen läßt sich die sekundäre Art der Ionisierung bei den wesensähnlichen Röntgenstrahlen ersehen, welche langsamere sekundäre β -Strahlen erzeugen als die γ -Strahlen des Radiums. Die Dichtigkeit der Ionen längs des Strahles ist darum größer und die Aufnahmen werden klarer als bei den primären β -Strahlen des Radiums. Von den vielen Aufnahmen *Wilson's* sei eine charakteristische in Fig. 7 wiedergegeben. Diese Aufnahme ist so gewonnen worden, daß der Röntgenstrahl *nach* der Expansion die Kammer durchsetzte, indem gleichfalls durch eine zwischen zwei Elektroden hindurch fallende Kugel der Röntgenstrahl automatisch ausgelöst wurde. Die Bahnen aller Strahlen sind darum scharf. Man sieht auf der Photographie mit einer überraschenden Klarheit, wie längs des ca. 2 mm breiten Röntgenstrahlbündels in der Luft Sekundärstrahlen ausgelöst werden, welche willkürlich nach allen Richtungen ausgehen und auch außerhalb des von den Röntgenstrahlen bestrichenen Raumes treten. Die Wege der sekundären β -Strahlen sind sehr krummlinig, da es sich um ganz langsame β -Strahlen handelt. Von primärer Ionisation ist auf den Photographien keine Spur. Die ganze ionisierende Wirkung der Röntgenstrahlen wird also über den Umweg durch die sekundären β -Strahlen ausgeübt. Die Zahl der auf 1 cm Wegs der Sekundärstrahlen erzeugten Ionen beläuft sich auf einige Hundert; unter zwölf Zählungen war die kleinste erhaltene Zahl 150 Ionenpaare pro cm am Anfang des Strahles, der größte Wert 2160 Ionenpaare pro cm auf dem letzten halben Millimeter des Strahles.

Die Verwendungsmöglichkeiten dieser sehr schönen Wilsonschen Methode sind sicher noch nicht erschöpft. So wird man leicht durch eine Statistik feststellen können, ob die Anwendung der Sekundärstrahlen in Richtung des einfallenden Röntgenstrahles bevorzugt ist. Die Wilsonschen Photographien werden aber auch jedem willkommen sein, der über radioaktive — oder Röntgenstrahlen vorzutragen hat. Denn die einfache Projektion der Wilsonschen Photographien wird jedermann die sonst recht schwer darzustellenden Verhältnisse der so ergebnisreichen Forschungen über die korpuskulären Strahlen leicht und überzeugend erläutern.

Biologische Probleme¹⁾.

Von Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien.

Assimilation.

Es ist eine fundamentale biologische Tatsache, daß, soweit unsere Beobachtung und Erfahrung reicht, Lebendes immer nur aus Lebendem hervorgeht. Das ist nicht so zu verstehen, daß nicht leblose Stoffe in lebende Teile der Organismen übergehen können; denn wir wissen ja, daß die zum Aufbau und zum Wachstum der lebenden Teile dienenden Nahrungstoffe vor dieser Verwendung noch leblos sind. Die fundamentale Tatsache besteht vielmehr darin, daß die Umwandlung von leblosem Ma-

¹⁾ Siehe S. 18 (Heft 1) und S. 136 (Heft 6).

terial in lebende Substanz niemals selbständig, niemals aus freien Stücken oder durch „Urzeugung“ vor sich geht, sondern immer nur in der unmittelbarsten Nähe und „unter dem Einfluß“ schon vorhandener lebender Substanz. Während man also in alten Zeiten noch daran glauben konnte, daß Ungeziefer aus Schmutz oder aus faulenden Substanzen hervorgehen könne, prägte *Harvey* schon im 17. Jahrhundert den Satz: „Omne animal ex ovo“; 200 Jahre später hieß es dann bei *Virchow*: „Omnis cellula e cellula“; und jetzt können wir, da wir außer der Vermehrung der Zellen auch ihr Wachstum und das Wachstum der sie verbindenden Grundsubstanzen berücksichtigen müssen, diesen Satz noch präziser formulieren, indem wir sagen: „Omne protoplasma e protoplasma“. Damit meinen wir, daß die Umwandlung von leblosen Substanzen in lebendes Protoplasma immer nur in der unmittelbarsten, wahrscheinlich molekularen Nähe schon vorhandenen Protoplasmas geschieht; und wir können weiter behaupten, daß das neugebildete Protoplasma entweder die identischen oder doch mindestens sehr ähnliche Eigenschaften besitzt wie das vorhandene, in dessen Nähe es gebildet wird, weil aus einem Pflanzensamen immer nur die dazugehörige Pflanze, aus einem Hühnerei immer nur ein Hühnchen und aus einem Schafembryo immer nur ein Schaf und niemals etwas anderes herauswachsen kann. Weil also offenbar jedes lebende Protoplasma die Fähigkeit besitzt, aus den zu seiner Bildung verwendbaren Stoffen stets nur Identisches oder wenigstens Ähnliches hervorzubringen, spricht man bei der Verwendung von Nahrungstoffen zum Aufbau und zum Wachstum lebender Teile in der Regel von „Assimilation“ (similis = ähnlich).

Wir können uns aber nicht damit begnügen, die bloße Tatsache festzustellen, daß neues Protoplasma immer nur in der unmittelbarsten Nähe, also offenbar unter irgendeinem Einflusse schon vorhandenen Protoplasmas gebildet wird, sondern wir müssen auch daran denken, ob es nicht möglich ist, diesen Einfluß zu verstehen und zu definieren. Ein solcher Versuch wäre allerdings so lange hoffnungslos, als man dabei verharren würde, das Protoplasma als ein bloßes Gemengel der zu seiner Bildung verwendeten Nahrungstoffe anzusehen. Denn dann würden wir unmöglich begreifen können, daß die neuen Protoplasmateile bei den verschiedensten quantitativen Verhältnissen und qualitativen Variationen der zugeführten Nahrung (z. B. bei der Vertretung von Fetten durch Kohlehydrate oder umgekehrt) doch immer ihre identische oder mindestens sehr ähnliche Zusammensetzung beibehalten; wir würden auch nicht verstehen, warum eine in der Nährflüssigkeit wachsende Pflanze von den ihr gebotenen Stoffen immer nur ganz bestimmte und diese nur in ganz bestimmten Verhältnissen verwendet und warum sie fremde Stoffe ebenso zurückweist, wie einen Überschuß einer sonst mit großer Vorliebe verwendeten Nahrung. Und ganz unbegreiflich wäre es endlich, warum das Wachstum einer solchen Pflanze, also die Neubildung ihres Protoplasmas ganz unterbleibt, wenn in der Nährflüssigkeit auch nur ein einziger ihrer sonstigen Nahrungstoffe fehlt, z. B. ein

Magnesiumsalz, das sie, wenn es vorhanden ist, immer nur in verschwindend kleinen Mengen verwendet. Alle diese Erscheinungen werden aber sofort verständlich, wenn man die Nahrungstoffe im Protoplasma nicht zu einem bloßen Gemenge von „Immediatbestandteilen“ zusammentreten läßt, in dem sie ihre chemische Selbständigkeit bewahren dürfen, sondern es für selbstverständlich hält, daß sich aus ihnen hochkomplizierte Moleküle herausbilden, und zwar nach dem Ebenbilde jener schon vorhandenen Moleküle, unter deren assimilierendem Einflusse sie eben zustande kommen. Dann brauchen wir kein bewußtes oder unbewußtes „Wahlvermögen“ der Pflanze, keine dem Protoplasma eigene „Empfindung der Qualitäten“ und auch keine mit Gefühl und Geschmack ausgestattete „Ernährungsseele“ der lebenden Organismen, mit welchen mystischen Begriffen auch der moderne Vitalismus zu operieren nicht verschmäht, sondern wir brauchen nur den Atomen und Atomgruppen der fertigen Protoplasamoleküle die Fähigkeit zuzuschreiben, auf die mit ihnen identischen Atome in der sie umgebenden Flüssigkeit anziehend zu wirken und sie dadurch in ihre molekulare Nähe zu bringen, so daß sie sich dort zu neuen Molekülen von derselben Architektur vereinigen können. Dann ist es selbstverständlich, daß von den vorhandenen Nahrungstoffen nur die verwendet werden, die in den assimilierenden Molekülen vertreten sind; daß nicht nur ihnen fremde Stoffe, sondern auch der Überschuß der ihnen eigenen Bestandteile zurückgewiesen werden; daß die zur Bildung der neuen Moleküle notwendigen Kohlenstoff- und Wasserstoffmoleküle ebensogut aus der Gruppe HCH der Fette als aus der Gruppe HCOH der Kohlehydrate entnommen werden können und daß die Bildung neuer Moleküle unterbleiben muß, wenn in dem Nahrungsgemisch auch nur eine der zu ihrer Bildung notwendigen Komponenten abgängig ist. Ich denke, diesen großen Vorteilen zuliebe sollte man endlich einmal die Vorstellung eines bloßen Gemenges von „lebendem Eiweiß“ mit Zucker, Fett und Mineralstoffen im Protoplasma fallen lassen und sie durch die einzig mögliche Vorstellung von vielatomigen Protoplasamolekülen ersetzen, die nicht nur die Spaltprodukte von Eiweiß, sondern auch Zucker, Fettsäuren und mineralische Nahrungstoffe zum Aufbau neuer, identisch oder sehr ähnlich konstruierter Moleküle verwenden.

Was aber die „assimilatorische Synthese“ anbelangt, wie wir die Bildung neuer Moleküle unter dem assimilatorischen Einflusse schon vorhandener Atomverbindungen von gleicher Zusammensetzung bezeichnen wollen, so ist sie keineswegs rein hypothetisch, sondern sie ist ein Vorgang, der auch in der anorganischen Welt ganz sicher stattfindet. Dafür nur ein Beispiel.

Wird kohlsaures Natron mit einem Äquivalent Wasser vermennt und wird durch dieses Gemenge Kohlensäure durchgeleitet, dann erfolgt in diesem zunächst keine Veränderung. Fügt man aber eine kleine Prise von doppeltkohlsaurem Natron hinzu, dann verwandelt sich der ganze Vorrat von kohlsaurem Natron mit Hilfe der Kohlensäure und des

Wassers in doppeltkohlensaures Natron, und diese Verwandlung erfolgt um so schneller, je mehr man von der fertigen Verbindung zugesetzt hat. Es muß also von den fertigen Molekülen eine „assimilatorische Energie“ ausgehen, welche die noch getrennten Moleküle des Salzes, des Gases und des Wassers dazu zwingt, ihre chemische Selbständigkeit aufzugeben und sich zu demselben komplizierteren Bau zu vereinigen, wie er den diese Energie aussendenden Molekülen zukommt. Damit diese Vereinigung vor sich gehen kann, müssen sich in den der assimilierenden Wirkung unterliegenden Verbindungen diejenigen Teile, die zur Bildung der neuen Moleküle notwendig sind, von denen lostrennen, die zu dieser Synthese nicht verwendet werden können; es muß also von jedem Molekül des kohlensauren Natrons ein Atom Natron abgetrennt werden; es müssen ferner die Wassermoleküle und die Kohlensäuremoleküle in ihre Atome zerfallen und dann erst können sich die getrennten Teile zu zwei neuen Molekülen des Bikarbonates vereinigen. Das kann aber nur dadurch geschehen, daß die in dem zugefügten Salze enthaltenen Atome oder Atomgruppen auf die gleichnamigen Bestandteile der noch getrennten Moleküle eine starke Anziehung ausüben und sie aus ihrer Verbindung mit den dieser Anziehung nicht unterliegenden Atomen losreißen, so daß sie sich in der unmittelbarsten Nähe der assimilierenden Moleküle vermöge ihrer frei gewordenen Affinitäten zu neuen gleichgearteten Molekülen vereinigen¹⁾.

Daß zwischen gleichen Molekülen tatsächlich eine mächtige Anziehung besteht, hat *Pasteur* gezeigt, als er mittels der elektiven Kristallisation die Traubensäure in die rechtsdrehende und die linksdrehende Weinsäure zerlegte. Er führte nämlich zuerst Kristalle der einen Weinsäure in die gemeinsame Lösung ein und als dadurch alle gleichnamigen Moleküle herauskristallisiert waren, vollzog er dasselbe mit Kristallen der anderen Weinsäure. Dasselbe Kunststück hatte schon viel früher *Reil* an einer gemeinsamen Lösung von Salpeter und Glaubersalz demonstriert. Nur durch die energische Anziehung, welche die gleichen Atome oder die gleichen Ionen in einer Lösung aufeinander ausüben, ist aber auch die merkwürdige Tatsache zu verstehen, daß gewisse Meerpflanzen trotz des minimalen Jodgehaltes des Seewassers einen sehr bedeutenden Jodgehalt aufweisen und daß alle Seetiere Eisen enthalten, obwohl es bisher noch nicht gelungen ist, im Meerwasser Eisen nachzuweisen. Hier werden offenbar die zur Synthese eisen- und jodhaltiger Protoplasmamoleküle notwendigen Eisen- und Jodatome durch die assimilatorische Energie der in den assimilierenden Protoplasmamolekülen enthaltenen gleichartigen Atome mit Hilfe der Diffusion aus den entlegensten Weiten des Weltmeeres in ähnlicher Weise herbeigeschafft wie durch die Weinsäurekristalle die letzten Weinsäuremoleküle aus der Lösung herangezogen werden; nur daß hier die herangezogenen Atome oder Atomverbindungen nicht herauskristallisieren, sondern sich mit den

übrigen Baustoffen zu neuen jod- und eisenhaltigen Protoplasmamolekülen verbinden.

Wenn diese Auffassung richtig ist, dann muß sie natürlich auf alle Fälle von Protoplasmawachstum und Protoplasmaneubildung angewendet werden können und daher auch auf die Kohlensäureassimilation der grünen Pflanzen, die den großen Kohlenstoffbedarf ihrer heranwachsenden Protoplasmen einzig und allein mit der in der Luft oder im Wasser diffundierten Kohlensäure zu decken haben. Aber obwohl der Begriff der Assimilation gerade besonders für die Verwendung der Kohlensäure durch die grünen Pflanzen in Geltung ist, stellt man sich doch den Vorgang in der Regel ganz anders vor, als wir es hier für die Assimilation im allgemeinen versucht haben, und zwar in der Weise, daß von einer Verähnlichung, von einer Assimilation im wahren Sinne des Wortes gar nicht gesprochen werden kann. Man glaubt nämlich ziemlich allgemein, daß die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome des Kohlensäurehydrates nicht zusammen mit dem Stickstoff und dem Schwefel der mineralischen Pflanzennahrung nach Abtrennung der Sauerstoffatome zur Bildung neuer Protoplasmamoleküle unter dem assimilatorischen Einflusse der schon vorhandenen verwendet werden, sondern man stellt sich vor, daß zunächst aus Kohlensäure und Wasser Stärke oder Zucker gebildet wird, und zwar entweder direkt oder auf dem Umwege über Kohlenoxyd und verschiedene Pflanzensäuren oder über Formaldehyd und andere Übergangsstufen, und daß dann erst der Zucker sich mit den stickstoff- und schwefelhaltigen Bodensalzen zu Eiweiß vereinigt. Dabei könnte also eigentlich nicht gut von einer Assimilation durch das lebende Protoplasma gesprochen werden, weil hier die Protoplasmamoleküle nicht ihresgleichen bilden würden, sondern vielmehr viel einfachere Verbindungen entstehen sollen, für deren Bildung die so verlockende Analogie mit der anorganischen Assimilation natürlich nicht herangezogen werden könnte. Während wir also für die assimilatorische Synthese neuer Moleküle des Protoplasmas in molekularer Nähe der schon fertigen Moleküle ein mechanisches Verständnis gewinnen konnten, vermöchten wir uns keinerlei Vorstellung darüber zu machen, wie das lebende Protoplasma, dessen Gegenwart bei der Verwendung der Kohlensäure zum Wachstum der Pflanze und zur Bildung ihrer Bestandteile absolut unentbehrlich ist, es bewerkstelligen soll, daß sich z. B., wie von einigen Forschern angenommen wurde, die Kohlensäure zuerst in Kohlenoxyd, dann zusammen mit Wasser in Ameisensäure und dann durch weitere Synthesen in Oxalsäure, Glycolsäure, Apfelsäure und Zitronensäure und endlich in ein Kohlehydrat verwandeln soll, dessen weitere Vereinigung mit den Nitraten und Sulfaten zu Eiweißkörpern natürlich ebenso rätselhaft bliebe als das Durchlaufen aller früheren Etappen. Dazu kommt aber noch, daß der grüne Farbstoff, der bei der Reduktion der Kohlensäure, d. h. bei der Losreißung ihres Kohlenstoffs vom Sauerstoff, wenigstens bei den höheren Pflanzen, nicht entbehrt werden kann, schon durch schwache Säuren zerstört wird, also in der unmittelbaren Nähe

¹⁾ Einige andere Beispiele von anorganischer Assimilation finden sich im 25. Kapitel des ersten Bandes meiner *Allgemeinen Biologie*.

der angeblich unter seinem Einflusse gebildeten Säuren keinen Bestand haben könnte; während diejenigen, die den Weg der Synthesen über Formaldehyd instradieren möchten, wieder nicht berücksichtigen, daß diese Verbindung eines der stärksten Protoplasmagifte darstellt. Dasselbe Protoplasma, unter dessen rätselhaftem Einfluß diese lange Kette von chemischen Prozessen ablaufen soll, hätte aber auch noch die Aufgabe, das eine Mal aus dem so gebildeten Traubenzucker Stärke, ein andermal Rohrzucker, ein drittes Mal Zellulose und bei gewissen Pflanzen fette Öle hervorgehen zu lassen, während ein Teil desselben Traubenzuckers unter dem Einflusse desselben Protoplasmas zu Kohlensäure und Wasser verbrennen soll. Das alles könnte nicht auf natürlichem Wege durch die uns bekannten chemischen und physikalischen Energien bewerkstelligt werden, sondern nur durch vitale oder intelligente Kräfte, zu denen bezeichnenderweise gerade einige moderne Botaniker und Pflanzenphysiologen wieder ihre Zuflucht nehmen wollen.

Alle diese schwer verständlichen und zum Teil von vornherein unmöglichen Annahmen werden aber entbehrlich, wenn man die Assimilation der Kohlensäure nur als einen Spezialfall der organischen Assimilation überhaupt, d. h. der Verwendung eines Nahrungstoffes zum Aufbau neuer Protoplasmamoleküle unter dem assimilatorischen Einflusse der schon vorhandenen betrachtet, einer Verwendung, der auch hier die Losreißung der einzuverleibenden Atome oder Atomgruppen aus ihrer bisherigen Verbindung vorhergehen muß. Auch der Umstand, daß es sich dabei um eine Reduktion, also um die Trennung einer Sauerstoffbindung handelt, ist kein Novum, weil ja auch in dem früheren Beispiel einer anorganischen Assimilation die eingeleitete Kohlensäure, bevor sie sich an der Bildung des Bikarbonates beteiligen kann, in ihre Bestandteile zerlegt werden muß. Aber auch bei der assimilatorischen Verwendung der salpeter- und schwefelsauren Salze von Seite der grünen und nichtgrünen Pflanzen muß eine Losreißung des Stickstoffes und des Schwefels aus ihrer Sauerstoffverbindung vorhergehen, weil sonst ihre Aufnahme in ein neues komplizierteres Molekül unmöglich wäre. Das einzig Neue bei der Kohlensäureassimilation liegt also darin, daß in diesem speziellen Falle für die Lösung der kräftigen Verbindung zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff die assimilatorische Energie in Verbindung mit den für jedes Protoplasmawachstum notwendigen Wärmeschwingungen nicht ausreicht, sondern daß hier auch Lichtschwingungen mitwirken müssen, deren zerlegende Wirkung in bisher noch nicht geklärter Weise durch den grünen Farbstoff unterstützt oder vielleicht erst möglich gemacht wird. Außerdem nimmt die Kohlensäureassimilation auch noch wegen der Abgabe von Sauerstoff nach außen eine Sonderstellung ein, weil eine solche bei keiner anderen assimilatorischen Sauerstoffberaubung beobachtet wird. Das rührt aber daher, daß bei der sicherlich sehr großen Zahl der in jedem Protoplasmamolekül enthaltenen Kohlenstoffatome eine so große Zahl von Sauerstoffatomen frei werden muß, daß sie nicht mehr alle bei den oxydativen

Prozessen innerhalb der Pflanze Verwendung finden können; während die Sauerstoffmenge, die bei der Assimilation des Stickstoffs, des Schwefels und der anderen in noch geringerer Menge zur Verwendung kommenden Baustoffe der Protoplasmamoleküle in Freiheit gesetzt wird, eine so geringe ist, daß sie immer Gelegenheit findet, in der Pflanze selbst wieder neue Verbindungen einzugehen.

Sind aber einmal die neuen Protoplasmamoleküle auf Kosten des der Kohlensäure entnommenen Kohlenstoffes und mit Hilfe des Schwefels, des Stickstoffes, des Kalziums und Magnesiums, sowie der anderen aus den Bodensalzen entnommenen Komponenten gebildet, dann ergibt sich alles Weitere von selbst. Werden die zersetzlichen Moleküle von kräftigen Reizen getroffen, dann unterliegen sie einer oxydativen Spaltung, bei der sich ihre Kohlenstoff- und Wasserstoffatome mit dem atmosphärischen Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser verbinden. Die Protoplasmamoleküle aber, die der Einwirkung solcher kräftiger Reize entgehen — und sie sind in den pflanzlichen Organismen, die keine Nerven, also keine besonderen Reizleitungsapparate besitzen, viel zahlreicher als bei den Tieren — haben ebenfalls keinen dauernden Bestand, sondern sie unterliegen unter dem Einflusse schwächerer Reize einem „inaktiven“ Zerfall, bei dem sie ihre kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Atomgruppen entweder als Stärke oder als Rohrzucker oder als Zellulose oder — in selteneren Fällen — als fette Öle abspalten. So wenig aber das Glykogen (die tierische Stärke) bei seiner Bildung jene ausgeklügelten Reaktionen und in vorgeschriebener Reihenfolge ablaufenden Synthesen durchlaufen muß, die man der pflanzlichen Stärke zumuten will, und so wenig für die Entstehung von tierischen Fetten bei fettfreier Nahrung oder bei der Aufnahme ganz anders gearteter Fette ein anderer Modus denkbar ist, als daß die bei beliebiger Nahrung entstandenen Protoplasmamoleküle unter Abspaltung spezifisch gebauter Neutralfette zerfallen, so wenig erwächst eine Schwierigkeit bei der Vorstellung, daß die Reservestoffe und Formbestandteile der Pflanze in gleicher Weise aus dem Zerfall ihrer Protoplasmamoleküle hervorgehen. Wir brauchen also zu alledem keinen geheimnisvollen Bildungstrieb und keine ebenso rätselhaften Organisationskräfte, um die verwickelten chemischen Reaktionen und Synthesen jeweilig am richtigen Orte und zur rechten Zeit ins Werk setzen zu lassen, weil wir ganz gut mit der assimilatorischen Synthese vielmotiger und daher überaus zersetzlicher Protoplasmamoleküle und ihrem Zerfall durch die als Reize wirkenden Energien auskommen können.

Über die Ursachen des Altbackenwerdens des Brotes.

In der Zeitschrift für Elektrochemie, Bd. 19 (1913) S. 202 veröffentlicht der Amsterdamer Arzt Dr. J. R. Katz eine interessante Studie über die Ursachen des Altbackenwerdens des Brotes, die wiederum zeigt, wie auch solche Probleme rein

praktischer Natur, die man von alters her nur erfahrungsmäßig beurteilt hat, durch Anwendung physikalisch-chemischer Grundsätze und Methoden einer Lösung im wissenschaftlichen Sinne zugänglich sind.

Um das Resultat kurz vorwegzunehmen, so ergibt sich, daß in der Krume des Brotes ein physikalisch-chemisches Gleichgewicht besteht, indem bei höherer Temperatur (50 bis 100 °) *frisches Brot* der Gleichgewichtszustand ist, während bei Zimmertemperatur (25 bis 0 °) *altbackenes Brot* die stabile Form darstellt. Die Versuche wurden so angestellt, daß die Krume in verschlossenen Röhren im Thermostaten längere Zeit auf verschiedene Temperaturen gebracht wurde. Die hierbei stattfindenden Veränderungen wurden nach dem Öffnen der Röhren geprüft. Der Übergang von „frisch“ zu „altbacken“ läßt sich einerseits qualitativ durch die Strukturveränderung von „weich, feucht, elastisch und biegsam“ in „hart, trocken und krümelig“, andererseits quantitativ durch die typische Abnahme des Quellungsvermögens im altbackenen Brote verfolgen. Bewahrte man die Röhren bei Zimmertemperatur auf, so enthielten sie schon nach 24 Stunden altbackenes Brot, während in den bei 60 ° oder 70 ° aufbewahrten die Krume vollkommen frisch blieb und sich auch nach Geruch und Geschmack als unverändert erwies. Instrukтив ist das folgende Versuchsprotokoll, dessen Ergebnis durch eine größere Reihe von weiteren Versuchen immer wieder bestätigt wurde (Versuchsdauer 48 Stunden):

85—92 °	frisch
70 °	„
60 °	„
50 °	noch fast ganz frisch
40 °	deutlich etwas altbacken
30 °	halb altbacken
17 °	altbacken
0 °	ganz altbacken.

Es scheint also eine kontinuierliche Verschiebung eines physikalisch-chemischen Gleichgewichtes mit der Temperatur vorzuliegen und nicht etwa eine Zustandsänderung durch Austrocknung. Es handelt sich demnach keineswegs um ein Entwässerungsphänomen, wie man zunächst anzunehmen geneigt sein könnte. Nach den geschilderten Versuchen sollte der Vorgang umkehrbar sein, d. h. altbackenes Brot sollte durch Erwärmen wieder aufgefrischt werden können. Daß dies bis zu einem gewissen Grade tatsächlich der Fall ist, lehrt schon die dem Bäcker wie der Hausfrau geläufige Erfahrung, die nun auch durch die exakteren Versuche von *Katz* bestätigt wird.

Interessant und praktisch wichtig sind auch die Versuche bei tieferen Temperaturen. Die Versuchsdauer betrug wiederum 48 Stunden:

15 °	altbacken
0 °	sehr altbacken
— 2 °	stärker altbacken
— 6 °	weniger altbacken, etwa wie bei 15 °
— 8 °	halb altbacken

In flüssiger Luft ganz frisch.

Es besteht also offenbar ein Maximum der Umwandlung „Frisch \rightleftharpoons Altbacken“ bei — 2 bis — 3 °. Kühlt man auf tiefere Temperaturen, so findet Rückverwandlung statt.

Aus diesen Ergebnissen folgt, daß sich frisches Brot bei gewöhnlicher Temperatur im labilen Zustande befindet. Ueber den chemischen Prozeß, der sich bei der Umwandlung abspielt, läßt sich vorläufig nicht viel sagen. *Katz* konstatiert nur, daß die Veränderung sich in den durch das Backen verkleisterten Stärkekörnern vollzieht und daß das Eiweiß sich dabei inaktiv verhält. Es scheint ein Vorgang zu sein, der sich beim Altwerden in allen Kleisterlösungen abspielt. Diese Umsetzung vermindert das Quellungsvermögen der Stärke, das Wasserbindevermögen nimmt ab, und, indem Wasser von der Stärke an das Eiweißgerüst des Brotes abgegeben wird, müssen die Stärkekörner selbst kleiner werden, da das Volumen quellbarer Körper ungefähr additiv ist. Eine solche Verkleinerung der Stärkekörner ließ sich nun auch mikroskopisch beim Vergleich frischen und altbackenen Brotes konstatieren, wodurch die geschilderten Versuche eine willkommene Ergänzung nach der theoretischen Seite erfahren.

Schließlich ergeben sich aus den mitgeteilten Beobachtungen zwei Methoden, *um das Altbackenwerden des Brotes zu verhindern*: Entweder kann man das frischgebackene Brot bei Vermeidung von Wasserverlust bei 50 ° oder bei noch höherer Temperatur aufbewahren oder man kann es in Kühlräume bringen, deren Temperatur allerdings bedeutend niedriger sein müßte, als es sonst bei der Aufbewahrung von Lebensmitteln erforderlich ist. (Siehe die zweite Tabelle.)

Katz berührt zum Schluß die soziale Seite der Frage, die darin liegt, daß man den Nachtbetrieb der Bäckereien gesetzlich einschränken oder untersagen könnte, wenn es praktisch gelänge, frisches Brot so aufzubewahren, daß es nicht altbacken wird.

R. J. M.

Die Synthese der Mineralien und Gesteine.

Von Privatdozent Dr. J. Uhlig, Bonn.

Das Interesse weiterer Kreise ist auf die Mineralsynthese erst gelenkt worden durch die Herstellung der synthetischen Edelsteine, besonders der Rubine und Saphire. Danach könnte es auf den ersten Blick scheinen, als habe die Mineralsynthese vorwiegend praktischen Zwecken zu dienen. Dem ist aber nicht so. Sie wäre dann überhaupt nur auf eine beschränkte Anzahl von Mineralien, deren Wert auf ihren hervorragenden Eigenschaften beruht, angewiesen. Es kämen dann etwa in Betracht die Edelsteine, ferner die durch ihre Härte ausgezeichneten Mineralien, wie sie als Schleifmaterialien sowie als Lagersteine für Uhren und Präzisionsinstrumente Verwendung finden, und schließlich für optische Zwecke verwertbare Materialien. Über den Wert synthetischer Edelsteine kann man sehr verschiedener

Meinung sein, beruht doch die Kostbarkeit der natürlichen Steine zum nicht geringen Teile auf der Seltenheit ihres Vorkommens. Wichtiger sind darum zweifellos die übrigen genannten Zwecke, und hier bleiben der Mineralsynthese sicher noch eine Reihe praktischer Aufgaben. Es kommt naturgemäß besonders darauf an, daß das Kunstprodukt billiger herzustellen ist als sein natürliches Vorbild. So sind z. B. die nach dem Moissansehen Verfahren hergestellten winzigen Diamanten noch sehr viel teurer als natürliche Steine von gleicher Größe und können daher mit diesen nicht in Konkurrenz treten.

Die Hauptbedeutung der Mineralsynthese liegt auf wissenschaftlichem Gebiete. Hier fällt ihr u. a. die wichtige Aufgabe zu, *chemisch reine Mineralien* zum Zwecke der Feststellung der chemischen Zusammensetzung darzustellen. Die natürlichen Mineralien sind fast ausnahmslos durch allerlei Beimengungen verunreinigt, einmal durch fremde Einschlüsse, die vielfach gar nicht zu entfernen sind, in anderen Fällen auch durch in fester Lösung beigemischte Substanzen. Weiter stellen viele Mineralien isomorphe Mischungen dar, von denen man manchmal die reinen, an der Mischung beteiligten Substanzen gar nicht kennt. Dazu kommt endlich sehr häufig noch, daß die chemische Zusammensetzung durch nachträgliche Zersetzungs- und Verwitterungserscheinungen beeinträchtigt ist. Unter diesen Verhältnissen ergibt oft die einfache quantitative Analyse eines Minerals kein eindeutiges Bild seiner chemischen Zusammensetzung. Hier ist dann die Untersuchung an chemisch reinem, synthetisch dargestelltem Material der einzige Ausweg. Ein Beispiel für viele mag genügen. Dem in Eruptivgesteinen weitverbreiteten Nephelin schrieb man früher die einfache Zusammensetzung $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ zu. Demgegenüber ergaben alle Analysen einen höheren Kieselsäuregehalt, als die Formel verlangt; außerdem ergab sich, daß beträchtliche Mengen Natron durch Kali und Kalk vertreten werden. Dementsprechend gab man nunmehr dem Mineral eine Reihe komplizierter Formeln, von denen $\text{Na}_8\text{Al}_8\text{Si}_9\text{O}_{34}$ und $\text{Na}_{10}\text{Al}_{10}\text{Si}_{11}\text{O}_{42}$ noch die einfachsten waren. Da gelang es Dölter, aus einer Schmelze einen Nephelin von der einfachen Zusammensetzung $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ auszukristallisieren. Derselbe Forscher konnte aber auch zeigen, daß sich mit dieser Verbindung andere Gemische von der Zusammensetzung des Anorthits ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) und des Kalifeldspats (KAlSi_3O_8) zusammenschmelzen lassen, wobei ebenfalls Kristallisationen von den Eigenschaften des Nephelins erhalten werden. Damit war denn gezeigt, daß dem *reinen*, in der Natur nicht vorkommenden Nephelin allerdings die frühere einfache Formel zukommt, daß aber dieses Molekül in hohem Maße aufnahmefähig ist für mehrere anders zusammengesetzte Silikatbeimischungen. Es bleibt nur noch strittig, ob es sich hierbei um isomorphe Gemische oder um feste Lösungen handelt. Die Herstellung chemisch reiner Mineralien auf synthetischem Wege ist nun aber weiter wichtig für die *genaue Fest-*

stellung ihrer physikalischen Eigenschaften. Neuere Bestimmungen der Schmelzpunkte innerhalb der isomorphen Reihe der Kalknatronfeldspäte in dem mit großartigen Mitteln arbeitenden Carnegie-Institut in Washington ergaben, daß alle früheren Bestimmungen um 50 bis 200° zu tief gefunden worden waren. Die älteren Resultate waren nämlich an natürlichen Feldspäten gewonnen, bei denen durch die nie fehlenden fremden Beimischungen die Schmelzpunkte wesentlich herabgedrückt wurden. Die Feststellungen des Carnegie-Instituts fanden dagegen an chemisch reinen, synthetischen Feldspäten statt. Es ist ohne weiteres klar, daß der Vergleich zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften isomorpher Mischungsreihen, wie der Feldspäte, nur brauchbare Resultate liefern kann bei Verwendung chemisch reinen Materials.

In manchen Fällen kann die Synthese auch Aufschluß über die Konstitution eines Minerals geben. So konnte z. B. R. Schneider wahrscheinlich machen, daß im Kupferkies das Cuproferrosulfid $\text{Cu}_2\text{Fe}_2\text{S}_4$ vorliegt. Es gelang ihm nämlich durch Einwirkung einer schwach ammoniakalischen Kupferchlorürlösung auf die feste Verbindung $\text{K}_2\text{Fe}_2\text{S}_4$ unter Luftabschluß eine Substanz mit allen wesentlichen Eigenschaften des Kupferkieses zu erhalten.

Weitaus der wichtigste Zweck der Nachbildung der Mineralien ist der, ihre *Entstehung in der Natur klarzulegen* und genetische Theorien auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Verschiedene im folgenden angeführte Beispiele werden dies noch des weiteren erläutern. Ausschließlich genetisches Interesse bietet endlich die Synthese der Gesteine dar.

Die ansehnlichen unter den natürlichen Mineralbildungen, wie sie unsere Sammlungen füllen, sind durchgängig das Ergebnis eines außerordentlich langsamen Bildungsprozesses. Wird der gleiche Bildungsweg bei der künstlichen Darstellung beschritten, so steht uns hierbei immer nur ein sehr viel kleinerer Zeitraum, höchstens von einigen Jahren, zur Verfügung. Die Folge ist, daß die künstlichen Mineralien gewöhnlich nur klein ausfallen, mikroskopisch klein bis wenige Millimeter groß, selten größer werden. Zu ihrer Identifizierung dienen dann die optischen Eigenschaften unter Zuhilfenahme eines Polarisationsmikroskopes, die Bestimmung des spezifischen Gewichts besonders nach der Schwebemethode, bisweilen die Härte und endlich die chemische Analyse des gut gereinigten Materials. Die letztere erübrigt sich in denjenigen Fällen, wo sich die chemische Natur des erhaltenen Produktes aus den für den Versuch verwendeten Substanzen ohne weiteres erschließen läßt. Immer ist natürlich die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung von größter Wichtigkeit, sie genügt aber nicht allein für die Identifizierung eines synthetischen Produkts. Denn es ist klar, daß ein amorphes Produkt nicht als gelungene Synthese eines in der Natur kristallisiert vorkommen-

den Minerals von gleicher Zusammensetzung gelten kann. In allen Fällen, wo man größere und ansehnlichere Mineralien synthetisch erzeugen will, wie bei den künstlichen Edelsteinen, ist man im allgemeinen auf andere Darstellungswege angewiesen, als sie die Natur eingeschlagen hat.

Die künstliche Darstellung von Mineralien und Gesteinen konnte mit Erfolg erst in Angriff genommen werden, nachdem die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung sowie der physikalischen Eigenschaften der Mineralien bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten war. Die ältere Mineralogie war fast ausschließlich eine beobachtende Wissenschaft. Eigentliche Synthesen wurden bis etwa zur Mitte des vorigen Jahrhunderts nur ganz vereinzelt unternommen. Bedeutsam waren dagegen Beobachtungen, die bereits einige Jahrzehnte vorher an Hüttenprodukten gemacht wurden. Ein Teil der hierbei entstandenen Produkte konnte mit längst bekannten Mineralien identifiziert werden, und das war sehr wichtig. Bis dahin hatte vielfach der Glaube geherrscht, daß die Bildung der natürlichen Mineralien unter so außerordentlichen Bedingungen stattgefunden hätte, daß wir sie mit den geringeren Mitteln unserer Laboratorien niemals nachahmen könnten. Die Hüttenprodukte aber und ihre Mineralnachbildungen waren bereits Kunstprodukte und ließen demnach auch Erfolge erwarten für den mit Absicht angestellten Versuch. Bereits 1817 gab *Hausmann* eine zusammenfassende Darstellung über Hüttenprodukte. Noch wichtiger waren die Beobachtungen des genialen *E. Mitscherlich* über die kristallisierten Schlacken aus den Kupferhütten von Fahlun (1820). Sie veranlaßten ihn auch bereits, eigentliche Synthesen zu versuchen. Während er nämlich eine ganze Reihe mineralischer Oxyde, Sulfide und Silikate in den Schlacken nachweisen konnte, fiel ihm das völlige Fehlen von Kalifeldspat in den Hüttenprodukten auf. Er versuchte verschiedentlich, dieses Mineral auf schmelzflüssigem Wege darzustellen, stets ohne Erfolg. Von da ab spielt der Versuch, Kalifeldspat künstlich herzustellen, in der Synthese eine große Rolle. Sonst sind aus jener Zeit nur zwei eigentliche Synthesen erwähnenswert. Es ist dies einmal das berühmte Experiment *James Halls* im Jahre 1801, Marmor, also kristallinen Kalk, aus dichtem Kalkstein durch Glühen im geschlossenen Flintenlauf herzustellen. Es handelte sich hier bereits um eine bewußte Nachahmung eines natürlichen Prozesses. *Hall* wollte dadurch das Zusammenvorkommen von Marmor mit kristallinen Massengesteinen, die er bereits als erstarrte Schmelzflüsse ansah, erklären. Nicht weniger berühmt wurde die gelungene Synthese des Eisenglanzes, des hexagonal kristallisierenden Eisenoxyds, durch *Gay-Lussac* im Jahre 1823. Auch hier handelte es sich um die Nachahmung eines natürlichen Prozesses, nämlich die Bildung des sog. „sublimierten Eisenglanzes“ im Anschluß an vulkanische Gasexhalationen. Entsprechend dem natürlichen Vorgang konnte *Gay-Lussac* das an sich nicht flüchtige Mineral durch langsame Wech-

selzersetzung von Eisenchlorid- und Wasserdämpfen erhalten.

Die eigentliche, zielbewußte Mineralsynthese setzte aber erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts ein. Am Beginn dieser Epoche stehen einige Synthesen deutscher Forscher. So gelang es *Schaffhäutl* 1845 Quarzkriställchen durch Behandeln kolloider Kieselsäure mit überhitztem Wasser im Papinianischen Topf zu erhalten. Auf ähnlichem Wege erreichte *Wöhler* die Darstellung des Apophyllits, eines zeolithischen Silikats. Endlich wären noch einige Schmelzsynthesen von *Manroß* zu erwähnen. Ihren weiteren Ausbau verdankte aber die Mineralsynthese hauptsächlich der Energie französischer Forscher. *Ebelmen* gelang eine Reihe glänzender Synthesen dadurch, daß er die Bestandteile eines darzustellenden Minerals mit Flußmitteln wie Borsäure, Borax, Karbonaten usw., welche vorübergehend als Lösungsmittel dienten, zusammenschmolz. Auf dem von *Ebelmen* zuerst beschrittenen Wege konnte dann *Hautefeuille* 1877 zum ersten Male Alkalifeldspäte künstlich darstellen, indem er Wolframsäure oder Alkaliwolframate als Schmelzmittel benutzte. Auf dieselbe Weise gelang ihm die Darstellung der beiden natürlichen Kieselsäuremineralien Quarz und Tridymit. Wichtig war hierbei besonders, daß er bereits feststellte, daß sich Quarz nur bei Temperaturen unter 850° bildete, Tridymit bei höheren Temperaturen. Es liegt hier der erste Fall einer Bestimmung des physikalischen Existenz- und Bildungsgebietes von Mineralien vor, welche in der modernen Mineralsynthese eine ganz vorwiegende Rolle spielen. Die Methoden *Ebelmens* schlossen sich wenig oder garnicht an die natürlichen Bildungsvorgänge der dargestellten Mineralien an. Immerhin gaben diese Versuche einen Begriff von der Wirksamkeit ähnlicher kristallisationsbefördernder Agentien in den natürlichen Magmen, der sog. Mineralbildner oder Mineralisatoren, zu denen besonders Wasser und Fluorverbindungen, wahrscheinlich auch die bereits von *Hautefeuille* benutzte Wolframsäure und einige andere Substanzen gehören.

Engen Anschluß an natürliche Bildungsvorgänge suchten dagegen die viel bewunderten Synthesen von *H. de Sénarmont*. Es kam ihm darauf an, zu zeigen, daß sich die Erzgänge auf hydrothermale Wege, also aus heißen wässrigen Lösungen, gebildet haben. So gelang es ihm denn die Mehrzahl der auf Erzgängen auftretenden Mineralien, besonders sulfidische Erze, aber auch Quarz, Schwerspat, Flußpat u. a., dadurch herzustellen, daß er im zugeschmolzenen Glasrohr geeignete wässrige Lösungen längere Zeit zwischen 100 bis 350° erhitzte. Seine Versuche schlossen sich damit an die bereits erwähnten von *Schaffhäutl* und *Wöhler* an. Weiter ausgebaut wurde die Methode durch *Daubrée*, welcher die zu den Versuchen benutzten Glasröhren noch in ein ebenfalls hermetisch geschlossenes Eisenrohr einfügte und so Temperaturen bis zu dunkler Rotglut anwenden konnte. Nach den beobachteten Wirkungen des überhitzten Wassers auf Glas und den hierbei entstehenden

Mineralien bildete er sich Ansichten über die Entstehung metamorpher Gesteine, die vielfach einseitig übertrieben waren, seinerzeit aber großen Anklang fanden.

Eine Reihe schwer löslicher Mineralien konnten durch langsame Wechselzersetzung sehr verdünnter wässriger Lösungen etwa gleichzeitig nach etwas abweichenden Methoden von dem Franzosen *Macé* (1853) und dem Deutschen *Drevermann* (1854) in kristallisiertem Zustande erhalten werden.

Von ganz besonderer Bedeutung wurden dann die Synthesen von gesteinsbildenden Mineralien und Ergußgesteinen von *F. Fouqué* und *A. Michel-Lévy*, welche etwas später als die bisher genannten Synthesen, nämlich in die Jahre 1878 bis 1881 fallen. Mit verhältnismäßig einfachen Mitteln erzielten die beiden Forscher glänzende Ergebnisse. Ihre Methode kam im wesentlichen darauf hinaus, daß sie eine geeignete Schmelzmischung, welche sich in einem Platintiegel in einem einfachen *Leclerc-Fourquignon*-Ofen befand, beim Abkühlen längere Zeit innerhalb eines bestimmten Temperaturintervalls, in dem die Kristallisation stattfand, erhielten. Von den Mineralien der Eruptivgesteine konnten sie so besonders Olivin, rhombische Pyroxene, monokline Augit, Melanit, Nephelin, Leuzit, Anorthit, triklone Kalknatronfeldspäte, Spinell und Magnetit darstellen. Außer für sich allein wurden diese Mineralien auch in Gemengen erhalten, welche zum Teil vollkommen den natürlichen Ergußgesteinen glichen. So konnten sie besonders Basalt und Melaphyr, Diabas, Labradorporphyr, Andesit, Nephelinit, Leuzit und Leuzit-tephrit in einer Weise nachahmen, daß sie mikroskopisch zum Teil vollständig dasselbe Bild ergaben wie ihre natürlichen Vorbilder. Es gelang den beiden Forschern aber nicht, quarzführende Erstarrungsprodukte, entsprechend den natürlichen Lipariten, synthetisch darzustellen. Dies erreichte vielmehr erst 20 Jahre später *J. Morozewicz*, indem er einer Schmelze von der chemischen Zusammensetzung eines Liparits 1% Wolframsäure zusetzte. Er erhielt dann ein Erstarrungsprodukt, welches Kriställchen von Quarz, Sanidin und Biotit ausgedehnt enthielt, also einen synthetischen Liparit.

Die Synthesen von *Fouqué* und *Michel Lévy* erregten großes Aufsehen. Zunächst half die gelungene Nachbildung der porphyrischen Massengesteine auf feurigem Wege alle jene Theorien abtun, wonach diese Gesteine auf wässrigem Wege entstanden sein sollten. Weiter aber wurden nun durch die großen Erfolge alle Bedenken zerstört, die bis dahin immer noch gegen die Synthese der Mineralien und Gesteine geherrscht hatten. Die Folge davon war, daß jetzt auch in anderen Ländern, besonders in Deutschland und Oesterreich, eine große Anzahl von Forschern sich diesem Gebiete zuwandten. Es ist nicht unsere Aufgabe, alle diese Synthetiker hier zu erwähnen. Wir nennen nur wegen der besonders zahlreichen gelungenen Synthesen *C. Dölter* und seine Schule, ferner den bereits genannten *J. Morozewicz*, der in einer Reihe glänzender Synthesen bereits gewisse Bildungsbe-

dingungen von Mineralien und Gesteinen verfolgte und so in gewissem Sinne zu der neuesten Periode der Synthese hinüberleitete.

(Schluß folgt.)

Das versunkene Festland Austrasien zwischen Asien und Australien.

Von Dr. J. Elbert, Frankfurt a. M.

Das gemeinsame Vorkommen derselben Tier- und Pflanzengattungen in Gebieten, die durch Meere voneinander getrennt sind, hat Zoo- und Phytogeographen dazu geführt, ehemalige Landverbindungen anzunehmen, z. B. die Nordatlantis zwischen Nordamerika und Nordeuropa, die Südatlantis zwischen Afrika und Südamerika, Gondwanaland zwischen Südafrika und Australien. Die viel umstrittene Antarktis (*O. Forbes*) zwischen Australien und Südamerika z. B. gewinnt seit der Erforschung des Südpolargebietes, besonders durch die Funde an fossilen Pflanzen durch *E. H. Shackleton* bereits einen festeren Boden.

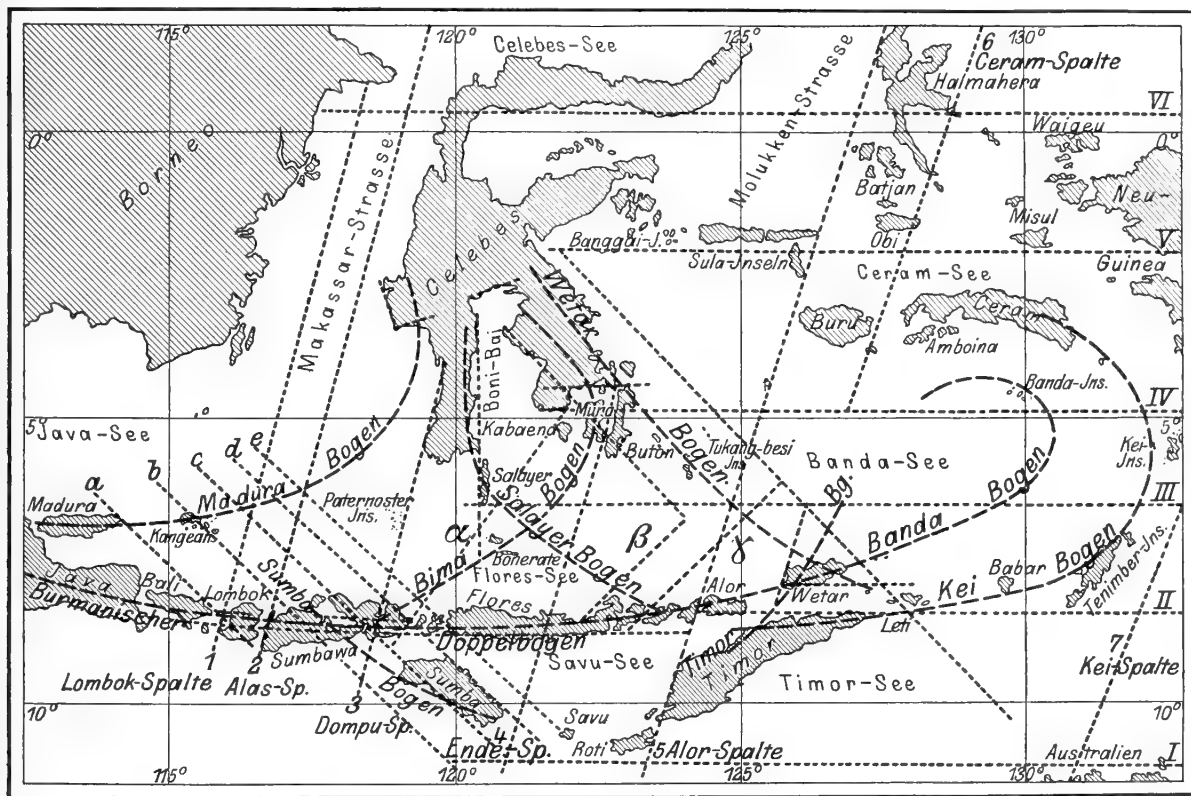
Zoologen und Paläontologen erklären das Auftreten der Beutel- und Kloakentiere, jener Vorfahren unserer Säugetiere, in Australien durch eine frühzeitige Isolierung dieses Erdteils. Für die Tierwelt der malayischen Inseln zwischen Asien und Australien ist von dem berühmten Zoologen *R. Wallace* 1858 die Theorie aufgestellt worden, daß die Meeresstraße zwischen den Großen Sunda-Inseln: Borneo und Celebes und den Kleinen: Bali und Lombok eine scharfe Grenze der asiatischen und australischen Fauna bilde. Viele Gegner und ebenso viele Anhänger hat sie besessen und verschiedene Wandlungen durchgemacht. Um den 50 jährigen Streit zum Ende zu bringen, sandte der „Frankfurter Verein für Geographie und Statistik“ 1909 eine Expedition¹⁾ hinaus, deren Leiter ich war. Diese sollte die Frage nach der Bedeutung der Wallaceschen Linie vom zoologischen und botanischen Standpunkte neu prüfen, vor allen Dingen aber auf geologischem Wege feststellen, ob sich ehemalige Landverbindungen zwischen den einzelnen Inseln bzw. zwischen Asien und Australien nachweisen lassen.

Der Geologe *W. Earle* meinte (1845) bereits, daß die „große asiatische Bank“ Südostasien über Borneo mit Sumatra und Java, sowie die australische Neuguinea mit den Aru-Inseln vereinigte. *K. Martin* (1890) betont den in geologischer Beziehung bestehenden großen Unterschied zwischen der „Malayischen Mulde“, nämlich der Inselkette von Sumatra bis Banda und der südlichen Gruppe von Timor bis Kei, so daß infolgedessen westlich Groß-Kei und nordwestlich Timor eine geognostisch wohl begründete Trennungslinie zwischen den vom asiatischen und australischen Kontinente abgegliederten Inseln liegt. Dieser Gegensatz besteht in der Tat in bezug auf die am Aufbau beteiligten Formationen, nicht aber in der Tektonik und Geo-

¹⁾ *Elbert*: Die Sunda-Expedition (Verlag H. Minjon, Frankfurt a. M.). Bd. I 1911, Bd. II 1912.

morphologie. W. Volz kommt auf Grund seiner eingehenden geologischen Untersuchungen (1904/7) auf Sumatra zu folgendem wichtigen Schluß¹⁾: Die malayische Inselwelt stand am Ende des Tertiärs mindestens in ihrem westlichen Teil in fester Landverbindung mit Hinterindien, und es ist sehr wahrscheinlich, daß auch Java und die Philippinen mit Neuguinea und Australien verbunden waren, wenn wir auch augenblicklich noch nicht näher über Zeit und Art des Zusammenhangs unterrichtet sind.

ischen deuten durch ihre Biegung, Anordnung ihrer Torsionsspalten und Richtung der Schollenüberschiebung auf ein gebirgsbildendes Zentrum im Westen und die ostmalayischen umgekehrt zum Osten hin. Die einen haben sich von Asien, die anderen von Neuguinea her in das Zwischengebiet hineingeschoben, als Äußerung der gebirgsbildenden Kräfte der beiden Kontinentalmassen Asien und Australien, veranlaßt durch das Einsinken des Indischen und Pazifischen Ozeans. Beide Systeme durchkreuzen sich im mittleren Teile des Archipels



----- Gebirgsleitlinien - - - - - Bruchlinien

Geotektonische Karte des australasiatischen Archipels

von

Dr. J. Elbert.

Auf meinen Forschungsreisen 1907/8 und 1909/10 lernte ich die Inseln Sumatra, Java, Madura, Bali, Lombok, Sumbawa, Sumba, Roti, Savu, Flores, Timor, Wetar, Celebes und seine südlichen Inseltrabanten Buton, Muna und Kabaena kennen. Die zahlreichen geologischen Einzelbeobachtungen ermöglichten mir folgendes Gesamtbild über die Geotektonik und Morphologie des australasiatischen Archipels zu gewinnen.

Das Inselgebiet wird von einem System von Gebirgsbögen und Bruchgebieten beherrscht. Die Gebirgsbögen sind zweierlei Art, die westmalay-

und je ein west- und ostmalayischer Bogen treten in der Südwest- und Südost-Halbinsel von Celebes zusammen. Den Verlauf der verschiedenen Gebirgsbögen zeigt die geotektonische Karte, nämlich folgende westmalayischen: 1. den burmanischen Doppelbogen, 2. den Madura-Bogen, 3. den Bima-Bogen, 4. den Timor-Bogen, sowie die ostmalayischen Bögen: 5. den Sumba-Bogen, 6. den Salayer-Bogen und 7. den Wetar-Bogen. Diese Gebirgszüge bauen sich aus den geologischen Formationen einschließlich des Pliozäns und stellenweise Altdiluviums auf, sie haben also ein pliozän-aldiluviales Festland, Austrasien, gebildet, das die beiden Kontinente Asien und Australien über Neuguinea mit einander in Verbindung brachte.

¹⁾ In Buschan, Illustrierte Völkerkunde. Stuttgart. 1910. S. 222.

Der spätere Zerfall Austrasiens bis zur Auflösung in die heutige Inselwelt während der Quarzzeit ist die Folge von Brüchen. Seit langem kennt die geologische Forschung auf den verschiedenen Inseln Gangspalten, verstürzte oder überschobene Gebirgsschollen. Diesem Umstande widmete ich auf den von mir besuchten Inseln mein besonderes Augenmerk und konnte ein *Bruchsystem* nachweisen, dessen Entstehung auf den von beiden Festländern ausgeübten Tangentialdruck und den nach dem Indischen und Pazifischen Ozean gerichteten Zug innerhalb des ostwest-, bzw. nordost-südwestlich laufenden kontinentalen Verbindungsstreifens beruht.

Die Bruchlinien sind aus der Tektonik festgestellt und durch die Lagerungsverhältnisse der Erdschichten, durch Quarzgänge, Überschiebungsflächen mit Gleiterscheinungen, Reibungs- und Störungsbreccien direkt gegeben. Ihre Verlängerungen fallen in die Vertiefungen des Meeresbodens, welche sich durch ihre Morphologie als Einbruchgebiete kennzeichnen. Solche den Archipel auf viele Kilometer durchsetzende Brüche, welche ihrer Lage nach auf der beigegebenen Karte sichtbar sind, setzen sich natürlich aus einem System größerer und kleinerer Spalten zusammen, bilden also mehr oder weniger breite Bruchzonen. Diese bestehen aus O—W (Karte: Spalte I—VI) und NNO—SSW (Karte: 1—7) laufenden Hauptspalten, sowie aus NW—SO (Karte: a—f) und NO—SW (α — γ) Nebenspalt.

Die O—W-lichen *Längsspalten* folgen dem Grundgebirgstreichen und laufen dem südlichen Kontinentalrande parallel, welcher in Bruchstufen zum Indischen Ozean abgesunken ist. Sie haben innerhalb des burmanischen Doppelbogens den Längsgraben erzeugt, der in Süd-Sumatra beginnt, die Inseln Java bis Sumbawa von West nach Ost durchzieht und in der Flores-See ausläuft. Die NNO—SSW-lichen *Querspalten* treten vorwiegend auf den West- und Ostseiten der Inseln auf und haben durch grabenartige Einbrüche die Gebirgsbögen in einzelne Glieder zerlegt und die trennenden Meeresstraßen geschaffen.

Während in Verbindung mit den Hauptspalten besonders Landeinstürze auftreten, knüpfen sich an die Nebenspalt vor allen Dingen Überschiebungen von teils kleinen Schollen, teils großen Decken. Ihre Entstehung läßt sich außer auf die Torsion innerhalb der Gebirgsbögen auf den Tangentialschub der beiden einander entgegenwirkenden west- und ostmalayischen Gebirgsbildungen und in dem südlichen Küstengebiet außerdem auf die randlichen Stauungen der zum Ozean abgesunkenen Landmassen zurückführen. Die NW—SO-Spalten spielen im westmalayischen Teil, vornehmlich Sumatra, die NO—SW-lichen im östlichen, wie Timor, eine Rolle. Das Zusammenwirken mehrerer Spaltensysteme bedingt die großen Graben- und Kesselbrüche, sowie die Bildung der vielen tief ins Land eingreifenden Buchten und Kaps, also die starke Küstengliederung der malayischen Inseln.

Über die Entstehung des australasiatischen Archipels herrschen folgende Ansichten. Die eine Gruppe von Forschern schließt sich der *Suess'schen* Auffassung von Faltengebirgen an, die andere, der *de Lapparents*, welcher ein Bruchgebirge annimmt, *Volz* endlich (und die Frechsche Schule) verwendet zur Erklärung die v. Richthofensche *Zerrungstheorie* und hat die meisten Anhänger. Die von mir bezeichneten Gebirgsbögen besitzen in ein- und demselben Zuge bald mehr den Bau eines Faltengebirges, bald mehr den eines Bruchgebirges und gehen mit der Annäherung an den Indischen Ozean in ein stark zerbrochenes, stufenförmig abgesunkenes Randstaffelgebirge über, so daß es teils als gezerrtes Rahmenfaltungs-, teils als gefaltetes Zerrungsgebirge bezeichnet werden kann. — Da die Gebirgsbögen bei der fortschreitenden Versenkung des Indischen und Pazifischen Ozeans immer mehr durch randlichen Abbruch und durch Einstürze im Innern zertrümmert wurden, entstand ein Mosaik von Horstschollen und Einbruchgebieten, ein rostförmiges Grundschollengebirge, mit anderen Worten: *Das ehemalige pliozän-aldiluviale Festland Austrasien löste sich im Quartär in eine Unzahl von Inseln auf.*

Seit dem Altdiluvium hat aber Austrasien noch eine andere bedeutsame Veränderung durchgemacht, die an die Vorgänge im europäischen Ostseegebiete erinnert, nämlich eine allgemeine *Senkung* um mindestens 2800 m und eine nachfolgende Hebung um wenigstens 1200 m. Die posttertiären Oszillationen der Land- bzw. Wasseroberfläche ergeben sich aus dem Verhalten der Strandterrassen, Korallenriff-, Akkumulations- und Abrasionsbildungen.

Bekanntlich bedürfen die Korallentiere, um leben zu können, einer nicht unter 20° C. hinabgehenden mittleren Temperatur, so daß sie selbst in den Hochtropen unterhalb von ca. 50 m oder die Kalkalgen von etwa 80 m, absterben. Die Korallenriffe unterhalb dieser Tiefengrenze können also nur durch eine positive Strandverschiebung dorthin gelangt sein. Derartige Senkungen mit oft schön ausgebildeten Landstufen ließen sich für den ganzen Archipel, selbst bis 1600 m unter d. M. nachweisen. Da die Terrassen außerdem die Berge bis etwa 1200—1300 m über d. M. hinaufreichen, muß eine spätere *Hebung* stattgefunden haben. Wenn man nun das Inselgebiet um diesen Betrag der Strandverschiebung wieder in seine alte Lage zurückbringt, so verschwinden bei 350 m bereits die trennenden Meeresstraßen, und das asiatische Festland setzt sich ohne Unterbrechung über Sumatra, Java, Bali, Lombok, Flores bis Alor fort und bei 1000 m verlängert sich Asien über Borneo und Celebes, ferner verschmelzen mit Neuguinea Aru, Ceram und Halmahera. Die Landverbindung zwischen Asien und Australien ging über Neuguinea, denn der bis 3565 m tiefe Arafura- und der 3109 m messende Timor-Graben bilden eine alte Scheide mit Australien, während die bis 5684 m erreichende Banda- und 4833 m tiefe Molukken-See jüngere Kesselbrüche sind.

Da nach der geologischen Untersuchung an der Wende des Tertiärs ein Zusammenhang zwischen Asien und Australien existiert hat, so muß auch jede scharfe Grenze zwischen dem Tier-, Pflanzen- und Menschenreiche der beiden Kontinente fehlen. Nach der Bestimmung meiner Botanica (durch *Bresadola, Brotherus, de Candolle, Hallier, Prain, Rosenstock, Scriba, Sluiter, Smith, Stephani, Stapf, Valetton, Valkenier - Saringar, Weber - van Bosse, Zahlbruckner*) und Zoologica (v. *Berlepsch, Carl, Haas, Hagen, v. Heyden, Jentink, Popta, Roux, Sack, Schwarz, Sandler, Simroth, Strand, Wolf*) ergab sich als Resultat, daß die indo-australische Flora und Fauna nicht an der Wallaceschen Grenzlinie mit Bali und Celebes aufhört, sondern sich weiter nach dem Osten, allerdings immer mehr durch Aufnahme ostmalayischer und australischer Arten verarmend, fortsetzt. Von den tiergeographischen Untersuchungen sei folgendes hervorgehoben:

Während von den Säugetieren Tiger und Panther in Borneo und Bali ihre Ostgrenze erreichen, kommen die Affen *Pithecus* bis Sumbawa und *Nemestrinus* bis Timor, der Halbaffe *Tarsius* bis Savu, das Stachelschwein *Acanthion* bis Flores und das westliche Schwein *Sus verrucosus* bis Wetar östlich Timor vor, und das Eichhörnchen *Sciurus* wurde von mir noch auf der südöstlichen Halbinsel von Celebes in einer neuen Art gefunden. Umgekehrt aber dringt das baumbewohnende Beuteltier *Phalanger* von Neuguinea nach dem Westen nur bis Timor sowie Celebes und Buton und der Kasuar bis Ceram vor.

Deutlicher wird die allmähliche Verarmung der asiatischen Fauna an den Reptilien und Amphibien. Von den westmalayischen Arten finden sich u. a. *Draco monarchus* von Malakka bis Java und *Draco volans*, *Bufo biporcatus* bis Lombok, *Gymnodactylus*, *Hemidactylus* und *Lachesis gramineus* bis Sumbawa, dann *Dryophis*, *Dendrophis*, *Rhacophorus*, *Callula*, *Oxyglossus* bis Flores bzw. Timor, ferner *Mabuia*, *Lycodon*, *Cylindrophis* und *Rana tigrina* bis Wetar, andere schließlich, wie *Cerberus rhynchops*, *Hypsirhina plumbea*, *Cyclemys* bis Australien, bzw. Neuguinea. Die papuasischen Reptilien kamen z. T. vom Osten über Wetar, Flores, Sumbawa bis Lombok, mehrere *Lygosoma*-Arten treten nur bis Flores oder Timor auf, aber einen papuasischen Frosch, *Rana modesta*, sammelte ich noch auf Lombok. Das Reptil *Draco reticularis* stammt von den Philippinen und gelangte über Celebes nach Lombok, denselben Weg nahm das celebensische Amphibium *Sphenophryne*, nämlich über Sumbawa nach Lombok. Von den westmalayischen Arten sind noch 15 auf der Insel Lombok anzutreffen, 14 auf Flores und 9 auf Wetar, ferner leben noch 5 spezifisch ostmalayische Spezies auf Lombok und 7 auf Flores und 2 papuasische auf der ersten und 3 auf der letzten Insel.

Um tiergeographische Beziehungen der Inseln zueinander festzustellen, eignen sich am besten wohl die Süßwasserfische, da sie durch ihr Gebundensein an süßes Wasser nicht imstande sind, Meeresarme zu überschreiten. Die Familie der Cyprinodonten reicht vom asiatischen Festlande bis

Lombok und Celebes, die Cypriniden und Symbranchiden bis Sumbawa und die Molukken, die Mastacembeliden bis Java und Molukken, die Osphromeniden bis Bali und Molukken, die Notopteriden nur bis Java und Celebes, sowie die Nandiden bis Java und Borneo, dann die Ophiocephaliden bis Flores und die Molukken, die Anabantiden und Gobiiden bis Timor und die Molukken. Die östlichen, aus Meeresfischfamilien hervorgegangenen Arten reichen von Neuguinea z. T. bis Asien, während echte australische Süßwasserformen fehlen.

Das ichthyologische Zentralgebiet, von dem alle Wanderungen ausgehen, ist jedoch nicht das asiatische Festland, wie die Bearbeiterin meiner 2600 Flußfische, Fräulein Dr. C. Popta, hervorhebt, sondern Borneo und Sumatra, während Hinterindien, Java und Celebes die Randzonen bilden, von denen aus die Ausbreitung sowohl über den asiatischen Kontinent, als über den ostmalayischen Archipel erfolgt ist.

Nach den pflanzengeographischen Untersuchungen der Sunda-Expedition setzt sich die asiatische Flora durch die nordmalayische Inselkette bis Celebes und die südmalayische bis Flores fort, während im östlichen Gebiete, auf Sumba, Timor und Wetar, die australischen Pflanzen, besonders die *Eucalyptus*-Bäume und *Xerophyten* dem Lande ihren Charakter verleihen. Während die letzte Insel, Wetar, daneben zahlreiche indische Typen aufweist, finden sich auf Lombok bis gegen 1600 m über d. M. einige australische Formen, die andererseits wieder im östlichen Celebes häufiger, und zwar hier als Relikten auf den Bergen, vorkommen. Die Verarmung der asiatischen Flora von West nach Ost, und umgekehrt die Anreicherung mit australischen Elementen scheint mir nicht zum wenigsten auf klimatischen Verhältnissen zu beruhen und dürfte hauptsächlich dem Einfluß der australischen Depression mit ihren trockenen Monsoonwinden zuzuschreiben sein.

Nach Dr. H. Hallier, welcher mein 13 600 Pflanzen umfassendes Herbarium einer Durcharbeitung unterwarf, vollzog sich der Florenaustausch in Indonesien längs zweier Straßen, nämlich einmal vom Himalaya über die Andamanen bis nach Timor und Wetar, Celebes, den Molukken, Neuguinea, Ostaustralien und Tasmanien, dann umgekehrt auf der Linie Tasmanien, Neuseeland, Neukaledonien, Neuguinea, Molukken, Celebes, Philippinen, Formosa nach Ostasien.

Wie Tier- und Pflanzenwelt erst ganz allmählich vom Westen nach dem Osten einen australischen Charakter annehmen, so tritt auch bei den Völkern die papuasische Blutbeimengung mit der Annäherung an den Osten immer stärker hervor, und zwar geht das indomalayische etwa östlich Sumbawa und Celebes in das austromalayische Mischungsgebiet über. Von den indomalayischen Stämmen Hinterindiens, Sumatras, Javas, Balis, Lomboks, Sumbawas, sowie Borneos und Celebes' unterscheiden sich die austromalayischen Völker des Ostens deutlich und erinnern mehr an Melanesier. Reste der ursprünglichen Bevölkerung Indonesiens, die Urmalayan bzw. Australier haben sich nur noch an

wenigen Punkten erhalten, so die Urstämme auf der Malayischen Halbinsel, die Senoi, welche auch im Sultanat Siak auf Sumatra vorkommen, ferner die Kubu Sumatras, Tenggeresen Javas, Toalas und Mie Muna von Celebes. Sie besitzen nicht nur der Körperbeschaffenheit nach charakteristische Kennzeichen einer niedrig stehenden Rasse, sondern stehen zum Teil auch kulturell auf einer tiefen Stufe und bilden die anthropologische Urschicht.

Im Laufe der Zeit wanderten vom asiatischen Festlande her malayische, hinduische und arabische Stämme ein. Mit der Einführung des Brahmanismus entstanden auf Java das große Reich Mádjâpahit und auf Celebes Sewiri-gading. Von hier aus drang das *Hindutum* weiter nach dem Osten vor, schuf kleinere Staaten auf Bali, wo es heute noch die ganze Insel beherrscht, Sumbawa, Sumba, Timor, Leti, Luang und hat durch Reste des Glaubens, z. B. die Naga-Verehrung, und in der Körperbeschaffenheit mancher Stämme, wie auf Celebes, Flores, Alor deutliche Spuren hinterlassen.

Der *Islam* brachte später neue asiatische Elemente in den Archipel und ließ mit den Sultanaten allmählich eine Mischbevölkerung entstehen, die Jungmalayen, z. B. die Atjeher und Menangkabauer, sowie die Lamponger auf Sumatra, die Bugis und Makassaren auf Celebes, die Sumbawanen und Bimanesen auf Sumbawa, die Endenese auf Flores u. a. Die austromalayischen Indonesier haben am wenigsten jungmalayisches Blut in sich aufgenommen und beschränkt sich der Oxydationsring nur auf die Küstengebiete.

Trotzdem die sich langsam vom Westen nach dem Osten vorwärtsschiebenden Völkerwellen neue Rasseneigentümlichkeiten und andere höhere Kulturen brachten, so tritt trotz der überdeckenden Schichten dennoch die Verschiedenheit der indomalayischen und austromalayischen Völker hervor, doch muß ich mich hier darauf beschränken nur Einiges aus der Ornamentik und Religion hervorzuheben.

Die Grundformen der *urmalayischen Kunst* stellen die Strich-, Punkt-, Linienkreuz- und Kreuzblütenmuster dar, die ersten ursprünglich auf Töpfereien, die letzteren auf Baumrindengegenständen und Bambus. Kreuze, Quadrate, Diagonalfiguren, Schachbrett-, Zacken-, Sanduhrmuster bilden die verschiedenen Stadien der Entwicklung. Durch unvollständige Ausführung der Kreuzblüte entstehen Haken, die nach Weiterbildung zu Spiralornamenten auswachsen. Die Rankenmuster sind zum Teil aus der Wiederholung durch Nebeneinanderstellung von Spiralen oder durch Wiedergabe von windenden Pflanzen, der Bewegung von Meereswellen oder der Gestalt von Wolken hervorgegangen, sowie ferner später bei den Hindus durch eine Umgestaltung der mythologischen Naga-Schlange zu einem rankenähnlichen Gebilde, wie ich an Ornamenten auf Sumbawa nachweisen konnte.

Das *Pflanzenornament* ist im Archipel weit verbreitet, schließt sich aber eng an die Hindukultur an. Ganze Pflanzen mit Blüten und Blättern werden von den Javanen auf allen möglichen Gegenständen angebracht und zwar heute wie vor 1400 Jahren auf

den gewaltigen Tempelbauten von Mádjâpahit. Auf Lombok spielen die Pflanzen nicht nur als ornamentaler Schmuck, sondern auch im Liebesleben, als eine Art Bilderschrift im Liebesbriefsteller, der Sasaker eine Rolle.

Gegenüber diesen Pflanzenmustern tritt im östlichen Archipel das *Tier- und Menschenornament* in den Vordergrund. Auf Sumatra, Lombok, Celebes bilden der Skorpion, die Haut von Schlangen, der Tausendfuß beliebte Vorbilder, diese, wie Krokodil, Hirsche, Pferde, Schildkröten, Meerestiere, Vögel aller Art sowie der Mensch auf Schnitzereien, Flechtwerken, Webereien u. a. charakterisieren die austromalayische Kunstrichtung.

Wie in der Ornamentik der indo- und austromalayischen Stämme ein Unterschied besteht, so auch in den *religiösen Anschauungen*. Im ganzen Archipel bildet die *Seelenverehrung* die Grundlage des Kultus. Im westlichen Gebiete denkt man sich die Seele Verstorbener im Grabe oder in darüber errichteten Häusern, Grabpfeilern oder aufgestellten Töpfen wohnend, im östlichen hingegen in Holzfiguren von menschlicher Gestalt, welche direkt als Fetische verehrt werden. Diesen letzten legt man die Bezeichnung „deus, teos, tjeus, deo, dju, du“ bei, ein sich vom Sanscritischen: „dewa, devata“, Stamm: „dev“ und Nebenform: „dju“ ableitendes Wort, von dem auch das römische Jupiter d. i. „dju pitar“, Gott Vater, das griechische Zeus abstammt und das mit dem lateinischen: „deus“, dem portugiesischen: „dios“ gleichklingt. Auf der Insel Buton errichtet man den Ahnenseelen Miniatur-Wohnhäuser zum gemeinsamen Aufenthalte. Je mehr die Kenntnis von der ehemaligen Existenz dieser, besonders hervorragender Menschen bei den Nachkommen verschwindet, desto größer wird unter Umständen die Verehrung. Die Seele eines berühmten Häuptlings versetzt man unter die guten Geister, und sein Opferhäuschen wandert auf einen Berg. Auf ähnliche Weise dürften auch auf den anderen Inseln die Schutzgeister der Menschen, der Familien und Dörfer entstanden sein.

Nicht nur in der Seelenverehrung besteht ein Gegensatz zwischen indo- und austromalayischen Völkern sondern auch im *Götterglauben*. Die westlichen Stämme kennen als Oberwesen vor allem den Gott der Winde oder des Himmels, der den Monsunen gebietet, und den Gott des Wassers oder des Meeres, die östlichen aber verehren Sonne und Mond als die Spender der Fruchtbarkeit und die Erde als die gebende Mutter.

Wichtig für den ganzen Archipel ist endlich der *Schlangenkult*, welcher im westlichen Inselgebiete mit dem hinduischen Naga - Glauben verschmolzen ist. Die Naga-Schlange gilt als die Beschützerin des Eigentums, wird an Häusern, Schiffen, Grabdenkmälern u. a. angebracht und vertritt bei den ostmalayischen Stämmen den Kriegsgott, der hier als Schlange oder häufig in der Gestalt eines Drachen Darstellung findet.

Die tier-, pflanzen- und menschengographischen Untersuchungen lehren also das Gleiche wie die geologischen, nämlich daß nirgendwo eine scharfe Grenze, sondern eine mehr oder weniger vollständige

Landverbindung zwischen Asien und Australien existiert hat. Dieses pliozän-altdiluviale Festland, Austrasien, löste sich im Verlaufe der Quartärperiode jedoch immer mehr in Inseln auf, sodaß bei der Isolierung, ihrer Lage entsprechend, eine bald mehr asiatische, also indomalayische, bald mehr australische, d. h. austromalayische Lebewelt zurückblieb.

Besprechungen.

Müller, Dr. Arno, ständiger Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt, **Über Wassersterilisation mittels ultravioletter Strahlen**. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 1912, Bd. XLIII, Heft 3, S. 475—482.

Die geschilderten Versuche wurden unternommen, um über die Wirkung des von der *Westinghouse Cooper Hewitt Gesellschaft* in den Handel gebrachten Wassersterilisators, Type B 1, ein Bild zu erhalten. Die Versuche, welche an zwei Apparaten ausgeführt wurden, von denen mindestens der zweite einwandfrei funktionierte, sind dadurch bemerkenswert, daß sie bezüglich des Sterilisationseffektes erheblich ungünstigere Ergebnisse lieferten, als sich bei Untersuchungen anderer Autoren mit den Apparaten derselben Gesellschaft ergab. Nach den Angaben der Firma sollte der Apparat in einer Stunde 600 Liter steriles Wasser liefern.

Die Versuche des Verf., welche mit Leitungswasser, Spreewasser, durch schwefelsaure Tonerdefällung entfärbtem Spreewasser, mit Bakterienaufschwemmungen von *Bakterium coli* und *Bacillus fluorescens liquefaciens* ausgeführt wurden, ergaben bei beiden Apparaten ziemlich übereinstimmend, daß vollkommene Sterilität nur bei sehr stark herabgeminderter Durchflußgeschwindigkeit in äußerst keimarmem und klarem Leitungswasser erzielt werden konnte. Bei der maximalen Durchflußgeschwindigkeit von 600 l in der Stunde waren schon in 20 ccm des belichteten Wassers Keime nachzuweisen, auch wenn das Rohwasser nur 7 Keime in 1 ccm enthalten hatte.

Verf. erklärt die Unterschiede in den Ergebnissen seiner Versuche gegenüber den beträchtlich günstigeren Resultaten anderer Autoren, welche mit den gleichen Apparaten Untersuchungen angestellt haben, daraus, daß verschiedene Lampen derselben Art bei gleichem Stromverbrauch vielleicht nicht immer die gleichen Mengen baktericid wirksamer Strahlen erzeugen.

Tillmans, Frankfurt a. M.

Ein lichtelektrisches Photometer für sichtbares Licht.
Von *Elster* und *Geitel*. (Physikalische Zeitschrift 13 S. 739. 1912.)

Das Instrument benutzt den sogen. lichtelektrischen Effekt, der bekanntlich darin besteht, daß eine Metallplatte imstande ist einen Strom von negativen Elektronen abzugeben, wenn sie von hinreichend starkem Licht getroffen wird. Die schon früher von *Elster* und *Geitel* gemachte Beobachtung, daß die Zahl dieser Elektronen, mit anderen Worten die Stärke des von der Metallplatte ausgehenden Stroms, proportional ist der Intensität des auffallenden Lichts, ist das Grundprinzip der neuen Photometeranordnung. Der Gedanke ist von *Elster* und *Geitel* schon im Jahre 1893 ausgesprochen und von ihnen und auch von anderer Seite verschiedentlich benutzt worden. Seiner allgemeinen Verwendung zum Zwecke der Photometrie standen aber wesentliche Hindernisse entgegen. Ein-

mal nämlich sind die meisten Metalle und Metallegierungen nur für ultraviolettes Licht empfindlich, d. h. sie senden nur bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht Elektronen aus. Im allgemeinen interessiert aber für die Photometrie nicht dieser Teil, sondern der sichtbare Teil des Spektrums mehr. Ferner bestand eine sehr wesentliche Fehlerquelle darin, daß alle Metalle unter gewöhnlichen Bedingungen die Erscheinung der sogen. lichtelektrischen Ermüdung zeigen, d. h. bei längere Zeit fortgesetzter Belichtung nimmt die Stärke des lichtelektrischen Stromes wesentlich ab. Damit ist von vornherein Konstanz der Instrumentangaben ausgeschlossen. *Elster* und *Geitel* ist es aber in neuester Zeit gelungen lichtelektrische Zellen zu bauen, welche von diesen beiden Mängeln frei sind. Sie haben nämlich gefunden, daß K- und Na-Hydrüre eine sehr große lichtelektrische Empfindlichkeit für *sichtbares* Licht besitzen und wenn sie sich in einer Wasserstoff- oder noch besser in einer Argonatmosphäre befinden, auch nicht die geringste lichtelektrische Ermüdung mehr zeigen. Diese K- oder Na-Hydrüre lassen sich in relativ einfacher Weise dadurch herstellen, daß man in eine mit sehr verdünntem Wasserstoff gefüllte Kugel etwas metallisches Kalium oder Natrium hineindestilliert und sodann eine Zeitlang mit einem Induktorium eine Entladung in dem verdünnten Wasserstoff herstellt. Der letztere wird sodann vollständig durch Luftpumpen oder andere Evakuationsmittel entfernt und durch verdünntes Argon ersetzt. Das neue Photometer besteht nun aus nichts anderem als aus einer solchen hochempfindlichen lichtelektrischen Kaliumhydrürzelle, die in einen lichtdichten Kasten eingebaut ist, in Verbindung mit einem geeigneten Strommeßinstrument. Bei Benutzung wird der Kasten an einer Stelle geöffnet und diese Öffnung der zu messenden Lichtquelle zugewandt. Das Strommeßinstrument zeigt dann Ströme an, welche proportional der Intensität des auffallenden Lichts sind. Diese Zellen sind so empfindlich, daß für Messungen von starken Lichtquellen, z. B. Sonnenlicht, eine Reduzierung der Helligkeit durch geschwärzte Glasplatten und Blenden notwendig wird. Man kommt dann auch mit Zeigerinstrumenten zur Strommessung aus. In diesem Falle läßt sich das ganze Instrumentarium sehr kompakt einbauen. In dieser Form ist es von *Elster* und *Geitel* sogar bei Freiballonfahrten mit Erfolg benutzt worden, wo ja an alle Instrumente sehr hohe Anforderungen in bezug auf Sicherheit und geringe Raumbeanspruchung gestellt werden. Handelt es sich um die Messung kleinerer Lichtstärken, so ist das Zeigerinstrument durch ein empfindliches Spiegelgalvanometer zu ersetzen. Mit diesem ist es möglich, Lichtstärken bis zu einer Meterkerze herab messend zu vergleichen. Noch kleinere Lichtstärken sind der Messung noch zugänglich, wenn man elektrostatische Strommeßmethoden benutzt. Es lassen sich dann noch Lichtstärken bis zu $\frac{1}{1000}$ Meterkerze messen. Das Instrument besitzt also einen Bereich von den größten bis zu sehr kleinen Lichtstärken herab. Mit ihm ist ein sehr bequemes Instrument geschaffen worden, das die Aufgabe, eine Lichtquelle zu photometrieren, auf eine bequem auszuführende Stromstärkemessung zurückführt, eine Aufgabe, die müheloser auszuführen ist, als die bekannten Photometer einzustellen. Es ist daher als eine sehr wesentliche Bereicherung unserer Meßinstrumente auf diesem Gebiete zu bezeichnen. Eine besonders wichtige Rolle wird es dann zu spielen berufen sein, wenn es gilt, viele photometrische Messungen hintereinander auszuführen. Wenn man eine solche Meßreihe mit den bisher üblichen Meßinstrumenten ausführen will, so tritt bald eine sehr starke Augenermüdung ein, man ist infolgedessen zu Pausen

gezwungen, welche die ganzen Untersuchungen außerordentlich zeitraubend machen. Besonders stark wird diese Störung dann empfunden, wenn man mikrophotometrische Meßreihen vornehmen will. Das Elster-Geitelsche lichtelektrische Photometer hat daher trotz der kurzen Zeit seines Bestehens schon die Konstruktion eines *registrierenden Mikrophotometers* herbeigeführt. Dieses ist ausgeführt worden von P. P. Koch in München. Sein Apparat ist beschrieben in den Annalen der Physik 39 S. 705, 1912. Das Instrument ist hauptsächlich dazu bestimmt, die Schwärzung photographischer Aufnahmen auszumessen. Die Platte wird dabei von einer starken Lichtquelle (Nernstlampe) beleuchtet und vor dem Objektiv eines Mikroskops durch ein Uhrwerk verschoben. Das Bild der Stelle, das sich gerade unter dem Objektiv befindet, fällt auf eine der oben beschriebenen lichtelektrischen Elster-Geitelschen Zellen und erzeugt in ihnen den Photostrom, dieser wird durch ein registrierendes Saitenelektrometer gemessen. Die Kurve der Ausschläge dieses Instruments, welche photographisch festgelegt wird, gibt dann genau den Verlauf der Schwärzung auf dem auszumessenden Negativ wieder. Koch hat den im Prinzip sehr einfachen Apparat in allen Einzelheiten sehr gut durchkonstruiert, namentlich auch Fehler infolge von Schwankungen der beleuchtenden Lichtquelle in sehr eleganter Weise umgangen und eine eingehende Prüfung der Eigenschaften des Instruments angestellt. Die Probe auf richtige Funktion besteht darin, daß ein und dieselbe photographische Aufnahme einmal mit dem Hartmannschen Mikrophotometer, das subjektive Einstellung erfordert, gemessen wurde und einmal mit dem registrierenden Photometer. Die beiden Kurven decken sich mit vollkommen hinreichender Genauigkeit. Das registrierende Photometer verkürzt Messungen, zu denen sonst mehrere Wochen notwendig sind, auf ebensoviel Stunden. Es ist daher wohl be-rufen, eine große Rolle für alle die Untersuchungen zu spielen, bei denen es auf die Photometrie solcher Prozesse und Erscheinungen ankommt, die nur auf photographischem Wege mit hinreichender Genauigkeit und Bequemlichkeit festgehalten werden können, z. B. der unsichtbaren Strahlungen. v. Dechend, Freiburg i. Br.

Zur Organisation des Physikalischen Anfängerpraktikums. (Physik. Zeitschr. 14, S. 83, 1913.)

Recht interessante Versuche mit einer neuen Organisation des Praktikums für Physik sind von A. Bestelmeyer im Göttinger Physikalischen Institut gemacht. Die immer größer werdende Zahl der Praktikanten hat schon früher dazu geführt, die Aufgaben nur in Gruppen durchführen zu lassen. Diese Reduktion ist von Bestelmeyer noch weiter geführt, ohne daß trotzdem die Tätigkeit des Einzelnen eingeschränkt zu werden brauchte. Dies geschah in der Weise, daß für die Übungsaufgaben nur solche ausgewählt wurden, deren Apparatur mit den geringsten Kosten zu beschaffen war, und daß von jedem Apparat eine große Anzahl beschafft wurde. Während in den ersten Stunden sämtliche Praktikanten dieselben einfachsten Aufgaben, wie Linien- und Flächenmessungen, Zehntel- und Genauigkeitsschätzen usw. durchführten, trat danach eine Teilung der 24 Teilnehmer in drei Gruppen von je 8 Praktikanten ein. „Jede Teilnehmergruppe erhält eine für je vier Doppelstunden berechnete Aufgabe (A, B, C) zugeteilt. Nach Ablauf dieser Zeit tritt zyklische Vertauschung der Aufgabengruppen ein und nach weiteren 14 Tagen nochmals. Dann folgen in analoger Weise drei weitere Aufgabengruppen (D, E, F).“ Die Vorteile dieser Einteilung sucht Bestelmeyer darin, daß durch diese Organisation dem Praktikumsleiter die Arbeit der Auf-

gabenverteilung so gut wie vollständig abgenommen wird. Es können ferner — und darin liegt der Hauptvorteil — die Erläuterungen des Leiters an acht parallel arbeitende Praktikanten gleichzeitig gerichtet werden, wodurch Zeit für eine mehr individuelle Behandlung der einzelnen Praktikanten frei wird. Die Aufgaben aus Mechanik und Wärme, die bei der ersten Durchführung dieser Organisation gewählt wurden, waren mit der Einteilung nach Gruppen A, B, C, D, E, F und Angabe der Anzahl der vorhandenen Apparaturen (eingeklammerte Zahlen):

- A 1 Thermometer-Fixpunkt-Prüfung (8),
 - A 2 Spezifische Wärme, Mischungsmethode (8),
 - A 3 Schmelzwärme des Eises (8), Lösungswärme des Salmiaks (8),
 - A 4 Hydratationswärme des Chlorkalziums (8).
-
- B 1 Spezifische Gewichtsbestimmungen mit der Nicholsonschen Senkwage (4),
 - B 2 u. 3 Wage (8),
 - B 4 Mohrsche Wage (2), spezifisches Gewicht nach der Schwebemethode (8).
-
- C 1 Pendel (8),
 - C 2 Prüfung des Boyleschen Gesetzes (4),
 - C 3 Volumenometer (4),
 - C 4 Gasdichte aus Ausströmungszeit (Bunsen) (4).
-
- D 1 Gasdichte aus Wägung (4),
 - D 2 Dampfdichte nach Dumas (4),
 - D 3 Dampfdichte nach V. Meyer (4),
 - D 4 Molekulargewichtsbestimmung aus Gefrierpunkts-erniedrigung (4).
-
- E 1 Innere Reibung von Flüssigkeiten (8),
 - E 2 Kapillarkonstante (8),
 - E 3 C_p/C_v nach Clément und Desormes (4),
 - E 4 Kundtsche Staubfiguren (4).

- F 1 u. 2 Elastizitätsmodul durch Dehnung (2) und Biegung (2),
- F 3 Torsionsmodul (4),
- F 4 Mechanisches Wärmeäquivalent (4).

Die Resultate der Neueinrichtung waren überaus befriedigend. P. Lg.

Ostwald, Wolfgang, Die neuere Entwicklung der Kolloidchemie. Vortrag, gehalten auf der 84. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Münster i. W. 1912. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff. 1912. 23 S. Preis geheftet M. 1,—.

In der vorliegenden kleinen Schrift gibt Wo. Ostwald, der Redakteur der „Kolloid-Zeitschrift“ und der „Kolloidchemischen Beihefte“, eine Übersicht über die neuere Entwicklung der „Kolloidchemie“, d. h. eines Zweiges der Chemie, der, wie auch Wo. Ostwald bemerkt, besser wohl als „Lehre von den stofflichen Systemen mit relativ großer Grenzflächenentwicklung“ zu bezeichnen ist. Nach allgemeinen Betrachtungen über die Natur der Kolloide, die als heterogene Systeme von hohem Zerteilungs- oder Dispersitätsgrade zu definieren sind und darnach zwischen den bis zu molekularen Dimensionen zerteilten Systemen, wie sie z. B. in den echten Lösungen vorliegen, und den Systemen mit gröberen Komplexen, z. B. den Emulsionen und Suspensionen, stehen, werden zunächst die Erscheinungen besprochen, welche in den Übergangsgebieten zwischen den Systemen von verschiedenen Dispersitätsgraden auftreten. Dann folgen einige Bemerkungen über die Bedeutung der kolloidchemischen Forschung für die experimentelle Grundlegung der Ato-

mistik, über kolloidale Lösungen in nichtwässerigen Lösungsmitteln, über die Theorie der Herstellung kolloidaler Lösungen, über Ultramikroskopie, über Adsorptions- und über Koagulationsvorgänge. Ein Schlusswort behandelt einige Anwendungen der Kolloidchemie.

Der Vortrag ist auch in den „Kolloidchemischen Beihften“, Bd. IV, Heft 1, erschienen.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Goldberg, E., Die Grundlagen der Reproduktionstechnik.

In gemeinverständlicher Darstellung. Halle a. S., W. Knapp. 1912. VII. 143 S., 49 Abbild. u. 4 farb. Taf. Preis M. 4,80, geb. M. 5,40.

Das vorliegende Werk behandelt in gemeinverständlicher Weise die modernen Reproduktionsverfahren, welche sich auf photographische Methoden stützen. Überflüssige geschichtliche Angaben, sowie Veraltetes und noch nicht Bewährtes sind weggelassen, es sollte lediglich ein Bild des gegenwärtigen Stadiums dieser Technik geboten werden. Zunächst wird die Herstellung der photographischen Aufnahme, von Strich-, Halbton- und farbigen Originalen behandelt. Sodann folgt der Vorgang bei Herstellung der Druckplatten für die Hochdruckverfahren (Strich- und Rasterzügen). Schließlich ist kurz der Flachdruck, Lithographie und Lichtdruck, sowie der Tiefdruck, Heliogravure und Intagliodruck behandelt. Das Hauptgewicht scheint auf die Hochdruckmethoden gelegt, die ja heute für den Buchschmuck die wichtigsten sind, wobei die amerikanische Positivretusche besondere Berücksichtigung erfährt. Das Illustrationsmaterial ist reichhaltig und recht instruktiv. Als Information für den Laien kann das Werk empfohlen werden.

Paul Ritter von Schrott, Wien.

Ziegler, H. E., Zoologisches Wörterbuch. Erklärung der zoologischen Fachausdrücke. S. 481—737 m. 184 Abbildungen. Jena, G. Fischer. 1912. Preis M. 6,50.

Mit der nunmehr erschienenen dritten Lieferung liegt die zweite Auflage des „Zoologischen Wörterbuchs“ vollständig vor. Das Anwachsen des Werkes um nahezu sechs Bogen läßt erkennen, daß die Bearbeiter den Bedürfnissen der Leser in weitgehender Weise zu entsprechen bestrebt waren. Der größere Umfang ist teils durch Aufnahme neuer Stichwörter, teils durch ergänzende — zum Teil durch neuere Veröffentlichungen nötig gewordene — Zusätze, teils endlich durch Vermehrung der Abbildungen bedingt. In betreff der Auswahl der Stichwörter wird man natürlich in manchen Punkten verschiedener Ansicht sein können. Nach des Referenten Auffassung gehören einfache Verdeutschungen lateinischer, in jedem Wörterbuch zu findender Bezeichnungen — wie z. B. *Sudor*, *Pinna caudalis* u. a. — eigentlich nicht hierher, ebenso wenig anatomische Spezialbezeichnungen, wie *Portio intermedia* Wisbergi, *Portio vaginalis uteri*; auch wären die den Zahnbau betreffenden Erläuterungen besser nicht unter dem — wohl kaum in erster Linie aufgesuchten — Stichwort „Dentes“, sondern unter „Zähne“ gegeben. Andererseits hätten wohl Ausdrücke wie *Germinogonie*, *Parabiose*, *Polyembryonie*, *Protomeren* u. a. aufgenommen werden können. Schwer ist es auch, über die Auswahl der Spezies- und Gattungsnamen bestimmte Grundsätze aufzustellen. Es würde aber ein völliges Verkennen der großen, hier geleisteten Arbeit bedeuten, wenn man aus solchen Einzelheiten dem Bearbeiter einen Vorwurf machen wollte, um so mehr, da jede fernere Auflage Gelegenheit zur Revision gibt. Besondere Schwierigkeiten macht die Nomenklatur, deren gegenwärtiger Übergangszustand es nötig macht, eine Reihe von Gattungen und Arten unter doppelter Benennung aufzuführen, sowie die gleich-

falls in Umbildung begriffene Orthographie. Daß das verdienstvolle Werk Anklang gefunden hat, beweist schon die Tatsache, daß in so kurzer Zeit eine neue Auflage nötig wurde.

R. v. Hanstein, Gr.-Lichterfelde.

Eckardt, W. R., Klima und Leben (Bioklimatologie).

Berlin und Leipzig, G. J. Göschen. 1912. 84 S. 16°. Preis M. 0,80.

Das kleine Büchlein behandelt die Beziehungen des Klimas zur Entstehung, Entwicklung und Verbreitung des Lebens, insbesondere gibt es die Einflüsse an, welche es auf den Menschen, seine Wirtschaft, seine Gesundheit, sowie auf seine Lebens- und Erwerbstätigkeit ausübt. Da gegenwärtig ein immer größer werdender Teil der Menschheit sich veranlaßt sieht, seinen Aufenthaltsort aus einer Klimazone in die andere zu verlegen, so ist das kleine Werk von allgemeinem Interesse. Mk.

Lohmann, H., Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der „Deutschland“ während ihrer Fahrt nach Buenos Ayres durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans. I. u. II. Teil. Int. Rev. d. g. Hydrobiologie, Bd. IV u. V.

Da bisher die von Lohmann mit so außerordentlichem Erfolge eingeführte Zentrifugenmethode nur einmal im offenen Meer Anwendung finden konnte, und zwar ebenfalls mit guten Resultaten, so ergab sich im Vorhinein das Projekt, auch auf der Fahrt der „Deutschland“ die Untersuchung des Zentrifugenplanktons zur Hauptaufgabe der biologischen Forschung zu machen. Dies um so mehr, als die einzige analoge Untersuchung (ausgeführt von der *Michael-Sars-Expedition*) nur in dem zwischen 50° und 30° N. B. gelegenen Teil des Atlantiks stattfand, während das Arbeitsgebiet der „Deutschland“ bis zum Falklandstrom reichte.

So wie *Gran* verarbeitete auch Lohmann 300 cm³ zu einer Probe; dieses Quantum gab bereits ein recht gutes Bild des Phytoplanktons; nur für die Riesenformen *Halosphaera* und *Pyrocystis*, sowie die *Trichodesmium*-büschel reicht diese Wassermenge zur quantitativen Bestimmung nicht aus. Für diese Formen, sowie die tierischen Organismen — ausgenommen die nackten Flagellaten — muß die Zentrifugenmethode durch andere quantitative Methoden ersetzt oder unterstützt werden. Als solche Ersatzmethoden kamen Filterproben, die durch die Schlauchmethode gefangen wurden, Netzfänge und Ringnetzfänge zur Verwendung. Das von *Hensen* 1911 konstruierte Ringnetz kam hier zum ersten Male zur Verwendung und bestand seine Feuerprobe, wenn dieses Wort bei Wasserproben gestattet ist, vorzüglich. Über alle diese Methoden und die Arbeitsteilung gibt Lohmanns Abhandlung eingehenden Bericht.

Nach kurzer Skizzierung der Fahrt, deren Ergebnisse einen „biologischen“ Längsschnitt durch den Atlantik lieferten, behandelt Lohmann zuerst die außerhalb der Tropenzone gewonnenen Resultate, dann die im Tropengebiet gemachten Beobachtungen und im Schlußteil einzelne interessante Organismen.

Der Kontrast der Tropenzone und der extratropischen Gebiete liegt nicht nur in der Wasserfarbe (Tropen = 0 der Forel-Skala, sonst 1—6), sondern auch in dem unvermittelten Emporschnellen der Volkszahl des Zentrifugenplanktons. Dazu kommt noch ein qualitativer Unterschied, da in den Tropen neben *Peridineen* und *Coccolithophoriden* besonders *Trichodesmien* auftreten, an deren Stelle im kälteren Wasser *Diatomeen* und nackte *Phytoflagellaten* treten.

Im Norden ergaben sich zwei Maxima des Makroplanktons und ebenso zwei Maxima des Mikroplanktons, die aber nicht zusammenfielen. Im Gegenteil fiel das

eine Makromaximum zeitlich und räumlich mit einem Mikrominimum zusammen. Gleichzeitig aufgefunden mit Coccolithophoriden, Gymnodinien und nackten Monaden verstopfte Oikopleura-Reusen lassen vermuten, daß eine Invasion des Makroplanktons mit dem Mikroplankton derartig aufgeräumt hat, daß dieses nicht imstande war, den durch den Fraß erlittenen Verlust zu ersetzen. Diese Beobachtung deckt sich mit der vom Referenten im Süßwasser gemachten Beobachtung eines Phasenwechsels der Makro- und Mikroplankton- (kurz N- und Z-) Kurven.

Im Süden begannen die Beobachtungen am 19. August. Der Übergang in diese Zone erfolgte ganz unvermittelt. Am Vormittag — schreibt *Lohmann* — fuhr man noch durch Sargassumbüschel mit Idotheen, Janthinen usw., mittags fiel die Wassertemperatur ganz plötzlich, das Oberflächenplankton nahm einen schleimigen Charakter an und enthielt im Liter 3700 Diatomeen, während gerade vorher nur 40 Diatomeen im Liter zu finden waren. Auch im Süden kamen zwei Maxima von Makroplanktonen zur Beobachtung, von denen das bedeutendere wieder zwischen zwei Maxima des Zentrifugenplanktons zu liegen kam.

Ein Vergleich der nördlich und südlich vom tropischen Gebiet gewonnenen Resultate ergibt eine ganze Reihe von Unterschieden:

1. Seevögel und Wale waren im Süden viel zahlreicher als im Norden.
2. Makroplanktonen waren dagegen im Norden häufiger als im Süden.
3. Das Kleinplankton war im Norden diatomeenreicher; ebenso etwa achtmal reicher an nackten Monadinen. Nur im Süden fand sich z. B. die schöne von *Gran* entdeckte neue Coccolithophoridengattung *Michaelsarsia*.

Gerade der letztere Befund zeigt jedoch, daß diese Gegensätze vielleicht nur scheinbare sind; denn *Gran* fand *Michaelsarsia* im Norden. Es können also die hier verzeichneten Unterschiede entweder mit der Verschiedenheit der Schnittpunkte des nördlichen und südlichen Stromzirkels oder mit jahreszeitlichen Differenzen zusammenhängen.

Der Besprechung der tropischen Planktonverhältnisse schickt *Lohmann* eine eingehende Besprechung der hydrographischen Verhältnisse voraus. Zunächst ergibt sich da eine Sonderung des Gebietes durch die einzelnen Strombezirke, wenn man die oberflächlichen Triftströmungen in Betracht zieht (Guineastrom, die beiden Äquatorialströmungen). Diese Stromrichtungen können jedoch nicht zur Erklärung der Verbreitungsverhältnisse solcher Organismen verwendet werden, die in 50, 100 oder gar 200 m Tiefe leben. Denn wie *Eckmanns* Trifttheorie zeigt, nimmt bei den Strömungen mit zunehmender Tiefe nicht nur die Stromgeschwindigkeit ab (und zwar in geometrischer Progression), sondern der Strom ändert auch seine Richtung, so daß er in einer bestimmten Tiefe, der „Reibungstiefe“, der Richtung der oberflächlichen Strömung entgegengesetzt ist. Die in Wirklichkeit noch komplizierteren Verhältnisse führen dazu, den Schöpfproben, wie sie für Zentrifugierarbeiten genommen werden, einzig und allein Zuverlässigkeit zuzugestehen, wenn biologische und hydrographische Forschungsergebnisse verknüpft werden sollen.

Die Vertikalzirkulation führt zu einem Auftrieb kalten Tiefenwassers in den äquatorialen Gebieten und einer Anstauung warmen Oberflächenwassers in den höheren Breiten. So kommt es, daß im Atlantik im Tropengürtel eine kalte Tiefsee angetroffen wird, in höheren Breiten, besonders auf der nördlichen Halbkugel, eine warme Tiefsee. Die Wassermenge, die der horizontalen Triftströmung durch die Vertikalzirkulation entzogen wird, ist jedoch so gering — nämlich 5% —, daß der

Vertikalzirkulation für die Verbreitung des Planktons keine direkte Bedeutung zukommt. Indirekt kommt der Vertikalzirkulation wohl eine Bedeutung zu, besonders durch die eigenartigen Sauerstoffverteilungsverhältnisse, die durch sie geschaffen werden.

So wie die horizontal liegenden Triftstromzirkel horizontal gelegene Gebiete geringster Wasserbewegung umschließen, die Halostasen, ganz so bedingen die Vertikalströmungen das Entstehen bis zu 800 m Tiefe hinreichender (gewissermaßen vertikal stehender) Gebiete, die an der Vertikalzirkulation nicht oder kaum beteiligt sind. Hier kann der durch die Tiere verbrauchte Sauerstoff nicht mehr ersetzt werden; es bilden sich Minima aus, die einen O-Gehalt von 1 bis 2 cm³ pro Liter aufweisen und überdies durch Anreicherung schädlicher Stoffwechselprodukte sehr ungünstige Lebensbedingungen aufweisen.

Besondere Verhältnisse kommen beim Entstehen der Sprungschichte im Meere in Betracht, und zwar wesentlich andere als in Süßwasserseen. Die Verdunstungsstärke entscheidet zunächst, ob eine Sprungschichte überhaupt zur Ausbildung gelangt; ihr Lage ist bedingt durch die Intensität von Auftrieb und Anstau, so daß schließlich diese beiden Vertikalbewegungen für die vertikale Verteilung des Planktons in erster Linie in Betracht kommen müssen, wenn auch ihre Wirkung eine indirekte ist. Die Tiefe der Sprungschicht im Atlantik schwankt zwischen 25 und 80 m.

Dieser Erörterung der hydrographischen Verhältnisse folgt nun eine Besprechung des Zentrifugenplanktons, das im Tropengebiet individuenärmer, aber artenreicher ist, als außerhalb der Tropen. Die geringere Individuenzahl wird durch eine raschere Teilung der Protisten wieder ausgeglichen, so daß die Metazoen, die auf die Protisten als Nahrung angewiesen sind, diese zwar in kleineren Rationen zu sich nehmen müssen, dafür aber häufiger solche Rationen verabreicht bekommen, wie *Lohmann* sehr anschaulich sagt.

Quantitativ zeigte sich das Zentrifugenplankton in den Tropen im Gegensatz zu den außertropischen Gebieten außerordentlich gleichförmig. Qualitativ hingegen bieten die Coccolithophoriden gute Anhaltspunkte zu einer weiteren Gliederung des Gebietes. Während *Pontosphaera huxleyi* und *Coccolithophora leptopora* die kühlen, nicht tropischen Gebiete in hoher Individuenzahl bevölkern, erreichen andere Arten ihr Maximum gerade in den Tropen. Auch hier zeigen sich noch Unterschiede zwischen Nord und Süd, indem z. B. *Rhabdosphaera hispida*, *Syracosphaera dentata* und *Calyptrorpha oblonga* hauptsächlich auf der nördlichen Halbkugel, *Umbilicosphaera mirabilis* und *Deutschlandia anthos* auf der südlichen gefunden werden. Bei der Besprechung dieser Statistik ventiliert *Lohmann* die Frage, ob diese Verhältnisse nur für die Zeit der Fahrt der Deutschland Geltung haben oder allgemeine Gültigkeit. Zum guten Teil scheinen hier nicht nur zeitlich beschränkte Fälle vorzuliegen. So ist wohl der Südäquatorialstrom auffallend vom nördlichen Stromkreis, in den er ja direkt eintritt, in der Zusammensetzung des Zentrifugenplanktons unterschieden. Für manche Formen, die wie *Dictyocysta coccolitholega*, *Rhynchomonas acuta* und *Acanthoica* im kühleren Wasser des Südgebietes leben, erscheint es wahrscheinlich, anzunehmen, daß ihnen die Unmöglichkeit, den Transport durch das Warmwassergebiet ohne Schaden zu überstehen, der Zutritt nach Norden verwehrt. Noch eine Reihe anderer Beobachtungen macht es wahrscheinlich, daß sich das nördliche und südliche Stromsystem nach ihrem Plankton in konstanter und charakteristischer Weise unterscheiden.

Die genauere Charakterisierung der einzelnen Gebiete enthält u. a. bemerkenswerte Daten über den Guineastrom. Schon die Plankton-Expedition unter Hensen stellte hier das häufige Vorkommen einer Küsten-Appendicularie *Oicopleura dioica* fest sowie das Auftreten eines *Halacarus*, der dem Tokantindelta entstammen mußte. Zu diesen Fällen lieferte nun das Zentrifugenmaterial der Deutschland interessante Seitenstücke; es wurde hier nicht nur das im Küstenmeere so häufige *Prorocentrum micans*, sondern in großer Zahl auch eine *Euglena* oder *Eutreptia* angetroffen. Doch kann es sich lediglich um verschwemmtes Material von der brasilianischen Küste handeln, denn die Volkszahl dieser Organismen nimmt nach Westen hin nicht zu, sondern ab. Es müssen also wohl diese Formen im Guineastromgebiet besonders zusagende Existenzbedingungen vorfinden.

Das Gebiet des Südäquatorialstromes ist einmal durch den scharfen Gegensatz zum Guineastromgebiet gekennzeichnet, der sich durch das unvermittelte Verschwinden des dort häufigen *Trichodesmium* sowie durch den Reichtum des Südäquatorialstromes an Diatomeen gegeben ist. Dann ergaben auch die *Coccolithophoriden* Besonderheiten, sowie das Vorkommen von Brenneckellen und *Acanthoica acanthiifera*.

Während im kühlen Wasser das Maximum der Volksdichte an der Oberfläche gelegen ist, ergab sich in den Tropen eine viel tiefere Lage des Maximums, in 57% zwischen 25 und 50 m Tiefe, in vereinzelt Fällen sogar unter 50 m.

Liegt im kühlen Wasser das Maximum in der Tiefe, so sind daran meist die die schweren Dauersporen bildenden Diatomeen schuld. Umgekehrt kann in den Tropen eine Massenentfaltung des *Trichodesmium*, das an die Oberfläche gebunden ist, die größte Bevölkerungsdichte in oberflächlichen Schichten eintreten lassen. Läßt man diese störenden Elemente, i. e. die Diatomeen und *Trichodesmien* außer Betracht, so zeigt sich, daß dieser Unterschied in der Vertikalverteilung zwischen Tropen und kühlen Gebieten sich gerade an jenen Gruppen deutlich zeigt, die beiden Gebieten gemeinsam sind, den *Coccolithophoriden* und *Peridineen*, ja daß dieser Kontrast sogar an derselben Spezies, wenn sie gleichzeitig den Tropen und den kühleren Gebieten angehört, wie *Pontosphaera huxleyi*, zum Vorschein kommt. Es muß also hierdurch eine Verschiedenheit der Existenzbedingungen zum Ausdruck kommen, die ganz allgemeine Bedeutung für die Planktonorganismen hat. Daß die von Schimper nachgewiesene schädigende Wirkung des Sonnenlichtes die meisten Planktonpflanzen zwingt, die tieferen Schichten im tropischen Ozean zu besiedeln, wird durch eine recht interessante Zusammenstellung der vertikalen Verteilung der *Coccolithophoriden* von Lohmann neuerdings vor Augen geführt. 'Die in den obersten Wasserschichten heimischen Arten *Discosphaera tubifex* und *Rhabdosphaera hispida* sind ringsum so dicht mit Fortsätzen versehen, daß die Zellen hierdurch wirksam vor zu greller Bestrahlung geschützt sind. Die schon mehr bei 50 m Tiefe angehäuften Arten *Rhabdosphaera claviger* und *Rh. stylifer* tragen nur eine schütterere Bedeckung mit solchen Fortsätzen. Die vorzugsweise in 100 m Tiefe heimischen Arten *Scyphosphaera apsteini* und *Deutschlandia anthos* tragen nur einen Ring von Fortsätzen, der bei horizontaler Lage der Zellen denselben kein Licht raubt. Dr. V. Brehm.

Astronomische Mitteilungen.

Zur Frage der Erdsachsenschwankung. Von den neueren astronomischen und mathematisch-geographischen Problemen dürfte dasjenige der Polschwankung

wohl am interessantesten sein. Periodische Änderungen der geographischen Koordinaten eines Erdortes werden in erster Linie und zwar bis zu Beträgen von rund 0,6 Bogensekunden durch Verlagerungen der Rotationsachse im Erdkörper selbst verursacht, die ihrerseits besonders durch Verschiebungen des Luftdrucks oder der Belastung über verschiedenen Stellen der Oberfläche unseres Planeten hervorgerufen werden. Neuerdings hat Dr. Schweydar (Potsdam) mit Recht darauf hingewiesen (*Astr. Nachr.* 4627), daß Variationen der geographischen Breite eines Ortes nicht nur durch Erdsachsenverlagerungen, sondern gelegentlich auch durch Änderungen in der Richtung der Schwerkraft infolge von Deformationen der Niveauläche und durch Schollenbewegungen in meridionaler Richtung hervorgerufen werden. Das Phänomen der Breitenvariation ist ein ziemlich kompliziertes, und insbesondere bieten die hierbei auftretenden kurzperiodischen Breitenänderungen recht erhebliche Erklärungsschwierigkeiten. Die hierfür gelegentlich herangezogenen Gezeitenerscheinungen in der festen aber elastischen Panzerdecke der Erde haben ihrer geringen Größe wegen keinen ausgesprochenen Einfluß auf die eigenartigen kurzperiodischen Polschwankungen, was auch aus den Messungsergebnissen der internationalen Breitenstationen sich folgern läßt. Dr. Schweydar hat nun ferner für dieselbe Frage die fast siebenjährigen Messungsreihen auf der russischen Sternwarte Pulkowo, die auf einem hellen Zenitstern in der Kassiopeja beruhen, untersucht und ist auch dabei zu dem wichtigen Resultat gekommen, daß die Kraft des Mondes auf die Gezeiten der festen Erdrinde so gering sein muß, daß sie zur Erklärung der kurzperiodischen Breitenschwankungen nicht ausreicht. —

Die fleckenbildende Tätigkeit der Sonne scheint jetzt endgültig wieder im Zunehmen begriffen zu sein. Vor kurzem ist ein Fleck auf der Sonnenscheibe in ziemlich hohen, von den gewöhnlichen Fleckenzonen auffallend abweichenden Breitenlagen aufgetreten, der als Vorbote für das langsam herankommende Maximum jener Wirbelbewegungen auf unserem Tagesgestirn gelten kann, das schon in wenigen Jahren eintreten wird (voraussichtlich 1916). Bei dieser Gelegenheit sei auch erwähnt, daß nach einem besonderen Zirkular der wissenschaftlichen Kommission für Sonnenstrahlung, deren Vorsitzender Prof. Maurer (Zürich) ist, die auffallende Trübung unserer Atmosphäre im Sommer und Herbst 1912 vielleicht sogar auch mit einer besonderen Schwächung der Sonnenstrahlung zusammenhängt. Besonders hat Prof. Wolf (Heidelberg) auf diese merkwürdige Trübung unserer Atmosphäre aufmerksam gemacht, da nach seinen Messungen sogar eine Abnahme des Sternenlichtes bis auf zwei Größenklassen damals stattgefunden hat. — Mit einer anderen, auch hierher gehörigen, sehr interessanten Frage, welche die kosmische Ursache der Klimaschwankungen aus Variationen der Sonnenstrahlung und der Temperatur des Weltraumes betrifft, hat sich in neuerer Zeit Prof. Hopfner beschäftigt. Er geht von der Tatsache aus, daß unser gesamtes Sonnensystem mit etwa 19 km Sekundengeschwindigkeit sich durch den Weltraum nach dem Sternbilde des Herkules hin bewegt, und daß infolgedessen auch die Sternstrahlung schon wegen der im Universum verteilten verschieden heißen Sterntypen an verschiedenen Stellen des Himmelsraumes ganz erheblich variieren muß. So kommt man auf Grund von manchen plausiblen astronomischen Annahmen über die Sterntemperaturen, heißen Sterne, neu aufleuchtenden Gestirne usw. zu der Anschauung, daß die Temperatur des Weltraumes, die in erster Linie durch die Strahlung der Sterne (Sonnen fernster Weltenysteme) bedingt wird, durchaus nicht gleichmäßig ist. Für die Wärmebilanz der Erde

genügen hierbei, wie Prof. Hopfner mit Recht betont, Schwankungen von nur wenigen Zehntelgraden, um schon Klimaänderungen hervorzurufen.

Über das Spektrum des großen Nebels im Sternbild der Andromeda liegen sehr wichtige Untersuchungen von Prof. Wolf (Heidelberg) vor, deren übersichtliche Zusammenstellung sich in den Sitzungsberichten der Heidelberger Akademie befindet. Aus den gemessenen Wellenlängen aller Nebellinien läßt sich erkennen, daß der Andromedanebel ähnliches Licht ausstrahlt, wie unsere Sonne oder auch wie die Fixsterne vom Typus der Kapella (im Sternbild des Fuhrmanns). Im großen und ganzen ist das Spektrum des Andromedanebels kontinuierlich und auch in den Intensitätsverhältnissen dem Sonnenspektrum entsprechend; dasselbe enthält keine hellen Linien, wie früher vielfach, besonders auf Grund von englischen Messungen des Nebelspektrums in der Andromeda angenommen wurde. A. M.

Kleine Mitteilungen.

In einer Veröffentlichung über die Anwendung der Elektrizität bei Erdarbeiten und bei Ausführung von Hochbauten macht die *General Electric Company* in Schenectady, New York, interessante Mitteilungen über mehrere große Unternehmungen, bei denen die von ihr gelieferten Maschinen in Wirksamkeit gewesen sind. So wurde beim *Panamakanal* die Handhabung des Materials für die 4 Millionen cbm Zementwerk, das für die verschiedenen Schleusen und Dämme nötig war, elektrisch bewirkt. Zwei Fünftel dieses Materials wurden allein für die vielgenannten *Gatun-Schleusen* verbraucht. Das Rohmaterial hierfür wurde mittels elektrisch betriebener Vorrichtungen von der Anfahrtstelle auf einer ca. 25 m hohen Seilbahn nach den Lagerplätzen befördert und von diesen wieder zu den Mischmaschinen, die gleichfalls elektrischen Antrieb hatten. Elektrisch angetriebene Bahnen beförderten sodann das fertige Material an die gewünschte Stelle im Schleusenbau. — Ein anderes Riesenunternehmen, bei dem elektrische Kraft in großem Maßstabe zur Verwendung gelangte, ist die *Catskill-Wasserleitung*, die das Wasser von den Catskillbergen auf einer mehr als 100 km langen Strecke durch Terraineinschnitte, Dämme, Tunnel und Röhren nach New York führt. Hierbei war es möglich, die elektrische Kraft aus Zentralstationen zu beziehen, so daß sich die Anlage einer eigenen Kraftstation erübrigte und an manchen Stellen eine Kostenersparnis von etwa 50 Prozent gegenüber dem für Dampfbetrieb erforderlichen Aufwande ermöglicht wurde. Die gleiche Ersparnis wurde bei den Erdarbeiten am *Schiffahrtskanal des Staates New York* erzielt, wo drei große Grabbagger in Tätigkeit waren, von denen zwei elektrisch und einer mit Dampf betrieben wurden. Die ersteren kamen um den genannten Betrag in der Ausrüstung und Unterhaltung billiger. — Daß auch im Hochbau die elektrische Kraft mit Vorteil Verwendung finden kann, wurde bei Errichtung des *Woolworth Building in New York* erprobt, das mit seinen 51 Stockwerken den höchsten Steinbau der Welt bildet. Das gesamte Baumaterial wurde bei diesem Bau mittels elektrischer Windevorrichtungen in die Höhe befördert. Dem Dampfbetrieb gegenüber erfordert der elektrische Betrieb nicht nur geringere Kosten, sondern auch geringeren Raum, was bei städtischen Hochbauten oft sehr wichtig sein kann. Ist bei solchen Bauten zum Zwecke der Beschleunigung ein Arbeiten bei Nacht erforderlich, so ermöglicht die *General Electric Company* dieses durch Aufstellen von elektrischen Scheinwerfern, die ihren Platz in weiter Entfernung von der Arbeitsstätte finden und diese doch

tageshell erleuchten können. Für die genannten Unternehmungen hat die *General Electric Company* 70 bis 90 und noch mehr Prozent der elektrischen Ausrüstung geliefert. Sie hat damit die Früchte ihrer vielfältigen Verdienste um die Entwicklung der nordamerikanischen Elektrotechnik geerntet. In den Vereinigten Staaten ist diese fast allein auf die industriellen Betriebe zurückzuführen, während in Deutschland auch die vom Staate eingerichteten Hochschulen die elektrische Industrie wesentlich gefördert haben. Viele technische Untersuchungen, wie sie in Deutschland in Hochschulen ausgeführt werden, sind in Amerika von der *General Electric Company* vorgenommen worden, und auch das für solche Untersuchungen erforderliche Personal ist von ihr ausgebildet worden. Deutsche Elektrotechniker sind hierbei in größerer Anzahl wirksam gewesen, und wenn die amerikanische Gesellschaft in dieser Beziehung vieles von Deutschland empfangen hat, so hat sie doch auch wiederum auf die deutsche Elektrotechnik in reichem Maße fördernd zurückgewirkt. Mk.

Verkauf der National Telephone Company in England an den Staat. Bis zum 31. Dezember 1911 konkurrierten sich in England die *National Telephone Company*, d. h. eine Privatgesellschaft und der Staat im Fernsprechwesen. Durch ein Gesetz wurde die Konkurrenz durch Verstaatlichung aller Fernsprechanlagen beendet. Interessant ist dieser Kaufvorgang sowohl durch die ungeheuren Summen, als durch die eingehende Besprechung einer großen Zahl namentlich für Betriebsleiter beachtenswerter Überlegungen. Die National verlangte rund 330 000 000 M.; der Staat, d. h. die englische Reichspost, bot 146 000 000 M. Das Gericht entschied sich nach einer soeben abgeschlossenen 74tägigen Verhandlung für 250 000 000 M. Sehr eingehend wurde über die Abschreibungen verhandelt. Die Post wollte eine jährlich gleichbleibende Quote für die Entwertung annehmen, die National berechnete die Abschreibung mit Verzinsung der Quoten. Ein anderer Punkt scharfen Streits war die Berücksichtigung der Entwertung durch neue Erfindungen, die ja den Ersatz einer Anlage unter Umständen lange vor ihrer gänzlichen Abnutzung erzwingt. Die National gab als Lebensdauer im Durchschnitt 27,55 Jahre, die Post 13,31 Jahre an, worauf das Gericht nicht einging. Die National verlangte 5 % des Kapitals für die Bauperioden, gewährt wurden 3 1/2 %. Für die Kosten der Kapitalsbeschaffung wurden rund 5 000 000 M. zugestanden. Die National hatte viele ihrer Anlagen selbst, statt durch Bauunternehmer gebaut. Sie beanspruchte dafür einen Unternehmergewinn, es wurde aber fast nichts zugestanden. Die technische Presse wehrt sich dagegen. In Deutschland ist schon manchmal von der Verstaatlichung der großen Elektrizitätsfirmen gesprochen worden. Der Aufkauf der National gibt dafür ein Vorbild. F. L.

Von den Fortschritten der Technik und Industrie in den Vereinigten Staaten kann man sich auf Grund der Zunahme des Nationalvermögens in der gesamten Union einen Begriff machen, wenn man eine im *Scientific American* Nr. 1935, Feb. 1, 1913 veröffentlichte Übersicht prüft. Nach dieser wuchs in einem Zeitraum von 14 Jahren der Wert

		Mill. Doll.	Mill. Doll.
an Eisenbahnmaterial	von	8296	auf 11244
„ Straßenbahnmaterial	„	389	„ 2219
„ Telephon-, Telegraphen-, Schiffsmaterial	„	761	„ 1659
Das Nationalvermögen selbst hat sich nach dieser Schätzung in der Zeit von 1890 bis 1904 fast verdoppelt			

und betrug im letzteren Jahre fast $\frac{1}{2}$ Billion Mark; für die letzten Jahre liegen keine Berechnungen vor, doch wird man nicht fehl gehen, wenn man es jetzt auf nahezu 1 Billion Mark schätzt. —z.

Desinfektionsanlage für Eisenbahnwaggons. In der Hauptwerkstätte des Bahnhofs Potsdam ist seit ungefähr einem Jahre ein Apparat in Betrieb, der in höchst einfacher Weise gestattet, ganze Eisenbahnwaggons zu desinfizieren, eine Arbeit, die früher sehr langwierig und teuer war und zudem nicht immer die gewünschte Wirkung hatte. Die neue Anlage dient außer zur Desinfektion auch noch zur Reinigung der Wagen, besonders der nach Rußland verkehrenden D-Zugwagen, von Ungeziefer und schließlich auch zum Austrocknen von Speisewagen, deren Fußböden häufig völlig durchnäßt sind. Während eine gründliche Reinigung von D-Zugwagen und die völlige Vertilgung des Ungeziefers in ihnen bisher nur durch Herausnehmen aller Polsterteile zu erreichen war, ist dies bei dem neuen Apparat nicht erforderlich. Die Anlage besteht aus einem gußeisernen Zylinder, der etwa 25 m lang ist und einen Durchmesser von ungefähr 5 m hat. Seine beiden Enden können durch Böden verschlossen werden; der eine dieser Böden ist mit Hilfe eines Kranes zur Seite zu drehen. Das Gewicht des Apparates samt dem Kran beträgt 135 000 kg. In den Zylinder führt ein Geleise hinein, auf dem der zu reinigende Wagen eingefahren wird. Dann wird der Deckel mittels des Kranes vorgeschoben und mit Klappschrauben an den Rand des Zylinders festgedrückt. Ist der Apparat luftdicht verschlossen, so wird der Innenraum mittels Frischdampfes auf etwa 50° C. angeheizt und zugleich mit Hilfe einer von einem Elektromotor angetriebenen Luftpumpe die Luft im Innern des Zylinders stark verdünnt. Die gleichmäßige Durchwärmung des Zylinders und des eingefahrenen Wagens nimmt fünf Stunden in Anspruch, obwohl zwei elektrische Ventilatoren die Luft in ständiger Bewegung halten. Das Evakuieren des ganzen Raumes, der nahezu 500 cbm groß ist, dauert zwei Stunden. Da in einem derartig evakuierten Raume bei einer Temperatur von 50° allen Lebewesen ihre Körperflüssigkeit entzogen wird, so ist man sicher, daß hierbei alle Insekten und auch ihre Brut vernichtet werden. Weder die Polster noch die Wandbekleidung müssen hierbei entfernt werden und auch die äußere Lackierung des Wagens wird in keiner Weise angegriffen. Schließlich wird in dem Vakuum noch *Formalin* verdampft, dessen Dämpfe beim Wiedereinströmen der Luft von dieser bis in die kleinsten Poren mitgenommen werden, so daß auch eine vollkommene Abtötung aller Krankheitskeime mit Sicherheit erreicht wird. Die Betriebskosten für die Reinigung eines großen Schlaf- oder D-Zugwagens belaufen sich auf 20 M., während früher die Reinigung eines durch Ungeziefer verschmutzten Wagens das Zehnfache an Löhnen kostete und durchaus keine Gewähr für eine einwandfreie Reinigung gab. Es wäre sehr zu wünschen, daß auch auf anderen Bahnhöfen solche Anlagen errichtet werden, damit besonders alle aus dem Ausland kommenden Wagen einer solchen intensiven Reinigung unterzogen werden können. S.

Künstliche Diamanten. Bekanntlich ist es *Moissan* bereits im Jahre 1896 gelungen, künstliche Diamanten zu erzeugen, indem er das einzige bekannte Lösungsmittel des Kohlenstoffs, flüssiges Eisen, benutzte und dieses nach Sättigung mit Kohlenstoff unter hohem Druck zum Kristallisieren brachte. Dieser Druck kann dadurch hervorgebracht werden, daß im elektrischen Flammenbogen geschmolzene Eisenkugeln, nachdem ihnen Kohlenstoff zugeführt worden ist, tropfenweise in eine Flüssigkeit fallen. Die hierbei schnell erstarrende Ober-

fläche der Kugeln hindert die im Innern noch befindliche flüssige Masse, sich auszudehnen. Unter dem hierdurch erzeugten außerordentlich hohen Druck kristallisiert nunmehr der Kohlenstoff. — In den *Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft* Nr. 2, 1913 (S. 216) gibt *Wilhelm Prandl* einen Vorlesungsversuch an, der das Moissan'sche Verfahren in einfachster Weise nachahmt. Das kohlenstoffhaltige Eisen wird aluminothermisch hergestellt. Eine zylindrische Blechbüchse von 10 cm Durchmesser und 12 cm Höhe erhält als Einlage einen zweiten ähnlichen Zylinder, der mit 200 g Eisenthermit, vermischt mit 10 bis 15 g Kokspulver, angefüllt wird. Nachdem dann noch der hohle Raum zwischen den beiden Zylindern mit Flußspatpulver ausgefüllt worden ist, wird der innere Zylinder herausgezogen und die Blechbüchse auf einem Stativ so aufgestellt, daß unter ihr ein Behälter steht, der mit etwas Quecksilber und über diesem mit Wasser angefüllt ist. Wird nun die Thermitmasse angezündet, so sinkt das flüssige Eisen herab und nach dem Durchschmelzen des Büchsenbodens in den darunter stehenden Behälter. Die von der Schlacke befreite Masse wird mit Salzsäure und Königswasser von allen in diesen Flüssigkeiten löslichen Stoffen befreit, der graphitartige Rückstand weiterer Oxydation von chlorsaurem Kalium und Salpetersäure ausgesetzt, und der hierauf noch verbleibende Rest mit einem Flußsäure-Schwefelsäure-Salpetersäure-Gemisch behufs Abrauchen behandelt, schließlich mit saurem schwefelsaurem Natrium geschmolzen. Der geringe noch übrige Rückstand wird ausgewaschen, getrocknet und zuletzt in Methylenjodid eingetragen. Was in diesem untersinkt, ist ein Kristallpulver, dessen Teilchen, soweit sie einfach brechend sind, als Diamant angesprochen werden dürfen. Unter dem Mikroskop sind auch noch doppeltbrechende Teilchen zu erkennen, welche als Carborundum gedeutet werden dürften. Die Härte des Pulvers bestätigt jedenfalls, daß hier diamantartige Kristalle vorliegen. —z.

Aus dem Jahresbericht des Internationalen Komitees der Atomgewichte für 1913, welcher 83 Elemente auführt, ist als wichtigste Tatsache zu erwähnen, daß ein neues Element, als zuverlässig neu bestimmt, eingefügt wurde, nämlich das Holmium (Ho) mit dem Atomgewicht 163,5, wenn Sauerstoff (O) gleich 16,00, Wasserstoff (H) gleich 1,008 angenommen wird. Es ist sehr anzuerkennen, daß das aus den Mitgliedern *F. W. Clarke, T. E. Thorpe, W. Ostwald, G. Urbain* bestehende Komitee bei Vornahme von Änderungen in der Tabelle der Elemente mit allergrößter Vorsicht zuwege geht. Für eine ganze Anzahl von Elementen (Stickstoff, Kalium, Chlor, Fluor, Phosphor, Quecksilber, Selen, Tellur, Radium, Tantal, Iridium) lagen neue Bestimmungen des Atomgewichts vor, auf Grund deren vielleicht zwei oder drei geringe Änderungen in den Angaben der Atomgewichte hätten gemacht werden können, „*doch scheint es nicht wünschenswert, solche Änderungen allzu häufig vorzunehmen*“. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 1913, Nr. 1, S. 1.) Im Jahresbericht für 1912 waren sechs Änderungen als notwendig hingestellt worden, deren wichtigste das Atomgewicht des Quecksilbers betraf, welches jetzt 200,6 gegen früher 200,0 angenommen wird. —z.

Aus Schwedens Wäldern bringt das reich illustrierte Heft 9 der „*Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens*“ (Stockholm 1912) einige Berichte von allgemeinerem Interesse. Seit den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hatte man zur Aufforstung der Nadelholzwälder Saatgut aus Darmstädter Samenhandlungen eingeführt, das wohl zumeist aus Hessen, der

Pfalz und Bayern stammte. Es wurden daraus Kiefernbestände von etwa 20 000 Hektar Ausdehnung erzogen, die nach anfänglich guter Entwicklung im Laufe des zweiten oder dritten Jahrzehnts Mißwuchs zeigten, so daß sich mit der Bezeichnung „*Deutschkiefer*“ in der schwedischen Forstterminologie der Begriff der Krummwüchsigkeit und anderer krankhafter Erscheinungen, die zu einem allmählichen Hinsiechen und Absterben der Bäume führen, verknüpft hat. Die Ursache dieses abnormen Wachstums ist, wie *Eduard Wibeck* ausführt, die Versetzung der an ein südlicheres Klima angepaßten Rasse in ein nördlicheres; erweist sich doch selbst der aus dem südlichen Schweden stammende Kiefern Samen für die nördlichen Gebiete als wenig geeignet. Im Frühling fängt die Sprossenentwicklung der *Deutschkiefer* früher an, im Herbst endet sie später als diejenige der einheimischen Kiefernrasen; hierdurch ist eine größere Empfindlichkeit des fremden Baums gegen Frost und andere Klimaeinflüsse bedingt. Der unvollständigen Verholzung wegen werden die Stämme und Äste leicht durch den Schneedruck gebogen und geborsten; durch Risse in der Rinde dringen leichter parasitische Pilze ein, namentlich der des Kiefernkrebses (*Dasyscypha calyciformis* Willd.), der die einheimische Kiefer nur in beschränktem Maße schädigt. Das lose und schlecht gewachsene Holz ist als Nutzholz fast gar nicht zu gebrauchen. In den schwedischen Staatsforsten darf daher fremder Kiefern Samen schon seit 1882 nicht mehr verwendet werden, und durch erhöhte Zollsätze (die letzten 1911) sowie durch die Vorschrift, daß die eingeführten Kiefern Samen durch Eosin gefärbt sein müssen, ist die Einfuhr noch weiter erschwert worden. Diese Vorschriften beziehen sich auch auf die Fichte; indessen haben sie sich hier kaum als berechtigt erwiesen. Die anscheinend aus Harzer Samen erwachsenen Fichten zeigen gutes Wachstum noch mit 50 bis 60 Jahren und sind völlig winterhart bis zu 59° 30' n. Br.

Über *Schneebruchschäden* von gewaltiger Ausdehnung berichtet *Henrik Hesselman*. Die schwedischen Wälder sind größeren Schneebruchschäden im allgemeinen wenig ausgesetzt, namentlich weil der Schnee meist bei niedriger Temperatur fällt, also leicht ist und nicht an den Bäumen festklebt. Im Winter 1910 bis 1911 wurde aber fast das ganze nordschwedische Gebiet zwischen 60° und 66° Br. von Schneebrüchen heimgesucht, die außerordentlichen Schaden anrichteten. Besonders litten die Fichten, hauptsächlich durch Wipfelbrüche, aber auch durch Stammbrüche. Im Staatsforst Hamra kronopark, einer der wertvollsten Walddomänen des schwedischen Staates, waren auf einer Probefläche von einem Hektar 73 % der Fichten und 30 % der Kiefern beschädigt. Die Ursache dieser Kalamität waren bedeutende Schneefälle, die im November 1910 bei hoher Temperatur (etwa 0° C.) eintraten und selbst große Bäume völlig in einen Mantel von Schnee einhüllten.

F. M.

Harnstoff wird nicht nur im Tier-, sondern auch im *Pflanzenkörper* gebildet. Nach früheren Untersuchungen von *R. Fosse* erzeugen die Schimmelpilze *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger* diese Verbindung in reinen, aseptischen Lösungen von Zucker und Ammoniak. Derselbe französische Forscher hat jetzt gefunden, daß Harnstoff in noch größerer Menge entsteht, wenn Weizen, Gerste, Mais, Erbsen, Klee und Pferdebohnen während der Keimung die Reservestoffe des Samens verbrauchen. In 12–15 cm hohen Keimpflanzen der Erbse kamen auf 1 kg Trockensubstanz (einschließlich der Kotyledonen) 0,64 g Harnstoff. Er ist auch in

ruhenden Erbsen-, Weizen- und Maissamen nachgewiesen worden, doch nur in sehr geringer Menge (kaum 1 cg in 1 kg trockener Erbsensamen). Bei sechs Wochen alten Keimpflanzen ließ sich aus den Kotyledonen nicht die geringste Spur Harnstoff ausziehen, während die Keimlinge 0,112 g Harnstoff auf 1 kg Frischgewicht ergaben. Auch in den Würzelchen des Gerstenmalzes der Brauereien, das bei niedrigerer Temperatur getrocknet war, und in dem Malzextrakt des Handels konnte mit großer Leichtigkeit Harnstoff nachgewiesen werden. 20 g Bohnenembryonen, die bei der industriellen Schälung der Samen erhalten waren, lieferten 1 cg Harnstoff, während die geschälten Samen selbst in 500 g nur eine Spur dieses Körpers ergaben. Endlich wurde der Harnstoff nachgewiesen in Keimlingen vom Mais, der aseptisch gekeimt hatte, und in erwachsenen Pflanzen, die auf steriler Nährlösung erzogen worden waren. Hieraus geht hervor, daß die Pflanzenzelle für sich allein, ohne Mitwirkung von Mikroorganismen, Harnstoff zu erzeugen vermag. (*Compt. rend.* 1913, 156, 567.) F. M.

Eine Zusammenstellung der Angaben über **Zeitrelationen in der Geologie** hat *V. Hilber* gemacht. Die aus dem Aufbau der geologischen Formationen hergeleiteten Relationen sind bei den verschiedenen Autoren sehr wenig übereinstimmend. So hat *Lyell* die zur vollständigen Speziesänderung nötige Zeit auf 20 Jahrmillionen geschätzt und demnach die Zeit seit Beginn des Silurs (ohne Kambrium) auf 240 Millionen Jahre. *Walcott* dagegen behauptet, daß man die geologische Zeit mit Zehnern von Millionen, aber weder mit einzelnen noch mit Hunderten von Millionen zu messen habe. In neuerer Zeit hat man versucht, mit Hilfe radioaktiver Untersuchungen der Gesteine das Zeitproblem der Geologie zu bewältigen. Nach den Beobachtungen *Strutts* über die jährliche Entwicklung von Helium aus Thoranit und Pechblende gibt *F. E. Sueß* als sicheres Minimum für die Zeit seit einem nicht näher bestimmten Zeitpunkt im Archäikum 710 Millionen Jahre an, dagegen *Boltwood* aus dem vermuteten Endergebnis der Radioaktivität des Urans, Blei das Alter archaischer Gesteine von Norwegen und Ceylon mit 1700 bis 2200 Millionen Jahre, während *Becker* durch Berücksichtigung der Wärmeentwicklung aus dem Radiumgehalt der oberen Teile der Erdkruste zu einem Alter unseres Planeten von nur 50 bis 80 Millionen Jahre kommt. Die von den Physikern für die Zeit seit Erkaltung der Erde berechneten Grenzwerte von 20 bis 100 Jahrmillionen erscheinen den meisten Geologen zu niedrig. *W. Marey* berechnet das Alter der Erde als Weltkörper zu 5 Jahrbillionen und *Mc Gee* veranschlagt die Zeit seit Beginn des Paläozoikums auf mindestens 6000 Millionen Jahre. Zuverlässiger werden die Zahlen für die jüngste geologische Vergangenheit. Aus dem Maß der Landhebung seit der Zeit der Kjökkenmøddinger rechnet *Brögger* für diese ein Alter von 7000 Jahren aus. Für die Postglazialzeit hat man aus der Ausnagungszeit der Niagaraschlucht den Betrag von 36 000 Jahren abgeleitet, doch findet *Grant* hierfür nur 7800 Jahre. Aus den Ablagerungen über Eiszeitmoränen finden *Brückner*, *Steck* und *Warren Upham* die Zeit seit der letzten Eiszeit zu 20 000 Jahren, *Forel* dagegen nur 12 000 Jahre. Mit dem ersteren Wert stimmt die Zahl von 20 000 Jahren überein, welche aus dem Vergleich rezenter und seit der Nacheiszeit erfolgter Schuttablagerungen am Schweizerbild von *Nüesch* gewonnen ist. Hoffentlich bringen weitere Untersuchungen Klarheit über diese uns überall entgegentretenden Widersprüche. (*Peterm. Mitt.* 58, 311, 1912.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 14.

4. April 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Fünf-
undzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. 4. Optik.
Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Brodhun*. S. 321.

Das Element Bor. Von *Prof. Dr. J. Meyer, Berlin*.
S. 325.

Die Synthese der Mineralien und Gesteine. Von
Privatdozent Dr. J. Uhlig, Bonn. (Schluß.) S. 327.

Neuere Untersuchungen über das Sehorgan. Von
Dr. V. Franz, Leipzig. S. 332.

Die Elektrizitätsträger der atmosphärischen Luft.
Von *Dr. K. Kähler, Potsdam*. S. 334.

Zuschriften an die Herausgeber. S. 338.

Besprechungen. S. 339.

Kleine Mitteilungen. S. 342.

Soeben erschien:

Professor Dr. Schmeils Naturwissenschaftliche Atlanten

Je 5^{Mk.}
40

Je 5^{Mk.}
40

Jeder Band 8^o enthält 30—80 farbige Tafeln mit erläuterndem Text.

Die Pflanzen der Heimat Von Professor Dr.
O. Schmeil und
J. Fitschen. 80 farbige Tafeln mit Text. In Originalband oder Mappe . . M. 5.40.

„Ich kann deshalb nicht dringend genug allen Kollegen die Anschaffung des wohlfeilen
Bilderwerkes für ihre Schulen empfehlen. Aber auch jeder andere Naturfreund dürfte
an den prächtigen Abbildungen und dem gediegenen Texte seine helle Freude haben.“

Aus der Heimat.

„Der Verfasser hat es meisterhaft verstanden die Materie für jeden Leser durchaus an-
regend und verständlich zu gestalten. Damit aber noch nicht genug, hat er eine beinahe
verschwenderische Fülle wundervollster Tafeln beigegeben.“

Prometheus.

VERLAG VON QUELLE & MEYER IN LEIPZIG

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG & SOHN · BRAUNSCHWEIG

Soeben erschienen:

Dynamische Meteorologie u. Hydrographie

Von Professor Dr. V. Bjerknes
und verschiedenen Mitarbeitern

Autorisierte deutsche Ausgabe der von der Carnegie Institution of Washington herausgegebenen Dynamic Meteorology and Hydrography

Teil II: Kinematik der Atmosphäre und der Hydrosphäre

VII, 172 Seiten gr. 4^o, mit 85 Textabbildungen. — Preis 20 Mark

(Zwei weitere Teile, behandelnd die Dynamik und Thermodynamik, befinden sich in Vorbereitung.)

Die Meteorologie als exakte Wissenschaft

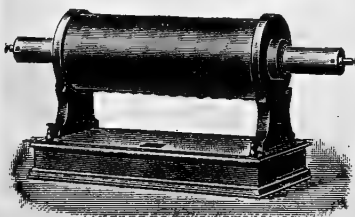
Antrittsvorlesung, gehalten am 8. Januar 1913 an der Universität zu Leipzig

Von Professor Dr. V. Bjerknes

Preis Mark 0.80

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite II u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite IV.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit.

4. Optik.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Brodhun,
Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Die Arbeiten der Reichsanstalt auf optischem Gebiete begannen mit photometrischen Untersuchungen. Verhältnismäßig wenig hatte sich bis dahin der Physiker mit den photometrischen Aufgaben beschäftigt, vielleicht weil sie auf dem Grenzgebiet zwischen Physik und Physiologie liegen, und so waren photometrische Apparate und Methoden nur mangelhaft durchgearbeitet. Da keins der vorhandenen Photometer den Anforderungen genügte, die man von theoretischen Überlegungen aus an ein solches Instrument stellen mußte, so war man zunächst bemüht, diesem Mangel abzuweichen. Das Ergebnis war ein Photometer mit Prismenwürfel, welches den bis dahin vorhandenen Photometern an Empfindlichkeit überlegen war. Bei der einen Ausführungsform, dem Gleichheitsphotometer, wird auf Verschwinden der Grenze zwischen den beiden Photometerfeldern eingestellt. Außerdem wurde eine zweite Form, das Kontrastphotometer, ausgearbeitet, bei dem auf das gleich starke Hervortreten zweier beleuchteter Felder aus ihrer Umgebung eingestellt wird.

Sodann erfuhr die Photometerbank, um sie für genaue Messungen geeignet zu machen, eine gründliche Durcharbeitung. Insbesondere wurde auf die Beseitigung falschen Lichtes Gewicht gelegt. Durch geeignete Anordnung von Blenden, die mit schwarzem Sammet überzogen sind, senkrecht zur Strahlenrichtung wurde dieser Mangel so vollkommen behoben, daß nun in mäßig erhellten Räumen ohne Fehler photometriert werden konnte und auch von einer Schwärzung der Zimmerwände im allgemeinen abgesehen werden durfte.

Als eine ausgezeichnet konstante Vergleichslichtquelle erwies sich die elektrische Glühlampe, wenn sie weniger als normal beansprucht und mittels des elektrischen Kompensationsverfahrens auf genau konstanter Stromstärke erhalten wird.

Unter den Vorrichtungen zur meßbaren Lichtschwächung wurde dem sog. Rotierenden Sektor besondere Aufmerksamkeit geschenkt, weil er erhebliche Vorzüge in sich vereinigt: die der hindurchgelassenen Lichtmenge proportionale Teilung, welche eine einfache Rechnung oder den Fortfall jeder Rechnung zuläßt, die Unabhängigkeit von der Farbe, die Möglichkeit, ihn an beliebiger Stelle ohne Veränderung des optischen Strahlenganges einzuschalten. Zunächst wurde die Gültigkeit des physiologischen Gesetzes (Talbotsches Gesetz), auf dem seine Anwendung beruht, für die größte erreichbare photometrische Genauigkeit erwiesen.

Sodann wurden verschiedene Ausführungsformen ausgearbeitet, durch die während der Rotation die Einstellung und Ablesung ermöglicht wird.

Mit diesen Ausrüstungen schritt man nun zu der eigentlichen Aufgabe, der Untersuchung der verschiedenen Lichtmaße. In Deutschland benutzte man damals als Lichteinheiten im Gasfach zwei verschiedene Kerzenarten, in der Elektrotechnik die v. Hefner-Alteneck angegebene Amylacetalampe, jetzt Hefnerlampe genannt. Als internationale Lichteinheit war die Viollesche Einheit angenommen worden, die auf der Lichtstrahlung des erstarrenden Platins beruht, die aber wegen der Schwierigkeit ihrer Herstellung keine praktische Verwendung fand. Eine Vereinfachung dieser stellte die Siemenssche Platineinheit dar, die die Lichtstrahlung eines schmelzenden Platinbandes benutzte und ein Zehntel der Violleschen Einheit ergeben sollte. Unter den im Ausland benutzten Einheitslampen ist die alte Carcellampe, die in Frankreich noch jetzt im Gebrauch ist, und die in England damals neu eingeführte Pentandampflampe in verschiedenen Ausführungsformen zu nennen. Mit allen diesen Lichtmaßen hat sich die Reichsanstalt im Laufe der Jahre mehr oder weniger beschäftigt.

Die ersten Bemühungen waren darauf gerichtet, in Deutschland ein allgemein anerkanntes Lichtmaß einzuführen, welches den Bedürfnissen der Technik genügen könnte. Es zeigte sich, daß die Hefnerlampe nach unwesentlichen Abänderungen, an denen v. Hefner-Alteneck selbst mitwirkte, diese Ansprüche am besten erfüllte. In umfangreichen Untersuchungen wurde die Abhängigkeit der Lichtstärke von der Flammenhöhe, den Dimensionen der einzelnen Teile der Lampe, den Verunreinigungen des Brennstoffes und — was sehr großen Zeitaufwand erforderte — von der Beschaffenheit der umgebenden Luft (Feuchtigkeit, Kohlensäuregehalt, Luftdruck) untersucht. Die Reichsanstalt übernahm auf Antrag des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, mit dem sie während dieser ganzen Untersuchungen in Verbindung blieb, die Beglaubigung der Hefnerlampe. Dadurch, daß der genannte Verein und der Verband Deutscher Elektrotechniker die Hefnerlampe als alleiniges Lichtmaß annahmen, daß ferner die Reichsanstalt bei amtlichen photometrischen Prüfungen Lichtstärken nur in Hefnerkerzen, d. h. in Lichtstärken der Hefnerlampe in horizontaler Richtung, angab, war diese Lampe in Deutschland als allgemeines Lichtmaß eingeführt. Sie wurde sogar in Genf im Jahre 1896 als internationales praktisches Lichtmaß angenommen; jedoch hatte dieser Beschluß keine weiteren Folgen.

Eine weitere Aufgabe bestand nun darin, das Lichtstärkenverhältnis der Hefnerkerze zu den übrigen Lichteinheiten festzulegen, und zwar zunächst zu den in Deutschland gebräuchlichen Ker-

zen, damit diese aus den Kontrakten verschwinden könnten. Auch das Wertverhältnis der Hefnerkerze zu den gebräuchlichsten ausländischen Lichtmaßen, der Carcellampe und der Zehn-Kerzen-Pentanlampe, stellte die Reichsanstalt fest. Diese Versuche wurden in Verbindung mit dem National Physical Laboratory in England und dem Laboratoire Central in Frankreich ausgeführt. Mehrfache Bemühungen, die Hefnerkerze an die Viollesche Einheit anzuschließen, wobei das Platin teilweise im Gebläse, teilweise elektrisch geschmolzen wurde, führten zu keinem befriedigenden Ergebnis, ebensowenig lange Versuchsreihen mit der Siemensschen Platineinheit.

Bei aller Anerkennung der Vorzüge der Hefnerlampe für praktische Zwecke verkennt die Reichsanstalt deren Mängel nicht und war darum dauernd bemüht, ein Lichtmaß herzustellen, das auch weitergehenden Anforderungen, besonders wissenschaftlichen genügen könnte. So wurde erfolgreich versucht, eine konstante Lichtstrahlung von glühendem Platin mit Hilfe des Bolometers zu erzielen, und zurzeit im Gange befindliche Versuche berechtigen zu der Hoffnung, daß man in kurzem durch eine Ausführungsform des „schwarzen Körpers“ zu einer alle Ansprüche in bezug auf Genauigkeit und Zuverlässigkeit befriedigenden Lichteinheit gelangen wird.

Durch die Arbeiten der Reichsanstalt über die Hefnerlampe war Deutschland das erste Land, welches eine allgemein anerkannte, genau untersuchte Lichteinheit besaß und dessen photometrische Messungen damit auf eine sichere Grundlage gestellt waren. Erleichtert wurde die Einführung der Hefnerlampe dadurch, daß sich namentlich in der Elektrotechnik mehr und mehr die Gewohnheit einführte, an Stelle der Hefnerlampe selbst elektrische Glühlampen, die von der Reichsanstalt in Hefnerkerzen ausgewertet sind, als Normallampen bei photometrischen Messungen zu benutzen. Die Prüfung solcher elektrischen Normallampen ist ein noch umfangreicheres Arbeitsgebiet des photometrischen Laboratoriums als die Beglaubigung von Hefnerlampen.

Der gewaltige Aufschwung, den das Beleuchtungswesen gerade in den letzten 25 Jahren genommen hat, brachte es mit sich, daß auch in bezug auf Beleuchtungsmittel die Prüftätigkeit der Reichsanstalt sich dauernd ausdehnte. Um hier den Ansprüchen der Technik genügen zu können, mußten die Einrichtungen wiederholt erweitert, Methoden ausgebaut und Meßapparate konstruiert werden. In letzterer Beziehung sei ein Universalphotometer mit einer der zu messenden Lichtstärke proportionalen Teilung und ein Apparat zur Bestimmung der räumlichen Lichtverteilung bei feststehender Lampe erwähnt.

Eine andere Gruppe von Untersuchungen, bei denen die Reichsanstalt wie bei den photometrischen dauernd mit der Praxis in Fühlung gewesen ist, sind die saccharimetrischen. Für die Bewertung des Zuckers verwendet man seine Drehung der Polarisationssebene und benutzt dabei in Deutschland wie in vielen anderen Ländern Saccharimeter

mit Ventzkoscher Teilung. Der Hundertpunkt dieser Teilung ist definiert durch die Drehung einer Normalzuckerlösung (26 g in 100 ccm Wasser von 20°) in einem 20-cm-Rohr. Zur Kontrolle der Angaben dieser Apparate dienen wegen der Schwierigkeit, die Normallösungen herzustellen, senkrecht zur Achse geschliffene Quarzplatten.

Um die Grundlagen für Prüfungen auf diesem Gebiete zu gewinnen, mußte sich die Reichsanstalt zunächst mit einer genauen Untersuchung der Drehung des reinen Zuckers bei der Konzentration der Normallösung beschäftigen und zwar, da die Messungen in der Praxis gewöhnlich nicht bei der Normaltemperatur ausgeführt werden können, für einen größeren Temperaturbereich um 20° herum. Die Genauigkeit, die hierbei angestrebt werden mußte, war sehr hoch, denn bei den großen Summen, die häufig beim Zuckerhandel in Frage kommen, muß die Empfindlichkeit der Methoden auf äußerste ausgenutzt werden. Z. B. würde ein Fehler von nur 0,1% den Verkaufswert der jährlichen Zuckerproduktion Deutschlands ungefähr um eine halbe Million Mark verändern.

Das erste Ergebnis war, daß die spezifische Drehung des Zuckers nicht, wie bis dahin in der Technik angenommen wurde, von der Temperatur unabhängig ist, sondern einen für praktische Zwecke nicht zu vernachlässigenden Temperaturkoeffizienten besitzt. Ferner wurde der absolute Wert der spezifischen Drehung des Zuckers bestimmt; jedoch ist diese Zahl bisher nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit von 0,01% ermittelt worden, weil es noch nicht gelungen ist, Zucker von der dafür nötigen Reinheit zu erhalten oder herzustellen.

Neben dem Zucker spielt der Quarz in der Saccharimetrie eine große Rolle, nicht allein wegen der schon erwähnten Kontrollquarzplatten, sondern auch wegen der Quarzkeilkompensation, die sich in jedem Saccharimeter befindet. Deshalb war der Quarz und seine Drehung ein weiterer wichtiger Untersuchungsgegenstand. Es wurde die Drehung des Quarzes und ihre Abhängigkeit von der Temperatur sorgfältig bestimmt. Ferner wurden Methoden und Apparate ausgearbeitet oder vervollkommen, um die optische Reinheit des Quarzes und die Lage seiner optischen Achse, sowie bei Kontrollplatten die Planheit und Parallelität der Grenzflächen mit ausreichender Genauigkeit zu prüfen.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden mit monochromatischem Licht ausgeführt. Da aber die Technik nicht mit solchem, sondern mit gemischtem Licht arbeitet, wurden ferner Versuche über die Abweichungen angestellt, die durch die Verwendung gemischten Lichtes wegen der verschiedenen Rotationsdispersion des Quarzes und des Zuckers entstehen.

Der Nutzen, den die Technik von diesen Arbeiten hat, beruht weniger auf der Prüfung von Saccharimetern, da die Zuckerchemiker deren Teilung mit Hilfe von Quarzplatten dauernd selbst prüfen, sondern in der Prüfung solcher Quarzplatten. Die älteren Platten, die vor den Arbeiten der Reichsanstalt

in Gebrauch waren, hatten vielfach große Mängel. Sie ließen häufig in bezug auf Planparallelismus und die richtige Lage der optischen Achse viel zu wünschen übrig. Ferner waren sie oft optisch unrein; denn der Quarz, der ein so einwandfreies Material zu sein scheint, zeigt bei gründlicher Untersuchung sehr oft erhebliche Fehler. Es ist durchaus nicht leicht, kleine optisch vollkommen homogene Platten zu erhalten; größere tadellose Stücke zu bekommen ist fast unmöglich. Außerdem waren die Quarzplatten gewöhnlich in ihren Fassungen festgekitet, wodurch Fehler verursachende Spannungen entstanden. Die der Reichsanstalt eingesandten Quarzplatten müssen von allen diesen Mängeln frei sein, wenn über sie ein Prüfungsschein ausgestellt werden soll. Sie lassen sich dann mit Hilfe des in dem letzteren mitgeteilten Drehungswertes mit großer Zuverlässigkeit zur Kontrolle der Saccharimeter verwenden. So bildet denn auch die Prüfung von Quarzplatten auf ihre Güte und ihren Drehungswert einen dauernden Arbeitsgegenstand des optischen Laboratoriums.

Auch für die Tätigkeit der „Internationalen Kommission für einheitliche Methoden der Zuckeruntersuchung“ waren die Arbeiten der Reichsanstalt von Wichtigkeit, so z. B. bei dem Übergang zu der vorher angegebenen Definition der Normal-Zuckerlösung von der ursprünglichen, die auf einer anderen Normaltemperatur und den sog. Mohrschen Kubikzentimetern beruhte. Ferner wurde eine größere Anzahl von Quarzplattensätzen für die Mitglieder der Internationalen Kommission in der Reichsanstalt untersucht.

Noch auf einem anderen Gebiete wurde die Hilfe der Reichsanstalt von der Zuckertechnik beansprucht. In ihr hat sich seit einigen Jahren zur Bestimmung des Prozentgehaltes an festen Stoffen oder an Trockensubstanz bei den im Verlaufe der Zuckerherstellung zu untersuchenden unreinen Zuckerlösungen das Abbesche Refraktometer eingeführt, mit dem man schnell und mit geringer Substanzmenge den Brechungsexponenten bestimmt. Man nimmt dabei an, daß die festen, den Zucker verunreinigenden Stoffe der Lösungen den Brechungsexponenten annähernd ebenso verändern wie der Zucker. Um beim Gebrauch nicht Tabellen benutzen zu müssen, sollten diese Apparate mit einer für 20° gültigen Wasserprozentkala versehen werden, die streng für den Fall gilt, daß die Lösung nur reinen Zucker enthält. Die Reichsanstalt übernahm nun die Aufgabe, das Brechungsvermögen reiner Zuckerlösungen für Konzentrationen bis zu 66 % und für einen Temperaturbereich von 10° bis 36° mit einer Genauigkeit von 2 Einheiten der fünften Dezimale zu bestimmen. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung werden die Wasserprozentskalen bereits angebracht. Wird bei anderen Temperaturen als 20° gearbeitet, so müssen an den Angaben des Refraktometers Korrekturen angebracht werden, die durch die Versuche der Reichsanstalt festgelegt sind.

Es gelang ferner, das Refraktometer für die Zwecke der Zuckertechnik wesentlich zu vereinfachen und zu verbilligen, indem in der Reichsan-

stalt ein Zuckerrefraktometer konstruiert wurde, bei dem die beiden sich entgegengesetzt drehenden Kompensatorprismen, die zur Achromatisierung der Einstellungslinie dienen, durch ein festes ersetzt werden, so daß die Kompensationseinstellungen fortfallen. Diese Vereinfachung bringt noch weitere Vorteile in bezug auf die Widerstandsfähigkeit des verwendeten Glases und die Skalenlänge mit sich.

Auch über das Brechungsvermögen anderer Substanzen wurden Untersuchungen ausgeführt. So wurde bei Gelegenheit der an anderer Stelle erwähnten Versuche mit dem Abbe-Fizeauschen Dilatometer die Lichtbrechung von verschiedenen Gasen (Luft, Wasserstoff, Stickstoff, Helium) bei Zimmertemperatur und bei sehr tiefen Temperaturen bestimmt. Ferner wurden über das Lichtbrechungsvermögen der für Strahlungsmessungen so wichtigen Stoffe Quarz und Flußspat genaue Messungen ausgeführt.

Die erwähnte Prüfung der Saccharimeterquarzplatten auf Ebenheit und Parallelität der Flächen geschieht durch die Beobachtung der Fizeauschen Interferenzstreifen mit einer hierfür und für viele andere Prüfungen völlig ausreichenden Genauigkeit von etwa 0,2 μ . Bei der sehr großen Fertigkeit der Technik in der Herstellung planer Flächen aber und bei den hohen Anforderungen in bezug auf Planheit, die für andere Zwecke, z. B. für die später zu besprechende Interferenzspektroskopie, gestellt werden, genügt diese Genauigkeit bisweilen nicht. Es wurde deshalb eine wesentlich genauere Methode ausgearbeitet, bei der man die Dickenunterschiede einer möglichst parallelen Luftschicht, die von der zu untersuchenden Fläche und einer Vergleichsfläche begrenzt wird, mit Hilfe der von dieser Luftschicht gebildeten Haidingerschen Interferenzringe bestimmt. Es werden dann die Radienänderungen gemessen, die ein solcher Ring infolge veränderter Schichtdicke erfährt, wenn man das Fernrohr, in dem er entsteht, längs einer Geraden über die Luftschicht hinführt. Auf diese Weise können Abweichungen von der Ebenheit gemessen werden, die nur ein milliontel Millimeter betragen, also von der Größenordnung eines Gasmoleküls sind.

Mit diesem Apparat wird zurzeit die technisch wichtige Frage nach der zeitlichen Veränderung von planen Glasflächen studiert. Als Ergebnis, welches zugleich zeigt, wie genau solche Planflächen heute hergestellt werden können, sei folgendes erwähnt. Für die letztgenannten Versuche sind von der Firma *Carl Zeiß* in Jena drei Glasplatten und eine Quarzplatte geliefert worden. Die Abweichung von der Ebenheit der Flächen ist derart, daß diese annähert Teile von Kugelflächen mit sehr großem Radius bilden. Die Radien nun betragen bei der am wenigsten ebenen Fläche etwa 10, bei der besten etwa 510 km.

Sowohl für die Technik wie für die Wissenschaft wichtige Ergebnisse lieferte eine Reihe von metalloptischen Untersuchungen. Zunächst wurde das Reflexionsvermögen bestimmt, indem die Menge des nahezu (bis auf etwa $\frac{1}{40}$) senkrecht zur Fläche reflektierten Lichtes für Licht verschiedener Wellenlänge gemessen wurde, und zwar nicht allein für

das sichtbare Gebiet des Spektrums, sondern auch für ultraviolette (bis zu Wellenlängen von $0,25 \mu$) und für ultrarote Strahlen (bis zu Wellenlängen von $1,5 \mu$). Im sichtbaren Gebiet wurde spektralphotometrisch gearbeitet, im unsichtbaren mit einer Rubensschen Thermosäule. Außer den reinen Metallen wurden die technisch wichtigen Spiegellegierungen und für das sichtbare Gebiet auch mit Silber und Quecksilberamalgame belegte Glasspiegel untersucht. Interessant ist z. B., daß Silber, welches im Sichtbaren bekanntlich besser als alle anderen Metalle reflektiert (90 bis 95 %), in einem ultravioletten Bezirk (zwischen $0,25$ und $0,3 \mu$) viel weniger als alle anderen Metalle zurückwirft, nämlich nur etwa 4 %, d. h. sogar weniger als eine Quarzfläche.

Eine weitere Untersuchung galt der Absorption des Lichtes in dünnen Metallschichten. Sie wurde durch das ganze Spektrum hindurch mit der Thermosäule ausgeführt. Die Metallschichten wurden meist durch Kathodenzerstäubung hergestellt und ihre Dicke durch Wägung bestimmt. Das Platin zeigte eine auffallend gleichmäßige Absorption durch das ganze Spektrum, während Silber entsprechend dem vorher über sein Reflexionsvermögen Gesagten im Ultravioletten einen schmalen Bezirk außerordentlich großer Durchlässigkeit besitzt.

Um einer wichtigen, bis dahin nicht experimentell untersuchten Beziehung der Maxwell'schen elektromagnetischen Lichttheorie nachzugehen, wurden an Metallen und Metallegierungen noch für weit längere Wellen, als vorher angegeben, Versuche durchgeführt, die hier, obwohl sie nicht dem eigentlichen Gebiete der Optik angehören, kurz erwähnt werden sollen, weil sie mit den vorher geschilderten in engem Zusammenhang stehen.

Nach der Maxwell'schen Theorie müssen sich für lange Wellen die in den Metallen absorbierten, also nichtreflektierten Strahlungsintensitäten umgekehrt wie die Wurzeln aus dem zugehörigen elektrischen Leitvermögen verhalten. Nachdem Reflexionsmessungen für Strahlen bis zu 14μ diese Beziehung schon nahezu bestätigt hatten, wurde es vorgezogen, zu Emissionsbestimmungen überzugehen, weil sich die relativ geringe Menge des in die Metalle eindringenden Lichtes aus dem Emissionsvermögen (nach der Kirchhoffschen Beziehung zwischen Absorption und Emission) genauer bestimmen läßt als aus dem Reflexionsvermögen.

Diese Messungen wurden mit Hilfe der sog. Reststrahlen von Flußspat (bei $25,5 \mu$) an Metallen und Metallegierungen, namentlich an solchen, deren elektrisches Leitvermögen besonderes Interesse bietet, durchgeführt, und zwar für verschiedene Temperaturen. Denn da das elektrische Leitvermögen häufig eine starke Abhängigkeit von der Temperatur besitzt, so mußte die Emission (für lange Wellen) diese auch zeigen. Es ergab sich eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit der Maxwell'schen Theorie. Außerdem wurden Emissionsmessungen in dem Wellenlängenbereich ausgeführt, in dem die Abhängigkeit von der Temperatur sich zu zeigen beginnt.

Da nach älteren Messungen anderer Beobachter das Reflexionsvermögen im sichtbaren Gebiet kon-

stant ist, während es für hinreichend lange Wellen nach dem Vorigen im allgemeinen von der Temperatur abhängig sein muß, wurden noch nach einer anderen Methode Reflexionsmessungen bei verschiedenen Temperaturen (20° , 200° , 300°) ausgeführt. Es gelang durch Messung des nach sechsmaliger Reflexion an der Metallschicht zurückgeworfenen Lichtes, wodurch die sechste Potenz des Reflexionsvermögens erhalten wird, in dem Wellenlängenbereich 1 bis 5μ beim Nickel eine stetig zunehmende Abhängigkeit des Reflexionsvermögens von der Temperatur nachzuweisen, während sich beim Konstantan, welches ein konstantes elektrisches Leitvermögen besitzt, gleichfalls in Übereinstimmung mit der Theorie eine solche Abhängigkeit nicht zeigte.

Auf eine andere Gruppe von Untersuchungen, die interferenzspektroskopischen, wurde schon bei der Besprechung der Prüfung von Planflächen hingewiesen. Bekanntlich entstehen, wenn Licht auf eine Planparallellfläche fällt, infolge der mehrfachen Reflexion an den Oberflächen der Platte Interferenzkurven und -streifen, wie die schon erwähnten Fizeauschen und Haidingerschen. Diese werden, wie die Theorie lehrt, um so schärfer, je größer die Anteile an wiederholt reflektiertem Licht in der Interferenzerscheinung sind. Solche sehr scharfen Interferenzstreifen eignen sich besonders zur genauen Erforschung der Spektrallinien, wie sie von leuchtenden Gasen und Dämpfen erzeugt werden; sie liefern eine viel größere Dispersion als Prismen und Beugungsgitter. In der Reichsanstalt ist nun ein Apparat zur Erzeugung solcher scharfen Interferenzstreifen konstruiert worden, der eine sehr hohe Leistungsfähigkeit besitzt. Sein Hauptbestandteil ist ein gut planparalleler Glasstreifen, in den das zu untersuchende Licht so gesandt wird, daß es nahe dem Winkel der totalen Reflexion auf die Grenzflächen fällt und also streifend austritt.

Mit diesem Apparat sind zahlreiche Spektrallinien, darunter besonders die Quecksilberlinien, auf ihre Struktur und das Vorhandensein von Nebenlinien (Trabanten) untersucht worden, eine Aufgabe, die z. B. mit Rücksicht auf die Möglichkeit, genaueste Längenmessungen in Lichtwellenlängen auszuführen, von großer Bedeutung ist.

Um den Einfluß von Unvollkommenheiten der Glasplatte auszuschließen, die zu Irrtümern führende Nebenlinien (Geister) erzeugen könnten, wurden zwei derartige Platten gekreuzt. Die so entstehenden Interferenzpunkte bieten den weiteren Vorteil, daß die Dispersion noch erhöht und die Struktur der Linien nicht nur qualitativ, sondern auch meßbar untersucht werden kann. Wellenlängenunterschiede, die so noch gemessen werden konnten, lagen vielfach unter $0,002$ milliontel Millimeter. Auch die Streifen, die von einem planparallelen Interferenzprisma, das eine unendlich lange Planparallelplatte repräsentiert, und von einer schwach keilförmigen Glasplatte erzeugt werden, wurden für diese Arbeiten mit Erfolg herangezogen. Die hohe Auflösungskraft dieser Interferenzspektroskope ermöglichte es auch, in schwachen magnetischen Feldern den Zeemaneffekt (die Spaltung von Spektral-

linien) messend zu verfolgen, was in theoretischer Beziehung von besonderer Bedeutung ist.

Zum Schluß sei noch über eine Reihe von Untersuchungen berichtet, die sich auf die Lichterscheinungen im stark evakuierten Geißlerrohr beziehen. Es wurde eine neue, den Kathodenstrahlen ähnliche Strahlenart entdeckt, die von der Anode unter gewissen Umständen ausgesandt werden. Diese Anodenstrahlen, die besonders von heißen Salz-anoden ausgehen, zeigen elektrische und magnetische Ablenkbarkeit wie die Kathodenstrahlen und den Dopplereffekt (Verschiebung der Spektrallinien im Spektrum). Sie sind als positiv geladene Metallatome der in der Anode enthaltenen Salze aufzufassen, die mit großer Geschwindigkeit (100 bis 1000 km in der Sekunde) von der Anode abgeschleudert werden. Schwierige Messungen, die an ihnen ausgeführt wurden, beziehen sich außer auf die Geschwindigkeit auf das Verhältnis der elektrischen Ladung zur Masse eines leuchtenden Teilchens für verschiedene Metalle. Überlegungen, die sich besonders an die spektroskopischen Untersuchungen knüpfen lassen, machen es wahrscheinlich, daß die Anodenstrahlen wesensgleich sind mit den Protuberanzen der Sonne, daß diese nichts anderes sind als Anodenstrahlen von riesigen Dimensionen.

Im Zusammenhang mit den Untersuchungen über diese Strahlen wurden auch Messungen an Kathodenstrahlen und den sog. Kanalstrahlen ausgeführt.

In dem Vorstehenden sind nur die größeren Gruppen von optischen Arbeiten, die in der Reichsanstalt in den verfloßenen 25 Jahren ausgeführt wurden, kurz geschildert. Von weniger umfangreichen seien, um eine ermüdende Aufzählung zu vermeiden, die spektrophotometrischen und spektrographischen, diejenigen über Metall dampflampen und die Objektivuntersuchungen nach einer Abbeschen Methode zur Feststellung der Abhängigkeit der Brennweite von der Temperatur kurz erwähnt. Objektivuntersuchungen sind in der letzten Zeit in umfangreichem Maße und nach verschiedenen Methoden wieder aufgenommen worden.

Das Element Bor.

Nach den Mitteilungen von E. Weintraub (von der General Electric Company in Schenectady) besprochen von

Prof. Dr. R. J. Meyer, Berlin.

Die Herstellung von reinem elementarem Bor in größeren Mengen ist in den letzten Jahren E. Weintraub von der amerikanischen General Electric Company gelungen. Die Darstellung dieses Elementes in völlig reinem Zustande begegnet aus dem Grunde großen Schwierigkeiten, weil es eine außerordentlich hohe Affinität zu Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und anderen Elementen besitzt, ähnlich wie Silicium, Titan, Zirkonium und Uran. Andererseits ist die Darstellung absolut reinen Bors von größtem wissenschaftlichem und technischem Interesse, weil die eigentümlichen und praktisch wert-

vollen Eigenschaften des Elements durch Verunreinigungen selbst im kleinsten Betrage in empfindlichster Weise modifiziert werden.

Weintraub hatte schon im Jahre 1909 über die Herstellung und die wichtigsten Eigenschaften des Bors berichtet. Im vorigen Jahre hielt er vor dem 8. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie in New York einen Vortrag, der die Erfahrungen der letzten Zeit wiedergibt und ein so interessantes Bild der Eigenschaften des Bors entwirft, daß sich ein näheres Eingehen auf den Inhalt wohl rechtfertigt. Als Quellen für dieses Referat dienen folgende Mitteilungen von Weintraub:

Transact. Americ. Electrochem. Soc. Bd. 10 (1909) p. 165.

Journ. Ind. Engin. Chem. Bd. 2 (1910) p. 477; Bd. 3 (1911) p. 299; Bd. 5 (1913) p. 106 (Wiedergabe des genannten Vortrages).

1. *Technische Darstellung von reinem Bor.* Für die Gewinnung größerer Mengen reinen Bors hat sich die Einwirkung von metallischem Magnesium auf Borsäureanhydrid B_2O_3 bei hoher Temperatur am meisten bewährt. Das Prinzip dieser Methode ist bereits von Moissan im Jahre 1895 zum gleichen Zwecke angewandt worden. Unter gewissen Bedingungen erhält man als Produkt dieser Reaktion ein *Magnesiumborid*, unter anderen Bedingungen im wesentlichen ein noch unreines „*Borsuboxyd*“, dem Weintraub die Formel B_6O gibt. Die Weiterverarbeitung dieses Zwischenproduktes auf das Element selbst geschieht im elektrischen Lichtbogenofen in einer Atmosphäre von Wasserstoff in der Art, daß das Suboxyd in einem Kupfergefäß die eine Elektrode bildet, während die andere aus einem wassergekühlten Kupferstab besteht. Hierbei gibt das Suboxyd seinen Sauerstoff ab, und alle Verunreinigungen destillieren bei der sehr hohen Temperatur aus dem Bor heraus, das schließlich im geschmolzenen Zustande zurückbleibt. Diese Art der Raffinierung ist auf die definitive Reinigung hochschmelzender Metalle wie Titan, Zirkonium und Wolfram in ähnlicher Weise auch in Deutschland schon mehrfach angewandt worden¹⁾. Auf diese Weise erhält man jedoch im Durchschnitt nur ein Produkt, das 97 bis 98 % Bor enthält, weil das Zurückbleiben von Verunreinigungen aus den Elektroden nicht ganz zu vermeiden ist. Es wurde deshalb ein Ofen konstruiert, der die Beimengungen von fremden Stoffen auf das peinlichste ausschließt; er beruht auf der Verwendung einer Quecksilber-elektrode. Das Raffinieren und Niederschmelzen des Bors geschieht hier also im *Quecksilberlichtbogen*, wodurch die Zuführung von Verunreinigungen völlig vermieden wird.

Eine zweite Methode, die ein absolut reines Bor in kleinen Mengen darzustellen gestattet, beruht auf

¹⁾ In dieser Beziehung sind besonders die Arbeiten von Ludwig Weiß und seinen Schülern zu nennen, bei denen die zu raffinierenden Metalle durch hohen Druck mit nachfolgender Sinterung zu Elektroden formiert werden, die dann unter der Einwirkung des Lichtbogens zum Abschmelzen gebracht werden können.

der Zersetzung des Dampfes von reinem Borchlorid, BCl_3 , durch Wasserstoff bei hoher Temperatur, die entweder durch den Lichtbogen oder durch einen elektrisch geheizten Glühkörper erzeugt wird, je nachdem das Bor in Form von kompakten Stücken oder als Pulver erhalten werden soll.

Ein weiteres Problem bildet die *Formgebung* der durch die skizzierten Darstellungsmethoden gewonnenen Klumpen oder Pulver. Da der Schmelzpunkt des reinen Bors bei 2300°C . liegt, so ist ein Umschmelzen oder Sintern in einer dieser hohen Temperatur standhaltenden Form mit Schwierigkeiten verbunden und dies um so mehr, als das Bor, wie bereits erwähnt, eine außergewöhnlich große Neigung besitzt bei hoher Temperatur mit fremden Stoffen in Reaktion zu treten. Eine vorläufige Formgebung, etwa durch Wirkung hohen Druckes mit nachfolgender Sinterung, ein Verfahren, das bei der Herstellung des ziehbaren Wolframs Anwendung findet, ließ sich beim Bor nicht durchführen. Die Lösung der Frage brachte die Verwendung des *Bornitrids* als Formmaterial. Diese Bor-Stickstoff-Verbindung, deren Eigenschaften offenbar noch ungenügend bekannt sind, obwohl sie neben der Bor-Kohlenstoff-Verbindung, dem Borkarbid, bereits in der ersten Entwicklungsphase der Metallfadenlampe eine nicht unwichtige Rolle gespielt hat, ist *selbst bei einer Temperatur von 3000° nicht schmelzbar*; ferner ist sie ein sehr schlechter Leiter für den elektrischen Strom und von außergewöhnlicher Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe. Diese Eigenschaften machen das Nitrid zu einem idealen Ofenauskleidungs- und Formmaterial bei der Sinterung des Bors. Zu diesem Zwecke hat Weintraub einen „Bornitrid-Sinterungs-Ofen“ konstruiert, in dem die stromzuführenden Pole unter starkem Druck an das Borpulver angepreßt werden, um einen guten Kontakt zu sichern. In diesen Öfen können sowohl Bor als auch Borkarbid, Wolfram und andere hochschmelzende Materialien durch Sinterung in beliebige Formen gebracht werden.

2. *Eigenschaften des Bors.* Das reine geschmolzene Bor gleicht in seinen Eigenschaften am meisten dem schwarzen Diamant (Carbonado). Die Oberfläche ist ein tiefes Schwarz und nimmt glänzende Politur an. Der Schmelzpunkt liegt bei 2300° , doch ist die Dampftension schon bei 1200° erheblich, so daß beim Schmelzen im Vakuum eine beträchtliche Verflüchtigung stattfindet. Gleicht so das Bor dem Kohlenstoff bis zu einem gewissen Grade, so nimmt es in bezug auf seine elektrischen Eigenschaften eine entschiedene Sonderstellung ein. In der Kälte ist es ein sehr schlechter Leiter der Elektrizität; *sein spezifischer Widerstand ist 10^{12} mal größer als der des Kupfers*. Hierin zeigt sich noch die Verwandtschaft zum Kohlenstoff, dagegen unterscheidet es sich von ihm sowie von allen anderen bekannten Elementen durch einen ganz *abnorm hohen Temperaturkoeffizienten des Widerstandes*. Dieser ist wie beim Kohlenstoff und bei anderen nicht-metallischen Elementen (Metalloiden) negativ, d. h. er sinkt mit steigender Temperatur, aber der Abfall ist ein so rapider, wie er sonst niemals beobachtet wird. Die folgenden Zahlen geben hiervon ein Bild:

Temperatur:

27 °
100 °
170 °
320 °
520 °
600 °

Widerstand in Ohm:

775 000 Ω
66 000 „
7 700 „
180 „
7 „
4 „

Bei Temperaturen über 1000° wird der Widerstand nur ein Bruchteil eines Ohm. Vergleicht man hiermit die Temperaturkoeffizienten der dem Bor am nächsten stehenden Elemente Kohlenstoff und Silicium, so ergibt sich folgendes:

Bei *amorpher Kohle* fällt der Widerstand zwischen gewöhnlicher Temperatur und Weißglut ungefähr im Verhältnis **2 : 1**,

bei *Silicium* zwischen gewöhnlicher Temperatur und dem Schmelzpunkt (1400°) im Verhältnis **100 : 1**,

bei *Bor* von 0° bis zur Rotglut im Verhältnis **10 000 000 : 1**.

Wir haben es also bei niedriger Temperatur mit einem sehr schlechten, bei hoher mit einem sehr guten Leiter zu tun. Infolge dieses Verhaltens zeigt auch die *Stromspannungskurve* ein eigentümliches Bild: Bei allmählichem Steigen der Spannung wird zunächst sehr wenig Strom aufgenommen, die Kurve verläuft sehr steil, bis das Metall warm genug geworden ist, dann ein plötzlicher Umschlag eintritt und es nun große Strommengen bei niedrigen Spannungen aufnimmt. Dieses Verhalten erinnert lebhaft an das ähnliche Verhalten des Glühkörpers in der Nernstlampe, in dem aber die Stromleitung, wenigstens im Beginn, keine metallische, sondern eine elektrolytische ist.

Aber diese Verhältnisse treffen streng nur für das absolut reine Bor zu, denn der *Einfluß selbst sehr kleiner Mengen fremder Bestandteile* auf die elektrischen Eigenschaften ist ein ungeheurer. So wächst z. B. die Leitfähigkeit bei Gegenwart von 0,1 % Kohlenstoff schon auf das Vielfache. Löst man 7 bis 8 % Kohlenstoff in Bor auf, so verschwinden überhaupt alle für das elektrische Verhalten charakteristischen Merkmale und die Leitfähigkeit nähert sich der des Siliciums und des Kohlenstoffs. Hand in Hand mit dieser Verminderung des Widerstandes durch im Bor gelöste fremde Stoffe geht ein bedeutender Abfall des Wertes des Temperaturkoeffizienten. Für den praktischen Gebrauch des Bors ist dieser Einfluß gelöster Substanzen von großer Bedeutung, weil man es so in der Hand hat den spezifischen Widerstand in weiten Grenzen zu variieren und den Temperaturkoeffizienten von dem abnorm hohen Werte des reinen Bors auf einen beliebig niedrigeren Wert herabzudrücken.

3. *Technische Verwendung des Bors.* In bezug auf die Verwendungsmöglichkeiten des Bors drängt sich zunächst im Hinblick auf das geschilderte elektrische Verhalten seine *Benutzung als elektrisches Thermometer* für sehr genaue Temperaturmessungen auf. Wenn man bedenkt, daß bei niedrigen Temperaturen der Wert der Leitfähigkeit sich für jede 17° Temperatur-

anstieg verdoppelt, so dürfte ein solches „Borthermometer“ zu einem sehr empfindlichen Instrument zur Messung strahlender Energie und als Thermoregulator ausgebildet werden können.

Zunächst aber hat Weintraub versucht die elektrischen und mechanischen Eigenschaften des Bors für technische Anwendungen auszunutzen. Da die Volt-Amperekurve mit wachsender Stromintensität einen starken Spannungsabfall zeigt, so kann das Bor entweder für sich oder in Kombination mit einem gewöhnlichen Widerstand vorteilhaft als Regulierwiderstand für elektrische Apparate und Maschinen dienen, und der Einfluß kleiner im Bor gelöster Mengen anderer Elemente auf den spezifischen Widerstand und den Temperaturkoeffizienten gibt weiterhin ein außerordentlich feines Mittel an die Hand, um einen solchen „Borwiderstand“ allen möglichen speziellen Erfordernissen anzupassen.

Die wertvollste *mechanische Eigenschaft* des reinen Bors besteht in seiner außerordentlichen Härte, verbunden mit seiner amorphen Struktur. Seine Anwendung zur Herstellung von *Lagern* und *Trägern* in Präzisions-Meßapparaten hat sich daher in hohem Maße bewährt. Es ist durch eine spezielle Art der Bearbeitung gelungen, vollkommen homogenes, porenfreies und glänzend polierbares Bor zu erzeugen, das als Ersatz der Edelsteine, beispielsweise in Uhrwerken dient, dem Diamant sowohl in bezug auf Lebensdauer als auch auf Friktionskonstanz gleicht und dem Rubin und Saphir überlegen ist.

Schließlich berichtet Weintraub noch über eine *metallurgische Verwendung des Bors*, nämlich zur *Raffination von Gußkupfer*. Rohes Gußkupfer enthält zahlreiche Löcher und Höhlungen, die durch Abgabe des von dem geschmolzenen Metalle absorbierten Sauerstoffs entstehen. Dieser Mangel verursacht die schlechte Leitfähigkeit des Gußkupfers. Durch Zusatz geringer Mengen desoxydierender Mittel, wie Zink, Magnesium, Phosphor, läßt sich diesem Uebelstande bis zu einem gewissen Grade begegnen, doch haben alle diese Mittel die Eigenschaft mit Kupfer Verbindungen einzugehen und so wiederum die Leitfähigkeit ungünstig zu beeinflussen. Ein Zusatz von Bor, oder einfacher und billiger von Borsuboxyd (siehe oben) „desoxydiert“ dagegen das Kupfer, ohne sich mit ihm zu verbinden und liefert so ein raffiniertes Produkt von ausgezeichneter Leitfähigkeit auf verhältnismäßig wohlfeilem Wege. Nach diesem Verfahren werden in Amerika schon große Quantitäten Kupfer raffiniert, das natürlich für leitende Teile elektrischer Maschinen besonders geeignet ist.

Es liegt in der Natur der modernen Entwicklung der elektrischen Glühlampe begründet, daß man heute beim Bekanntwerden eines neuen metallisch leitenden Materials von hohem Schmelzpunkt in erster Linie an eine Verwendungsmöglichkeit für die Lampenindustrie denkt. Von diesem Gedanken ist ursprünglich auch Weintraub ausgegangen, aber die geschilderten Eigenschaften des Bors, ins-

besondere die bedeutende Dampfspannung, die schon bei 1600° im Vakuum Schwarzfärbung der Glaswandung der Lampen bewirkt, verbunden mit der sehr hohen Leitfähigkeit bei hoher Temperatur, macht jedenfalls das reine Bor für diesen Zweck untauglich. Im Hinblick aber auf die erheblichen Modifikationen, die es in seinen Eigenschaften bei Zusatz fremder Stoffe erleidet, kann eine künftige Anpassung des so wandlungsfähigen Stoffes an die Bedürfnisse der Metallfadenlampen-Industrie nicht für ausgeschlossen gelten. Jedenfalls ist anzunehmen, daß Weintraub mit seinen Mitarbeitern im Laboratorium der *General Electric Company* zu West-Lynn, Mass. weiter bemüht ist die Verwendungsmöglichkeiten des von ihm mit so großem Erfolge studierten Elementes zu erweitern.

Die Synthese der Mineralien und Gesteine.

Von Privatdozent Dr. J. Uhlig, Bonn.

(Schluß.)

Durch die Mitarbeit der zahlreichen Forscher wurde es möglich, die wichtigsten Mineralien, meist auch auf mehreren Wegen, synthetisch darzustellen. Eine gedrängte Übersicht über die wichtigsten der mineral-synthetischen Methoden mag einen Begriff von der hierbei geleisteten Arbeit geben.

Eine erste Gruppe von Synthesen bediente sich der *Vermittlung des gasförmigen Zustandes*. Leicht flüchtige Mineralien können so einfach durch Sublimation meist gut kristallisiert erhalten werden, so z. B. Arsen, Realgar, Auripigment, Zinnober, Bleiglanz, Salmiak, Steinsalz usw. Auch bei Hüttenprozessen entstehen solche sublimierte Mineralien vielfach, u. a. bildet sich bisweilen Bleiglanz in ziemlich großen Würfeln. Sonst können Mineralien, die an sich nicht flüchtig sind, durch Wechselersetzung geeigneter leicht flüchtiger Verbindungen hergestellt werden. Oben wurde bereits die Synthese des Eisenglanzes durch Einwirkung von Wasserdampf auf Dampf von Eisenchlorid bei Rotglut (nach *Gay-Lussac*) erwähnt; der Vorgang vollzieht sich nach folgender Gleichung:



Auf ganz analoge Weise lassen sich Zinnstein (SnO_2), ferner die Titansäuremineralien Rutil und Brookit und andere mit Hilfe von Chlorid- und Fluoriddämpfen, ebenso die sulfidischen Erze durch Wechselwirkung von Metallchloriden mit Schwefelwasserstoff darstellen. Die auf einander reagierenden Gase läßt man in glühenden Glas- oder Porzellanröhren zusammentreffen. Dabei ist Sorge zu tragen, daß sich der Prozeß möglichst langsam vollzieht, da sich sonst amorphe Produkte bilden. Sulfidische Mineralien lassen sich aber auch gewinnen durch Einwirkung von Schwefeldampf oder Schwefelwasserstoff auf feste Metalle und Metalloxyde; ebenso sind oxydische Mineralien durch Reaktionen zwischen Wasserdampf und ge-

eigneten festen Substanzen darstellbar. Besonders interessant sind diejenigen Synthesen, bei denen zur Mineralbildung eine flüchtige Substanz benutzt wird, deren Bestandteile nicht in die chemische Zusammensetzung des entstehenden Minerals eingehen. Solche Substanzen sind Salzsäure, Chloride, besonders Chlorammonium, Fluor- und Borverbindungen. Sie geben Veranlassung zur vorübergehenden Entstehung unbeständiger gasförmiger Verbindungen, welche dann ganz in ähnlicher Weise wie bei den vorher angeführten Synthesen die eigentliche Mineralbildung bewirken. Solche „flüchtige Mineralisatoren“ spielen auch in der Natur bei den sog. pneumatolitischen Prozessen, wie sie sich im Anschluß an die Gasentbindung erstarrender Magmen vollziehen, eine große Rolle. Als Beispiel für diese letztere Art von Synthesen wollen wir hier nur die Darstellung der ersten zu Edelsteinen verschleifbaren Rubine nach *Frémy* erwähnen. Es wurde zu dem Zweck amorphe Tonerde, der zur Erzielung der Rubinfarbe eine Chromverbindung beigemischt war, mit Fluorcalcium oder Fluorbarium und etwas Kaliumkarbonat in porösen Tiegeln bis auf 1500° erhitzt. Hierbei konnte durch eine geeignete Versuchsanordnung andauernd Luft durch den Tiegel streichen. Wahrscheinlich war nun der Vorgang der, daß sich anfangs flüchtiges Fluoraluminium bildete, welches durch den Wassergehalt der durchstreichenden Luft in Aluminiumoxyd, den Rubin, und Flußsäure umgesetzt wurde.

Bei der *Mineralbildung aus Schmelzen* ist zu unterscheiden zwischen den sog. *trockenen Schmelzen*, welche nur aus den Bestandteilen der darzustellenden Mineralien bestehen, und *Schmelzen mit Mineralisatoren*. Als Mineralisatoren haben bei der Synthese Verwendung gefunden: Chloride (NaCl , CaCl_2 , BaCl_2), Alkalifluoride und Fluormagnesium, Borsäure und Borax, Karbonate, Sulfate, Wolframsäure sowie Alkaliwolframate, -molybdate, -vanadate und -phosphate, endlich Wasserdampf, der unter Druck durch die Schmelze hindurchgepreßt wird. Von den Mineralien der natürlichen Eruptivgesteine konnten künstlich aus trockenen Schmelzen besonders die folgenden erhalten werden: Olivin, Augit, rhombische Pyroxene, Wollastonit, verschiedene Plagioklase, Melilith, Nephelin, Leuzit, Melanit, Magnesiaglimmer, Cordierit, Sillimanit, Tridymit, Magnetit, Spinell, Eisenglanz, Korund und einige andere. Es ist dies etwa der Mineralbestand der an der Erdoberfläche erstarrten Ergußgesteine. Nur aus Schmelzen mit geeigneten Mineralisatoren ließen sich gewinnen: Quarz, die Alkalifeldspäte, Hauyn, Nosean, Sodalith, Kali- und Lithionglimmer, Hornblende, Beryll und einige andere. Diese Mineralien sind größtenteils charakteristisch für die unter Druck und der Einwirkung von Mineralisatoren erstarrten Tiefengesteine. Es ist jedoch noch nicht gelungen, letztere selbst synthetisch darzustellen, während dies wohl für die Ergußgesteine gilt, wie bereits weiter oben ausgeführt wurde.

Zu den Mineralbildungen aus schmelzflüssigem Zustande gehört auch das Verfahren zur *Herstellung*

der synthetischen Rubine und Saphire. Allerdings wird hierbei keine umfangreiche Schmelzmasse benutzt, sondern man erzeugt immer nur eine ganz dünne geschmolzene Schicht, die man an die bereits verfestigte Substanz ankristallisieren läßt. Hierbei herrscht eine Temperatur von angeblich 1800 bis 2000°, welche durch ein vertikales Leuchtgas-Sauerstoffgebläse erzeugt wird. Die Stichflamme richtet sich von oben nach unten gegen einen Tonzylinder, auf dem sich der synthetische Stein bildet. Als Rubin und Saphir bezeichnet man bekanntlich die rot bzw. blau gefärbten Varietäten des Minerals Korund, welches chemisch weiter nichts als Tonerde, Al_2O_3 , ist. Die für die Synthese benutzte Ausgangssubstanz ist feingepulverte und sorgfältig hergestellte amorphe Tonerde, welche aus einer Büchse mit Siebboden gleichmäßig in den Gasstrom des Gebläses eingestreut wird. Aus dem Tonerdestaub bilden sich an den heißesten Stellen des Gebläses weißglühende Tröpfchen, die sich bei der Verfestigung kristallographisch orientiert aneinanderfügen. Es entsteht so allmählich ein fester birnförmiger Tropfen, der mit seinem spitzen Teile auf dem Tonzylinder aufgewachsen ist. Während des Wachsens muß der Korundtropfen langsam nach abwärts bewegt werden, damit immer nur die in Bildung begriffene Stelle mit dem heißesten Teil der Gebläseflamme in Berührung kommt. Die Tropfen werden bis fast nußgroß und stellen durch die ganze Masse einen einheitlichen Korundkristall dar. Bisweilen treten sogar ebene Kristallflächen daran auf. War die Ausgangssubstanz chemisch reine Tonerde, so ist der Korundtropfen völlig farblos und wasserklar. Die Rubinfärbung erreicht man durch Zusatz von Chromoxyd, die Saphirfärbung durch Zusatz von Eisen- und Titanoxyd. Die Eigenschaften der synthetischen Steine, spez. Gewicht, Brechungsexponenten, Färbung usw., stimmen vollkommen mit denen des natürlichen Korunds bzw. Saphirs überein. Nur führen die künstlichen Steine bisweilen mikroskopische Gasporen, die den natürlichen fehlen. Sind diese vorhanden, so ist eine Unterscheidung natürlicher und synthetischer Steine unter dem Mikroskop möglich, sonst nicht. Künstlich lassen sich übrigens sehr verschieden gefärbte Korundvarietäten erzeugen, die in der Natur nicht bekannt sind. Das geschilderte Verfahren wurde von dem Franzosen *Verneuil* ausgearbeitet. Seit einer Reihe von Jahren werden die synthetischen Korunde besonders aber auch in Deutschland hergestellt. Nach dem gleichen Verfahren läßt sich auch blauer Spinell synthetisch darstellen, der aber nicht so schön wie der natürliche von Ceylon gefärbt ist.

Mehrfach sind *Metallschmelzen* zu Mineralsynthesen benutzt worden, besonders bei den Versuchen künstlichen *Diamant* darzustellen. Geschmolzenes Eisen vermag bekanntlich beträchtliche Mengen Kohlenstoff zu lösen. Beim Erstarren scheiden sich diese wieder aus, gewöhnlich als Graphit, unter gewissen, noch nicht ganz geklärten Bedingungen aber auch als Diamant. Wahrscheinlich aber bildet sich letzterer erst bei Temperaturen unter 1000°, während

darüber Graphit die stabile Modifikation des Kohlenstoffes ist. *Moissan* konnte mit Hilfe seines elektrischen Schmelzofens kleine Diamanten erhalten, indem er eine kohlenstoffhaltige Eisenschmelze herstellte und diese dann zur raschen Verfestigung in Wasser oder geschmolzenes Blei goß, nach Abkühlung bis auf dunkle Rotglut aber die weitere Erhaltung langsamer an der Luft vor sich gehen ließ. Durch Auflösen des Eisens in Säuren ließen sich winzig kleine Oktaederchen von Diamant isolieren, welche durch ihre hohe Härte, spez. Gewicht sowie durch chemische Analyse identifiziert wurden. Das Verfahren ist jedoch sehr kostspielig.

Eine dritte Gruppe von *Synthesen* sind diejenigen aus wässriger Lösung. Die geringe Zahl der leicht in Wasser löslichen Mineralien läßt sich durch Eindunsten der Lösung gewöhnlich besser kristallisiert erhalten als in der Natur. Mineralien, welche in kohlenensäurehaltigem Wasser löslich sind, wie z. B. die beiden natürlichen Modifikationen des kohlensauren Kalks, Kalkspat und Aragonit, können aus derartigen Lösungen durch langsames Entweichen der Kohlensäure kristallisiert erhalten werden. Aus kalten Lösungen scheidet sich dabei im allgemeinen Kalkspat, aus warmen Aragonit aus. Von großem Einfluß können aber gleichzeitig gelöste Substanzen, die sog. *Lösungsgenossen*, sein, indem sich Aragonit auch aus kalten Lösungen bildet, wenn gleichzeitig Strontium-, Barium- und Bleisalze oder Gips gelöst sind. Schwer lösliche Mineralien können künstlich durch langsame Wechselersetzung geeigneter löslicher Substanzen erhalten werden. Mischt man eine bariumhaltige Lösung mit Schwefelsäure oder der Lösung eines Sulfats, so bildet sich bekanntlich ein amorpher weißer Niederschlag von Bariumsulfat. Läßt man dieselbe Reaktion aber mit Hilfe sehr verdünnter Lösungen sich außerordentlich langsam vollziehen, so bilden sich rhombische Kristallblättchen, welche dem natürlichen Bariumsulfat, dem Schwerspat, entsprechen. Eine genügend langsame Vereinigung kann man durch verschiedene Kunstgriffe erreichen, z. B. dadurch, daß man die verdünnten Lösungen in zwei verschiedene Gefäße bringt und durch einen als Heber wirkenden Faden vereinigt. Nach einer anderen Methode werden zwei mit den verdünnten Lösungen gefüllte Gefäße gemeinsam in ein größeres gesetzt und darin vorsichtig mit Wasser überschichtet. Die Vereinigung findet dann langsam durch Diffusion statt. Schließlich kann man auch so verfahren, daß man eine der zur Reaktion benutzten Substanzen trocken zu unterst in ein hohes Gefäß füllt, darauf Kieselsäuregallerte stampft und hierüber die Lösung der zweiten Substanz schichtet. Durch die Gallerte hindurch findet dann eine sehr langsame Diffusion statt. Die Mineralbildung nimmt dann mehrere Monate in Anspruch. Auf diese Weise hat man außer Schwerspat noch eine ganze Reihe anderer schwer löslicher Mineralien darstellen können, so Cölestin, Bleivitriol, Witherit, Weißbleierz, Kalkspat, Flußspat, Rotkupfererz usw. An dieser Stelle sind noch die Nachbildungen durch Einwirkung von Lösungen auf feste Körper zu erwähnen, wodurch man besonders sehr

schöne künstliche Pseudomorphosen erzeugen kann. Legt man z. B. ein Spaltrhomboeder von Kalkspat in eine Kupferchloridlösung, so scheidet sich Kupferkarbonat als grüner Malachit unter Erhaltung der Rhomboederform darauf ab, es bildet sich eine Pseudomorphose von Malachit nach Kalkspat.

Zahlreiche und z. T. besonders gelungene Mineralsynthesen hat man aus wässrigen Lösungen bei Temperaturen über dem Siedepunkte des Wassers erzielen können, indem man die Erhitzung in geschlossenen Gefäßen vornahm. Die Gefäße müssen hierbei sehr hohe Drucke aushalten. Bei Temperaturen bis 300° lassen sich Glasröhren aus schwer schmelzbarem Glas verwenden, die an beiden Enden zugeschmolzen sind. Für höhere Temperaturen müssen zylindrische Gefäße aus Schmiedeeisen oder Stahl benutzt werden, die gewöhnlich zum Schutz gegen chemische Angriffe durch die Lösung innen mit Platin oder Platin-Iridium ausgekleidet sind. Einigermassen schwierig ist ein genügend dichter Verschuß nach dem Einfüllen der Lösung. Dieser wird gewöhnlich dadurch erreicht, daß über die Öffnung zunächst eine Platte aus weichem, ausgeglühtem Kupfer oder aus Platin gelegt wird, die dann durch eine zweite eiserne Platte mit Hilfe von Schrauben fest angepreßt wird. Derartige Gefäße halten Temperaturen bis etwa 550°, also dunklere Rotglut, aus. Bisher kennt man kein Material, welches wesentlich höhere Temperaturen, bzw. den dabei auftretenden Drucken, Widerstand leisten könnte. Weiter oben wurden bereits die Synthesen von *Sénarmont* erwähnt. Er konnte 29 auf Erzgängen verbreitete Mineralien aus heißen Lösungen unter Druck bei Temperaturen zwischen 100 und 350° herstellen, indem er Lösungen, welche kohlensaure Alkalien, Schwefelalkalien, Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff enthielten, auf amorphe feste Substanzen von geeigneter Zusammensetzung einwirken ließ. Die genannten Stoffe sind die gewöhnlichsten Bestandteile der Thermalwässer, und *Sénarmont* wählte sie, um durch die Synthese eine Stütze für die Theorie der thermalen Entstehung der Erzgänge zu gewinnen. Von *Sénarmont* und anderen nach ihm konnten auf diesem Wege besonders eine große Anzahl sulfidischer Erze synthetisch dargestellt werden, so Realgar, in schönen Kriställchen, ferner Auri-pigment, Antimonglanz, Wismutglanz, Bleiglanz, Zinkblende, Eisenkies, Arsenkies, Kupferkies, Rotgültigerz, Silberglanz, Zinnober usw. Sehr leicht läßt sich Quarz aus gallertartiger Kieselsäure mit Hilfe von Lösungen von Alkalikarbonaten und -silikaten auf diesem Wege kristallisiert erhalten. Neuerdings hat z. B. *G. Spezia* sehr schöne Quarzkristalle von über 1 cm Länge erzielen können, die durchaus den natürlichen auf Spalten und Hohlräumen gebildeten Quarzen ähneln, und die man auch für solche halten könnte, wenn nicht noch die Silberdrähte darin steckten, an denen sie gewachsen sind. Von der großen Zahl der nach der in Rede stehenden Methode künstlich dargestellten Mineralien nennen wir nur einige der wichtigsten, so von Oxyden Rutil, Eisenglanz, Korund, Titaneisen, weiter die Karbonate Kalkspat, Eisenspat, Mangan-

spat, Zinkspat, Magnesit, Dolomit, Witherit, dann Flußspat, Schwerspat, Apatit, Borazit, eine ganze Reihe von Silikaten, besonders Zeolithe, aber auch die Feldspate Orthoklas, Albit und Anorthit, dann Andalusit, Kaliglimmer, Topas (durch Einwirkung einer kieselflußsäurehaltigen Lösung auf Kieselsäure und Tonerde) usw.

Die bisher besprochenen drei Gruppen von mineralsynthetischen Methoden sind bei weitem die wichtigsten. Sonst kommt noch in Betracht die Mineralbildung durch polymorphe Umwandlung (Entstehung von Kalkspat aus Aragonit, von Sillimanit aus Andalusit und Disthen) oder auch durch Kristallinwerden amorpher Phasen (Entglasung von Quarzglas zu Tridymit). In beiden Fällen ist gewöhnlich längeres Erhitzen auf gewisse Temperaturen nötig. Die Bedeutung derartiger Umwandlungen liegt aber mehr auf dem Gebiete der Polymorphie.

Durch die bisherige Entwicklung der Synthese, wie sie im vorangehenden geschildert wurde, war es also gelungen, die wichtigsten Mineralien, von den Eruptivgesteinen auch die Ergußgesteine nachzuahmen und eine große Reihe von Darstellungsmethoden auszuarbeiten. Etwa Mitte der 90 er Jahre des vorigen Jahrhunderts begann nun die Mineralsynthese in eine neue Epoche einzutreten, indem die physikalische Chemie maßgebenden Einfluß auf ihre Arbeitsweise gewann. Ihre vornehmste Aufgabe wurde jetzt die *Feststellung der Bildungs- und Existenzgebiete der Mineralien* bei Verschiebung des chemischen Gleichgewichts durch Änderung der maßgebenden Faktoren, *Konzentration, Temperatur und Druck*. Somit ändert sich auch der Charakter der Publikationen auf diesem Gebiete, indem Zahlenreihen und graphische Darstellungen in ihnen eine immer größer werdende Bedeutung gewinnen. Die so veränderte Mineralsynthese mündet damit in die physikalisch-chemische Richtung ein, die in der Mineralogie heute eine tonangebende Rolle spielt. Noch mehr als früher wurde jetzt das wichtigste Ziel der mineralsynthetischen Arbeiten, die Bildungsbedingungen der Mineralien in der Natur aufzuklären. Die Mineralien liegen uns als fertige Produkte vor, und nur aus der Art ihres Vorkommens, den Begleitmineralien und anderem können wir gewisse Schlüsse auf ihre Entstehung ziehen. Aber auch bei den in der bisherigen Weise erzielten Synthesen war keine tiefere genetische Einsicht möglich. Es handelte sich vielfach um rein qualitative Versuche, oder es waren doch meist nur die Mengenverhältnisse zu Beginn des Versuches und angenähert die Temperatur bekannt. Es lag hier also noch ein weites Feld für quantitative, physikalisch-chemische Untersuchungen vor.

Den Anstoß hierzu gaben die Untersuchungen *van t'Hoffs* und seiner Mitarbeiter über die *Bildung der ozeanischen Salzablagerungen* (1896—1907). Es kann sich hier nicht um eine eingehende Inhaltsangabe dieser sehr bekannten Arbeiten handeln, nur einige bedeutungsvolle Punkte sollen hervorgehoben werden. Die Bildung der Salzlager war nur noch ein spezielles Problem, nachdem die Gesetze der

Auskristallisation aus komplexen Lösungen ermittelt waren. Die durch geologische Tatsachen gegebene Voraussetzung ist hierbei, daß sich unsere heutigen Salzlager durch Eindunsten eines Binnenmeeres von ähnlicher chemischer Zusammensetzung wie das heutige Meerwasser gebildet haben. Immerhin ist das Meerwasser eine sehr kompliziert zusammengesetzte Lösung, neben dem vorwiegenden Chlornatrium waren besonders die Chloride und Sulfate des Kaliums und Magnesiums, ferner Calciumsalze und Borate zu berücksichtigen. Weitere seltenere Bestandteile sind dann erst durch neuere Arbeiten in den Kreis der Untersuchungen gezogen worden. Die Untersuchungen *van t'Hoffs* sind dabei so allgemein gehalten, daß das Meerwasser nur einen Spezialfall aller aus den genannten Stoffen gebildeten Lösungen darstellt. Die Reihenfolge der Ausscheidungen wird nicht einfach durch die Löslichkeit bestimmt, wie man früher annahm, sondern besonders durch die Mengenverhältnisse und die Lösungsgenossen. Von größtem Einfluß ist die Temperatur auf chemische Zusammensetzung und Menge der Ausscheidungen, und aus dem Auftreten eines bestimmten Salzes oder besser aus der Koexistenz mehrerer solcher kann umgekehrt ein Schluß auf die Bildungstemperatur der natürlichen Lagerstätten gezogen werden. So müssen nach den konstatierten Mineralkombinationen unsere Salzlager bei Temperaturen zwischen 25 und 83° entstanden sein. Keine nennenswerte Bedeutung besitzt der Druck, einen unerwartet großen Einfluß dagegen die Zeit, indem in vielen Fällen, besonders bei komplizierter zusammengesetzten Salzen, die Übersättigung vor der Ausscheidung nur äußerst langsam aufgehoben wird. Bei *raschem* Eindunsten der Lösung bilden sich daher manche der zu erwartenden Mineralien überhaupt nicht. So erklärt es sich, daß bei früheren Versuchen nur ein Teil der Salzmineralien künstlich erhalten wurde. Nach Feststellung der in jedem Falle eintretenden Ausscheidungen ermöglichen Lösungsversuche den Einblick in den quantitativen Kristallisationsgang. Die hierbei gewonnenen Resultate werden für bestimmte Temperaturen zur graphischen Darstellung gebracht und lassen die Existenzgebiete der einzelnen Salze sowie den Weg, den die Kristallisation beim Eindunsten nimmt (Kristallisationsbahnen), erkennen. Hat man eine Salzlösung von bekannter Zusammensetzung, so entspricht dieser Zusammensetzung ein bestimmter Punkt der graphischen Darstellung, und man kann mit Hilfe der eingezeichneten Kristallisationsbahnen ohne weiteres qualitativ und quantitativ den Kristallisationsverlauf beim Eindunsten der Lösung bei bestimmter Temperatur angeben.

Die glänzenden Ergebnisse der Untersuchungen *van t'Hoffs* legten es naturgemäß nahe, seine Methode auch auf anderen Gebieten zu verwerten. Besonders ist dies versucht worden für die *hydrothermale Bildung von Silikaten*, wie sie ja bereits in den älteren Synthesen eine Rolle spielte. So hat neuerdings *E. Baur* (1911) auf diese Weise die Mineralbildungen aus wässrigen Silikatlösungen bei 450° verfolgt. Die in Betracht kommenden

Stoffe waren Kali, Natron, Kalk, Tonerde und Kieselsäure; sie wurden in Form verschiedener feingepulverter, amorpher Substanzen mit Wasser in eine Stahlbombe gegeben. Je nach den angewandten Mengen der verschiedenen Stoffe entstanden auch verschiedene Mineralien, so Quarz oder Opal, Orthoklas, Albit, Muskovit, Andalusit, aus den alkali- oder kalkreicheren Mischungen besonders Zeolithe, wie Analzim, Faujasit, Desmin, Gyrolith und Pektolith. Durch Eintragung der Ausgangsstoffe in Dreiecks- bzw. Tetraederprojektionen ließ sich die Abhängigkeit der Mineralbildung von diesen Stoffen graphisch zur Darstellung bringen, speziell konnten auch angenähert die Existenzgrenzen der verschiedenen Mineralien eingezeichnet werden. Zu bemerken ist, daß bei Verwendung alkalireicherer Mischungen keine vollständige Lösung der Ausgangsstoffe stattfand, so daß hier möglicherweise oder sogar wahrscheinlich durch Bodenkörperreaktionen auch instabile Mineralbildungen zustande kamen. Um dies zu vermeiden, haben J. Königsberger und W. Müller (1906) bei einer Versuchsreihe zur Untersuchung über die Bildung der alpinen Kluftmineralien in der dabei verwendeten Heizbombe eine Filtriervorrichtung angebracht. Es war weiter möglich, im geeigneten Zeitpunkt den ganzen elektrischen Ofen mit der Bombe umzukehren. Die entstandene Lösung lief dann durch das Filter nach unten ab, während ungelöstes zurückgehalten wurde. Aus der Lösung wurden sehr hübsch ausgebildete Quarzkriställchen erhalten, unter den Bodenkörperprodukten wurde u. a. auch Natronkalifeldspat gefunden. Auf weitere interessante Einzelheiten dieser Untersuchungen kann hier nicht eingegangen werden. Im übrigen muß man sagen, daß bei Silikatlösungen so komplizierte Verhältnisse vorliegen, daß sie vorläufig physikalisch-chemischen Betrachtungen noch sehr wenig zugänglich sind. Alle Silikate unterliegen in wässriger Lösung sehr stark der Hydrolyse, so daß neben den Ionen der Ausgangsprodukte noch die hydrolytischen Spaltungsprodukte, zum Teil in kolloider Lösung, anwesend sind. Dies führt zu äußerst komplizierten Gleichgewichten, die sich vorläufig gar nicht übersehen lassen.

Die Gesetze verdünnter wässriger Lösungen hat man ohne weiteres auch auf die *Silikatschmelzflüsse* anzuwenden versucht. In ausgedehntestem Maße ist dies zuerst von J. Vogt (1903) in einer Reihe sehr verdienstvoller Abhandlungen geschehen. Bei den Schmelzen existiert allerdings kein eigentliches Lösungsmittel, sondern es findet ein gegenseitiges Gelöstsein aller Bestandteile statt. Auch erfolgt hier nicht die Ausscheidung durch Verdunstung des Lösungsmittels, sondern durch Temperaturerniedrigung. Damit liegen ähnliche Verhältnisse wie bei gefrierenden Lösungen vor. Bei der Abkühlung kristallisieren hier die gelösten Bestandteile mehr und mehr aus, bis zuletzt das Lösungsmittel und der Rest des Gelösten in einem Gemenge von bestimmter Zusammensetzung erstarren, die identisch ist mit derjenigen der Lösung unmittelbar vor dem Gefrieren. Diese „eutektischen Gemische“ spielen in den

Ansichten Vogts eine große Rolle und sollten hauptsächlich den Kristallisationsverlauf erstarrender Schmelzen bestimmen. Aus einer gemengten Schmelze zweier Bestandteile müßte danach zuerst derjenige auskristallisieren, der im Verhältnis zur eutektischen Mischung im Überschuß vorhanden ist. Die Untersuchung erstarrender Schmelzen hat aber durchaus nicht die von Vogt angenommene, große Bedeutung der eutektischen Gemische bestätigt, wenigstens nicht für trockene Schmelzen. Nach C. Dölter beherrscht vielmehr die starke *Viskosität* der Silikatschmelzen den ganzen Kristallisationsverlauf. Die zähen Schmelzen neigen nämlich außerordentlich zur Unterkühlung, wodurch die Eutekterscheinungen gar nicht zur Geltung kommen. Dagegen spielt das *Kristallisationsvermögen*, also die Tendenz eines Minerals, Kristalle zu bilden, eine bedeutsame Rolle. Ist das Kristallisationsvermögen groß, wie beim Magnetit, so bilden sich auch bei rascher Erstarrung Kristallausscheidungen, während bei kleinem Kristallisationsvermögen, wie es z. B. die Alkalifeldspäte besitzen, starke Neigung zur Unterkühlung und zu glasiger Erstarrung vorhanden ist. Infolgedessen können Orthoklas und Albit gewöhnlich aus trockenen Schmelzen überhaupt nicht kristallisiert erhalten werden, und erst nach Zusatz viskositätserniedrigender Substanzen, der „Mineralisatoren“, gelingt dies. In den Silikatschmelzen scheint *elektrische Dissoziation* in ähnlicher Weise vorzukommen wie in wässrigen Lösungen, wie aus ihrer elektrischen Leitfähigkeit hervorgeht. Außerdem spielt in ihnen aber ein Zerfall ihrer Bestandteile in einfachere chemische Moleküle eine Rolle, so daß man bei rascher Abkühlung einfache Oxyde, wie Korund (Al_2O_3), Eisenglanz (Fe_2O_3), Magnetit (Fe_3O_4) usw. entstehen sieht, die man aus Silikatschmelzen zunächst nicht erwarten sollte.

Das Gesagte mag genügen, um zu zeigen, wie komplizierte Verhältnisse bei den Silikatschmelzen vorliegen, und daß wir noch weit davon entfernt sind, einen ähnlichen Einblick in die Mineralbildung aus ihnen zu gewinnen, wie dies bezüglich der Mineralien der Salzlagertstätten durch die Arbeiten von t'Hoffs möglich ist. Hatte man anfangs geglaubt, daß die Erfahrungen in den Gebieten niedriger Temperaturen, auf die sich die bisherigen chemischen und physikalischen Untersuchungen fast ausschließlich beziehen, ohne weiteres auf die Silikatschmelzen übertragbar seien, so hat sich dies als irrig erwiesen. Die Mineralogen konnten sich hier wenig oder nicht auf Vorarbeiten stützen, und sie wurden daher vielfach selbst zu Chemikern und Physikern, um die bestehende Lücke zu füllen. Im großartigen Maßstabe werden gegenwärtig derartige Untersuchungen im Carnegie-Institut für Geophysik in Washington vorgenommen. Aber auch eine ganze Reihe deutscher und österreichischer Forscher arbeiten in dieser Richtung, und gewiß sind hier noch viele wichtige und überraschende Ergebnisse zu erwarten.

Neuere Untersuchungen über das Sehorgan.

Von Dr. V. Franz, Leipzig.

Das verflossene Jahr ist an wichtigen Untersuchungen über das Sehorgan außerordentlich reich gewesen, wie der nachfolgende Bericht, der sich im wesentlichen, doch nicht pedantisch auf die Wirbeltiere beschränken soll, zeigen wird. Spätere Berichte, welche über weitere Fortschritte in der Forschung Auskunft geben sollen, werden auch die Wirbellosen ausgiebiger berücksichtigen.

Um nach guter alter Art mit der *Morphologie* anzufangen, seien zunächst *Studničkas* Untersuchungen¹⁾ über die Augen von *Ammocoetes* erwähnt, in welchen die Entwicklung dieser Organe auf sehr frühen Stadien, nämlich von 8 mm Tierlänge an, genauer als je bisher dargestellt wird. Hier wird u. a. gezeigt, daß die Umbildung der Augenblase zum Augenbecher bei diesem Tier eigentlich keine Einstülpung ist, sondern ein Vorwachsen der Randpartien, die sich eben zu den Becherrändern erheben. Ein besonderer Grund, die *Studničkasche* Arbeit hier zu erwähnen, liegt ferner darin, daß der Autor seine Befunde *phylogenetisch* verwertet, indem er in den *Ammocoetes*augen nicht so sehr degenerierte als vielmehr wirklich primitive Wirbeltieraugen erblicken möchte, Richtungsaugen, welche gewissermaßen noch das phylogenetische Stadium der primären Augenblase mit der vor ihr liegenden, dioptrisch noch unwirksamen Linsenplakode repräsentieren. Noch ein weiteres, sehr beachtenswertes Moment liegt in den *Studničkaschen* Darlegungen zur Phylogenese des Sehorgans: die Einschränkung der Boverischen Ableitung des Wirbeltierauges vom neuralen Sehorgan des Lanzettfisches auf ein richtiges Maß: im Hinblick auf die in letzterer Zeit zahlreicher bekannt gewordenen Ependymsinnesorgane ist nämlich die Lichtempfindlichkeit gewisser Ependymzellen nicht mehr in solchem Maße etwas Besonderes, daß man die Sehzellen des *Amphioxus* als Ahnenstufen der Stäbchen und Zapfen sonstiger Wirbeltiere betrachten müsse, sondern es müssen vielmehr jene als in eigener Art hochspezialisierte Gebilde betrachtet werden (wie wohl überhaupt sehr vieles an dem ganzen *Amphioxus*. Ref.). In jedem Falle sind die *Studničkaschen* Darlegungen zur Phylogenese des Wirbeltierauges viel gediegener als diejenigen *Buxtons*, welcher, indem er die fossilen Ostracodermen, die ältesten uns bekannten Wirbeltiere, für die wirklich ursprünglichsten uns bekannten Wirbeltiere ausgibt, es fertig bringt, den Zustand des invertierten Auges beim Wirbeltier in ähnlicher Weise abzuleiten, wie es bei Spinnen möglich ist²⁾. Von allgemeineren Untersuchungen erwähnen wir

¹⁾ *Studnička, K. F.*, Über die Entwicklung und Bedeutung der Seitenaugen von *Ammocoetes*. *Anatom. Anzeiger*, Band 41, S. 561—578.

²⁾ *Buxton, P. H.*, The Origin of the Vertebrate Eye. *Archiv für vergleichende Ophthalmologie*, Bd. 2, 1912, S. 405—423. Mit 11 Tafeln und 12 Textfig.

noch diejenige von *Franz* über den *Glaskörper*³⁾, in welcher darauf hingewiesen wird, daß man den Glaskörper als stark gewucherte Basalmembran der Retina betrachten könne, als Höhle des Augenbechers demnach den erst innerhalb des Glaskörpers liegenden Raum anzusehen habe, welcher bei persistierender Netzhautspalte im Fischauge als *Glaskörperspalte* deutlich auffindbar ist, weiterhin aber in verschiedenen Tierklassen als *Glaskörpertrichter* oder Glaskörperkanal wiederkehrt.

Von spezielleren morphologischen Befunden erwähnen wir im Anschluß an die Darlegungen von *Heß* in *Wintersteins* Handbuch der vergleichenden Physiologie²⁾ z. B. den Fund, daß bei *Periophthalmus*, dem einzigen ans Land gehenden Fische, der wohlbekannte Linsenmuskel der Fische infolge ungewöhnlicher Anordnung die Linse von der Netzhaut fortzieht (Akkommodation auf die Nähe, wie sonst z. B. bei Reptilien). Im Reptilienauge fand *Heß* einen eigenartigen „Transversalmuskel“ im Ciliarkörper, welcher seiner Lage nach dem schon bekannten Linsenmuskel der Urodelen hochgradig gleicht. Im Vogelaug ist eine interessante Eigentümlichkeit ein Rudiment der fötalen Augenspalte im Ciliarkörpergebiet, und während man bisher dieses morphologische Rudiment auch in physiologischer Hinsicht als funktionslos ansah, nimmt es *Heß* nach seinen Ergebnissen als eine Kommunikation zwischen vorderer und hinterer Augenkammer in Anspruch. Das Auge der als „Teleskopen“ bekannten Goldfischvarietäten wurde von *Hirsch*³⁾ untersucht, welcher im Gegensatz zu *Tornier* die gewebliche Differenzierung aller Teile vollkommen normal fand, nur waren vordere und hintere Augenkammer stark vergrößert, die Linse also im Verhältnis zum Auge viel zu klein. Die Befunde am Auge wie auch am Zentralnervensystem lassen die *Torniersche* Annahme, daß die ganzen Mißbildungen der Goldfischvarietäten ihre letzte Ursache in einer frühzeitigen Vorquellung haben, als berechtigt erscheinen. Über die Morphologie des VogelAuges liegen eine Reihe von Untersuchungen vor. *Wyckgram*⁴⁾, *Ischreyt*⁵⁾ und *Leplat*⁶⁾ erkennen übereinstimmend dem mächtig entwickelten Ligamentum pectinatum der Vögel, die letzteren beiden Autoren auch (wohl irrigerweise) der Zweiheit von Müllerschem und Brückeschem Muskel die wirkliche Existenz gegen *Franz* zu. *Ischreyt* stellt recht interessante Beziehungen zwischen dem Bau des Auges und der

³⁾ *Franz, V.*, Histogenetische Theorie des Glaskörpers. *Archiv für vergleichende Ophthalmologie*, Bd. 3, S. 217—226.

²⁾ *Heß, C.*, Vergleichende Physiologie des Gesichtsinnes. Jena, G. Fischer, 1912.

³⁾ *Hirsch, Jul.*, Über das Gehirn, Rückenmark und Augen der Varietäten des Goldfisches (*Carassius auratus*). *Archiv für Entwicklungsmechanik*, Band 35, S. 56—63.

⁴⁾ *Wyckgram, E.*, Über das Ligamentum pectinatum im Vogelaug. *Archiv für vergleichende Ophthalmologie*, Bd. 3, S. 22—29.

⁵⁾ *Ischreyt, G.*, Zur vergleichenden Morphologie des EntenAuges. Ebenda S. 39—76.

⁶⁾ *Leplat, G.*, Recherches sur le développement et la structure de la membrane vasculaire de l'oeil des oiseaux. *Archive de Biologie*, Tome XXVII, p. 403—524.

Ausbildung des Tauchvermögens bei Entenvögeln und beim Sägetaucher fest. Wir können hier die zunehmend deutlicher werdenden Anpassungen an die Funktion des Tauchens im einzelnen nicht aufzählen, erwähnen aber, daß der Sägetaucher in seiner Nickhaut ein durchsichtiges Fenster hat, daß er also auch bei geschlossener Nickhaut ungehindert sehen kann. Aus einer Untersuchung von Franz¹⁾ über Säugeraugen sei hier einiges hervorgehoben, z. B. daß die Form der Pupille (kreisförmig oder elliptisch) im allgemeinen die Gestalt des Augapfels verstärkt wiedergibt, daß ferner der Unterschied zwischen langen und kurzen Augen wohl richtiger als ein solcher zwischen schmalen und breiten Augen aufgefaßt werden müßte (Extreme etwa: Raubtiere und Huftiere) und daß die Dicke der Sclera oft in keinem rechten Verhältnis zur absoluten Größe des Augapfels steht, weil sie nämlich gerade bei relativ kleinen Augen in der Regel relativ erheblich wird, als ob bei reichlicher vorhandenem Raume in der Augenhöhle sie sich eine mächtigere Entwicklung gestatten könne. Für letzteres finden sich übrigens auch Beispiele aus den Amphibien und Fischen.

Aus der *Physiologie* des Auges erwähnten wir schon einiges in Anlehnung an Heß. Wir unterlassen nicht, hier die Ergebnisse der sehr ertragreichen Heßschen Untersuchungen über die *Akkommodation* der Wirbeltiere und Cephalopoden mit den eigenen Worten des Verfassers anzuführen:

„Die charakteristischen Eigentümlichkeiten des Akkomodationsmechanismus bei den verschiedenen Tierklassen lassen sich kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Bei den meisten Fischen erfolgt negative Akkommodation für die Ferne dadurch, daß die in ihrer Form unveränderte Linse durch Kontraktion des Retractor lentis der Netzhaut genähert wird. Der Augendruck ändert sich dabei nicht. Der Teleosteer, die vorwiegend in Luft sehen (Periophthalmus), zeigen positive Akkommodation für die Nähe durch Entfernen der Linse von der Netzhaut.

Bei den Amphibien erfolgt positive Akkommodation für die Nähe dadurch, daß die in ihrer Form unveränderte Linse durch Kontraktion eines bzw. zweier Muskeln (erstes bei den Urodelen, letzteres bei den Anuren) von der Netzhaut entfernt wird. Auch hierbei wird der Augendruck nicht geändert.

Bei den Sauropsiden erfolgt aktive Naheinstellung dadurch, daß die Linsenvorderfläche in der Umgebung des vorderen Poles stärker gewölbt wird; diese Wölbungsvermehrung kommt im wesentlichen durch Druck der Binnenmuskeln auf die peripheren Teile der Linsenvorderfläche zustande. Der Augendruck nimmt dabei zu, doch ist das Zustandekommen der Akkommodation von dieser Druckänderung im wesentlichen unabhängig.

Bei den Säugern erfolgt aktive Naheinstellung dadurch, daß die Linsenvorderfläche stärker gewölbt wird; die Wölbungsvermehrung erfolgt hier durch akkommodative Entspannung der im Ruhe-

zustande gespannten Zonulafasern; der Augendruck wird dabei nicht geändert.

Bei den Cephalopoden erfolgt aktive Naheinstellung dadurch, daß die in ihrer Form unveränderte Linse durch die akkommodative Zunahme des intraokularen Druckes bei sehr weichen Augenhüllen von der Netzhaut entfernt wird. Das Zustandekommen der akkommodativen Einstellungsänderung ist hier von der Druckerhöhung abhängig.“

Weiterhin erwähnen wir im Anschluß an Heß dessen Ergebnisse über den *Farbensinn* der verschiedenen Tiere:

„Auf Grund meiner Beobachtungen, die sich bisher auf Vertreter aller Wirbeltierklassen und über 20 Arten von Wirbellosen erstrecken, lassen sich sämtliche untersuchten Tierarten hinsichtlich ihres Lichtsinnes in zwei große Gruppen teilen: Die erste umfaßt Amphibien, Reptilien, Vögel, und Säuger, die zweite die Fische und alle bisher von mir untersuchten Wirbellosen. Die der ersten Gruppe angehörenden Tiere verhielten sich bei allen unseren Versuchen so, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten ähnliche oder die gleichen sind, wie jene des normalen Menschen. Die der zweiten angehörenden Tiere, also die Fische und Wirbellosen, verhielten sich so, wie es der Fall sein muß, wenn ihre Sehqualitäten ähnliche oder die gleichen sind, wie jene des total farbenblinden Menschen.“

Hierbei ist jedoch daran zu erinnern, daß die Heßsche neue Lehre von der Farbenblindheit aller Wirbellosen und kaltblütigen Wirbeltiere von Anfang an bis jetzt noch auf lebhaften Widerstand stößt namentlich bei v. Frisch, der auf Grund doch wohl überzeugender Experimente bei Fischen, neuerdings auch bei Insekten (Bienen) das Vermögen, Farben zu erkennen, nachweist¹⁾. — Aus der *Dioptrik* des Sehorgans sei im Anschluß an Heß erwähnt, daß mehrere Befunde über eine ungleichmäßige Zunahme des Brechungsindex nach dem Zentrum der Augenlinse hin den so klaren mathematischen Anschauungen Matthiessens scheinen Abbruch tun zu wollen, doch ist wohl noch nicht klar ersichtlich, ob es sich um unwesentliche oder um wesentliche Modifikationen der Matthiessenschen Darlegungen handelt.

Aus der *Entwicklungsgeschichte* des Auges ist ein besonders erwähnenswerter Befund derjenige von Leplat, daß die Ciliarmuskulatur der Vögel, wie jetzt wohl endlich einmal klar bewiesen wird, im Gegensatz zu aller sonstigen intraokularen Muskulatur (die bekanntlich in höchst merkwürdiger Weise vom Ektoderm der Gehirnanlage abstammt) vom mittleren Keimblatt, dem Mesoderm, bzw. dem Mesenchym gebildet wird. Weniger aufgeklärt als bisher scheint jedoch jetzt die Frage nach der Entstehung der Zonula zinnii nach den Untersuchungen

¹⁾ Franz, V., Studien zur vergleichenden Anatomie der Augen der Säugetiere. Archiv für vergleichende Ophthalmologie, Bd. 2.

¹⁾ v. Frisch, K., Über farbige Anpassung bei Fischen. Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. allgem. Zoologie u. Physiol. d. Tiere, Bd. 32, S. 171—230. — Derselbe, Über Färbung und Farbensinn der Tiere. Sitzber. d. Ges. f. Morphologie und Physiologie in München 1912. — Derselbe, Über den Farbensinn der Bienen und die Blütenfarben. Ebenda, 1913.

von Baldwin¹⁾, welcher deren fast schon allgemein anerkannte ektodermale Herkunft bestreitet und ihre mesodermale Herkunft annimmt.

Interessanteres noch liegt aus dem Gebiete der *Entwicklungsphysiologie* des Auges vor. Hier gedulken wir zunächst der Erfolge Pagenstechers²⁾ in experimenteller Erzeugung von Starbildungen durch Vergiftung mit Naphthalinverfütterung, ferner dürfen wir keineswegs die Zusammenfassung der Spemannschen Transplantationsversuche in zwei Arbeiten³⁾ vergessen. Es zeigt sich jetzt beim Rückblick über die einschlägigen Untersuchungen, daß sich selbst nahverwandte Tierarten in ihren Entwicklungspotenzen verschieden verhalten können. Beim Wasserfrosch bildet sich die Linse aus eigener Kraft aus der Haut, und der transplantierte Augenbecher kann an ungewöhnlichen Hautstellen keine Linsenbildung veranlassen. Anders beim Grasfrosch, wo nur bei vorhandener Augenanlage infolge der von ihr ausgehenden spezifischen Reize die Haut zur Linsenbildung angeregt wird, aber eventuell auch an ungewöhnlichen Stellen (z. B. Bauchhaut), wenn man an solche die Linsenanlage unter die Haut transplantiert. — Transplantationsversuche beim Amphibienauge machte auch Uhlenhut⁴⁾, welcher eine anfänglich zu beobachtende Degeneration des Auges auf Ernährungsstörungen, ein darauf folgendes Wachstum auf die Herstellung der Blutzirkulation zurückführt und auch mit Staunen sah, daß der auswachsende Nervus opticus in ein Rückenmarksganglion eindringen kann, anscheinend als wüßte er den Weg zum Zentralnervensystem zu finden. — Das Interessanteste aber, was je am Auge gefunden worden ist, scheint mir der neuerdings Kammerer⁵⁾ gelangene Nachweis zu sein, daß das gänzlich rudimentäre Auge des blinden Olmes (Proteus) der Adelsberger Grotte zu voller Entwicklung zu einem normalen schönen Amphibienauge angeregt werden kann, wenn man das Tier von der Geburt ab im Tageslicht hält. An diese schöne Entdeckung könnten sich mancherlei Erwägungen über Vererbungstheorien, z. B. Vererbung erworbener Eigenschaften, auch über noch allgemeinere Dinge wie Mechanismus und Vitalismus knüpfen, doch ist dafür heute an dieser Stelle der Raum nicht vorhanden.

¹⁾ Baldwin, W. M., Die Entwicklung der Fasern der Zonula Zinnii im Auge der weißen Maus nach der Geburt. 2 Taf. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 80, II. 2.

²⁾ Pagenstecher, H. E., Experimentelle Studien über die Entstehung von angeborenen Staren und Mißbildungen bei Säugetieren. Archiv für vergleichende Ophthalmologie, Bd. 2, S. 425—493.

³⁾ Spemann, H., Zur Entwicklung des Wirbeltierauges. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für allgemeine Zoologie, Bd. 32, S. 1—98. — Derselbe, Über Entwicklung umgedrehter Hirnteile bei Amphibienembryonen. Zoolog. Jahrbücher Suppl. 14, Bd. 3, S. 1—48.

⁴⁾ Uhlenhut, E., Die Transplantation des Amphibienauges. Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 33, 1912, S. 723—747.

⁵⁾ Kammerer, P., Experimente über Fortpflanzung, Farbe, Augen und Körperreduktion bei Proteus anguinus Laur. Archiv für Entwicklungsmechanik, Bd. 33, S. 349—461.

Die Elektrizitätsträger der atmosphärischen Luft.

Von Dr. K. Kähler, Potsdam.

Die beiden Wolfenbütteler Physiker *Elster* und *Geitel* haben im Jahre 1899 die Fähigkeit der uns umgebenden Luft, elektrische Körper zu entladen, dadurch erklärt, daß sie in ihr kleine positiv und negativ geladene Teilchen annahmen, die sich ähnlich wie in der Elektrolyse im elektrischen Feld bewegen. Diese Vorstellung hat sich als ungemein fruchtbar erwiesen und nicht wenig zu dem großen Aufschwung beigetragen, den die Lufterlektrizität seitdem genommen hat. *Elster* und *Geitel* nannten die kleinen elektrischen Teilchen der Luft „Ionen“. Da aber die Analogie mit der Elektrolyse nicht in allen Punkten zutrifft, tut man besser daran, sie nach dem Vorbilde englischer Physiker als „Elektrizitätsträger“ oder kurz „Träger“ zu bezeichnen; Träger deswegen, weil sie offenbar nicht als reine Elektrizität wie in den Quanten der Kathodenstrahlen in der Atmosphäre sind, sondern an etwas Körperliches gebunden, das die Elektrizitätsladung trägt. Man nimmt im allgemeinen an, daß jeder Träger mit einem konstanten Elementarquantum geladen sei. Vereinzelt hat man allerdings in Laboratoriumsversuchen schon doppelte Ladungen nachgewiesen. Auch ein Wechseln der Ladung, etwa zwischen unelektrischem Zustand und positiver Ladung, ist vielleicht nicht ganz von der Hand zu weisen. Doch soll hier von solchen Ausnahmen abgesehen werden.

Die Größe des Elementarquantums oder die spezifische Ladung ϵ eines jeden Elektrizitätsträgers ist mehrfach durch Laboratoriumsversuche *J. J. Thomsons* bestimmt worden. Die Methode beruht auf der Entdeckung *C. T. R. Wilsons*, daß die elektrischen Teilchen bei starker Übersättigung als Kondensationskerne dienen, wenn kein Staub in der Luft vorhanden ist. Bei diesem Verdichten des Wasserdampfes wird jeder Träger Kern eines Tröpfchens. Die Tröpfchen sind sichtbar; sie können gezählt werden, und die Ladung, die eine Anzahl von ihnen trägt, kann durch Ausschlag eines empfindlichen Elektrometers, am besten durch eines vom *Dolezalek*-Typ, gemessen werden. Als künstliche Ionisierungsquelle benutzte *J. J. Thomson* zuerst Röntgen-, später Radiumstrahlen. Anfangs (1898) fand er so $\epsilon = 6.6 \times 10^{-10}$ Elektrostatische Einheiten, 1901 $\epsilon = 3.4 \times 10^{-10}$, eine Zahl, die den meisten Berechnungen bis 1911 zugrunde gelegt wurde. Eine neuere genauere Messungsreihe von *Millikan* lieferte für ϵ den Wert 4.9×10^{-10} E. S. E.

Wenn ein Elektrizitätsträger in ein künstliches elektrisches Feld gebracht wird, dann wird er die Kraftlinien entlang wandern. Die Geschwindigkeit, mit der das geschieht, ist der Feldstärke proportional. Bei konstanter Potentialdifferenz ist sie aber bei verschiedenen Trägern verschieden; d. h. jedem Träger kommt eine bestimmte Wanderungsgeschwindigkeit v zu. Sie zu messen, ist deshalb sehr wichtig, weil sie Schlüsse gestattet

auf die Masse und damit auf die Zusammensetzung der Träger. Die praktische Einheit für v hat man folgendermaßen definiert: Ein Träger hat die Wanderungsgeschwindigkeit 1, wenn er sich in der Sekunde 1 cm in einem Feld von 1 Volt/cm bewegt. Zur Messung der Wanderungsgeschwindigkeit kann man entweder einen Plattenkondensator (Zeleny 1898) oder einen Zylinderkondensator (Kähler 1903) benutzen. Beim ersteren trifft man am besten die Versuchsanordnung so, daß man die-

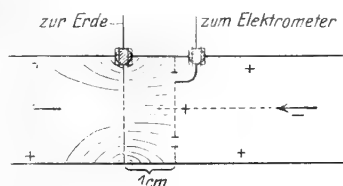


Fig. 1. Plattenkondensator (Netzkondensator).

jenige Feldstärke bestimmt, die gerade nötig ist, um die Träger gegen einen Luftstrom zu treiben, der sich mit bekannter Geschwindigkeit parallel zu den Kraftlinien bewegt. Man erkennt das daran, daß der Ausschlag an einem quer zur Strömung stehenden, mit einem Elektrometer verbundenen Netz Null wird. Als Beispiel hierfür diene die Figur 1. Das Feld wird gebildet durch zwei runde Metallnetze, die sich in 1 cm Abstand voneinander in einem Metallrohr befinden. Weil am Rande die Kraftlinien nicht mehr parallel zur

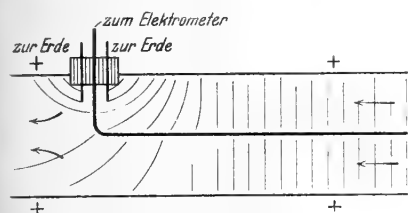


Fig. 2 a. Zylinderkondensator mit Kraftlinienverlauf.

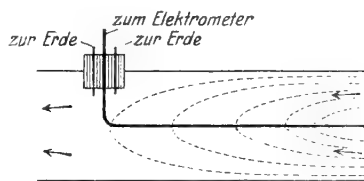


Fig. 2 b. Zylinderkondensator mit Trägerbahnen.

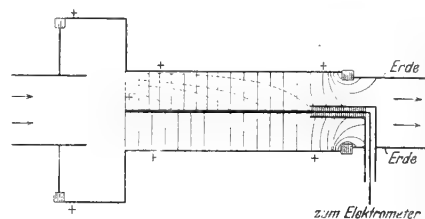


Fig. 3. Zylinderkondensator nach Becker.

Röhrenachse verlaufen, ist aus dem einen Netz das Mittelstück herausgeschnitten worden und allein mit dem Elektrometer verbunden (Prinzip des Thomsonschen Schutzrings). In Figur 1 ist angenommen worden, daß die Metallröhre, das Elektrometernetz nebst Schutzring positiv aufgeladen sind, während das zweite (linke) Netz zur Erde geleitet ist. Man sieht, daß ein negativer Träger, der von rechts in das Feld gerät, gegen den Luftstrom zum Elektrometernetz zurückwandern muß. Bleibt beim Steigern der Strömungsgeschwindigkeit der Ausschlag im Elektrometer aus, dann ist die Wanderungsgeschwindigkeit der negativen Träger gleich dem Luftstrom, dividiert durch die angelegte Spannung.

Im Gegensatz zu den geradlinigen Trägerbahnen im Plattenkondensator sind die im Zylinderkondensator Parabeln, welche für die eine Trägersorte auf der Achse, für die andere an der Röhrenwand endigen. Mit Hilfe

derjenigen Spannung und der dazu gehörigen Aspirationsgeschwindigkeit, bei welcher alle Träger eines Vorzeichens im Kondensator verbleiben, läßt sich auch hier die Wanderungsgeschwindigkeit der Träger berechnen. Einfachstes Beispiel für einen Zylinderkondensator ist Figur 2 a, bei welcher positive Ladung der Außenröhre und Verbindung der Innenachse mit dem Elektrometer angenommen ist. Die Bahn der positiven Träger ist in Figur 2 b punktiert gezeichnet. Es besteht jedoch noch eine große Störung der Kraftlinien an der Stelle, wo die Achse durch die Wand geführt ist. Das wird vermieden bei der Form, die A. Becker (1909) dem Kondensator gab (Figur 3). Beim Eintritt des Luftstroms wird die Wirbelbildung verhindert und ein gleichmäßiger Kraftlinienverlauf erreicht durch eine Erweiterung der Röhre, am Ende des Kondensators dadurch, daß die Achse in einen mit Metall überzogenen Isolator gebettet ist. Das wirksame Stück der Achse ist verdickt gezeichnet, die positiven Trägerbahnen für den Grenzfall sind wieder punktiert.

Bei den vielen Bestimmungen, die nach diesen Methoden im Laboratorium in Luft und anderen Gasen ausgeführt wurden, ist als ein allgemeines Gesetz gefunden worden, daß die Geschwindigkeit der negativen Träger stets größer ist als die der positiven. Die Zahlen für die Wanderungsgeschwindigkeit wechseln je nach der Erzeugung der Träger; doch hat man am häufigsten die Geschwindigkeiten $v = 1$ bis 4 cm/sec für 1 Volt/cm gefunden. So

erhielt Lenard (1900) für die negativen durch das ultraviolette Licht in Luft entstandenen Träger $v = 3$ cm/sec für ein Volt/cm. Auch die zahlreichen mit einem Zylinderkondensator (Zusatzkondensator zum Ebertschen Apparat) in der Atmosphäre ausgeführten Messungen des v liegen meistens bei etwa 1 cm/sec. Die zu dieser Beweglichkeit gehörige Masse ist, wie aus einer von Lenard ausgeführten Rechnung hervorgeht, ungefähr gleich dem eines Luftmoleküls. Wenn Moleküle wie Träger als gleich große Kugeln angenommen werden, so ergibt sich aus einem $v = 1$ bis 2 cm/sec beim Zusammenstoß eines Trägers mit einem neutralen Molekül die Radiensumme zu $0,6 \times 10^{-6}$ mm, d. h. in der Tat etwa gleich dem Doppelten eines Molekülradius. Den genauen Radius erhält man bei einem v von 10 bis 12 cm/sec für 1 Volt/cm. Diese Wanderungsgeschwindigkeit hat nun 1912 Altberg in der Tat gefunden bei den ganz frisch erzeugten negativen

Trägern der Wasserfallelektrizität. Er benutzte diese Geschwindigkeitsmessungen sogar dazu, um den Durchmesser der Luftmoleküle zu berechnen und fand so dieselben Werte, als wenn man sie aus der inneren Reibung oder der Dichte im flüssigen Zustand bestimmt. Die schnellsten positiven Träger hatten ein v von 7 bis 8 cm/sec für 1 Volt/cm. Man kann also nicht bezweifeln, daß die Luftmoleküle die Träger der elektrischen Ladung sind. Die Abnahme der Wanderungsgeschwindigkeit bei den frisch erzeugten Trägern wird man sich so erklären, daß ein neutrales Molekül in den Bereich des elektrischen gelangt und festgehalten wird. Das setzt sich fort, bis bei 1 bis 3 cm/sec ein stabilerer Zustand erreicht zu sein scheint.

Die Entstehungsweise der Träger bei der Wasserfallelektrizität, die ja auch in der Natur stets erzeugt werden, ist nach *Lenard* in dem Zerreiß einer elektrischen Doppelschicht zwischen Wasser und Luft beim Aufprallen zu suchen. Die Hauptmenge der in der Atmosphäre enthaltenen Träger entsteht jedoch durch die radioaktiven Körper der Erde und Luft, sowie in den oberen Luftschichten durch das ultraviolette Sonnenlicht. Hier ist der Vorgang, wie *Lenard* 1903 zuerst bei den Kathodenstrahlen zeigte, folgendermaßen: Durch die Wirkung der Kathodenstrahlen, beim ultravioletten Licht durch die Absorption der Lichtenergie, tritt aus einem Luftmolekül ein negatives Elementarquantum (Elektron) aus, so daß der Rest als positiver Träger zurückbleibt. Das negative Elektron lagert sich ebenfalls bald an ein neutrales Luftmolekül. Daher die molekularen Größen der Wanderungsgeschwindigkeiten. Sind die Geschwindigkeiten wesentlich größer als dem Molekül entspricht, so hat man freie Elektronen, sind sie kleiner, so muß man Molekülkomplexe als Träger annehmen.

Weitere Laboratoriumsuntersuchungen haben in der Tat gezeigt, daß die Träger oft recht groß sein können. So fand schon 1900 *Lenard* für die positiven Träger, die durch das ultraviolette Licht in Luft erzeugt werden, die Wanderungsgeschwindigkeit 0,002 cm/sec für 1 Volt/cm. Bei der durch die Wasserfälle (Kochsalzlösung, in der Natur wirklich beim Meereswasser) elektrisierten Luft erhielt 1903 *Kähler* sogar nur 0,0008 cm/sec für die positiven Träger. *Aselmann* zeigte 1906, wie mannigfach die Geschwindigkeit dieser Träger sein kann, indem er bei den negativen Schwankungen von 4 bis 0,0003 cm/sec, bei den positiven von 0,08 bis 0,0003 cm/sec feststellte. Es war nach diesen Versuchen nicht daran zu zweifeln, daß die schwerbeweglichen Träger auch in der Atmosphäre vorhanden sein mußten. In der Tat sind sie darin 1905 von *Langevin* (am Eiffelturm) nachgewiesen worden. Nach ihm hat man sie vielfach im Gegensatz zu den leicht beweglichen Ionen „*Langevinionen*“ genannt. Der Wanderungsgeschwindigkeit 0,0003 cm/sec entspricht nach der Lenardschen Rechnung ein Molekülkomplex von mehr als dem Hundertfachen des Luftmoleküldurchmessers. Man gelangt so auf die Größenordnung der kleinen Staub- und Wasserdampfteilchen. Die Annahme,

daß vielfach die elektrischen Ladungen daran gelagert sind, ist also berechtigt. Von *Lenard* ist ferner gezeigt worden, daß durch ultraviolettes Licht in verdünnter Luft außer den leicht beweglichen Trägern auch Kondensationskerne erzeugt werden, und zwar durch chemische Vorgänge. Vermeidet man das Zustandekommen dieser Kerne, so bilden sich nur leichtbewegliche Träger, die sich nicht in schwerbewegliche umwandeln, sondern nur durch Diffusion altern. Dadurch scheint also erwiesen, daß die schwerbeweglichen Träger durch Anlagern der leichtbeweglichen an die Kondensationskerne zustandekommen.

Nach *Langevin* sind in der Atmosphäre Übergangsgeschwindigkeiten zwischen den leicht- und schwerbeweglichen Trägern nicht vorhanden. Dem widersprechen aber die Aselmannschen Versuche. Im Jahre 1909 fand *Pollock* in Sydney in der Tat auch Träger mittlerer Beweglichkeit in der Luft mit einem v von etwa 0,01 cm/sec für 1 Volt/cm. Diese

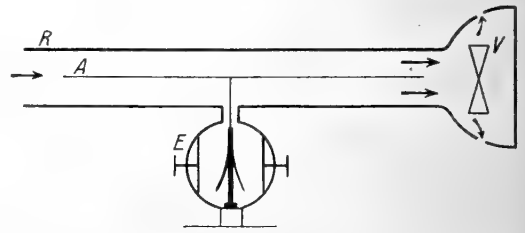


Fig. 4. Skizze des Ebertschen Aspirationsapparats.

interessanten Untersuchungen sind bisher nicht wiederholt worden. *Pollock* glaubt, daß die Träger mittlerer Beweglichkeit eine Zwischenstufe vom leicht- zum schwerbeweglichen darstellen, entstanden durch das allmähliche Anlagern des Wasserdampfs an die leichtbeweglichen. Diese Vorstellung wird gestützt durch Versuche, welche die Abhängigkeit der Wanderungsgeschwindigkeit von der absoluten Feuchtigkeit beweisen. Wenn die elektrisierte Luft über ein Trockenmittel geleitet wurde, dann nahmen die schwerbeweglichen Träger etwa um die Hälfte ab. Bei der absoluten Feuchtigkeit 2,4 gr im m³ war die Beweglichkeit doppelt so groß als bei 15,4 gr im m³. *Pollock* fand ferner, daß die Wanderungsgeschwindigkeit mit wachsender Temperatur zunimmt. Er erklärt dies daraus, daß sich bei steigender Temperatur allmählich Moleküle vom Träger lösen.

Um die Anzahl n der (leichtbeweglichen) Träger zu bestimmen, konstruierte *Ebert* bereits 1901 seinen Aspirationsapparat („Ionenzähler“), der allerdings nicht n , sondern die Größe $E = n \cdot e$, oft „Iondichte“ genannt, mißt. n läßt sich dann aber mit Hilfe der Millikanschen Zahl berechnen. Der Ebertsche Apparat (Figur 4) ist ein Zylinderkondensator, dessen innere Achse A mit einem Elektroskop oder Elektrometer E verbunden und auf etwa 200 Volt geladen wird. An dem einen Ende des Zylinderrohrs R ist ein Ventilator V eingebaut, der durch einen Aspirator getrieben werden kann und eine bekannte Luftmenge durch das Rohr saugt. Aus dem Spannungsabfall des Elektrometers läßt

sich E_+ und E_- und daraus n_+ und n_- , die Anzahl der positiven und negativen Träger, bestimmen. Aus der angewandten kleinen Spannung folgt, daß der Apparat nur die leichtbeweglichen Ladungen zählt. Von den schwerbeweglichen gelangt nur derjenige Teil an die Achse, der in ihrer Nachbarschaft in den Kondensator tritt. Durch diese sich ebenfalls entladenden Träger wird also die Anzahl n zu groß ausfallen. Dieser Fehler wird vor allem dann nicht zu vernachlässigen sein, wenn Träger von mittlerer Beweglichkeit vorhanden sind. Registrierungen mit dem Ebertschen Apparat, die ja an und für sich keine erheblichen Schwierigkeiten bieten, liegen bisher so gut wie nicht vor. Immerhin sind seit 10 Jahren so viel Messungen ausgeführt worden, daß man sich von der Menge der leichtbeweglichen Träger in der Atmosphäre einen ungefähren Begriff machen kann. E_+ und E_- ist in der norddeutschen Tiefebene etwa gleich 0,2 bis 0,4 E(lektr) S(tatische) E(inheiten) im m^3 . n_+ und n_- also gleich 400 bis 800 im cm^3 . Die Anzahl der positiven überwiegt die Anzahl der negativen im Mittel um 10%; auch bei den Einzelmessungen ergibt sich fast stets ein Überschuß der positiven leichtbeweglichen Träger. Auf dem Ozean wird E und n meistens etwas kleiner. Der positive Überschuß erhöht sich aber. Oft sind mehr als doppelt so viel positive als negative in der Luft. Die Erklärung ist wohl in der Elektrisierung durch das Meereswasser zu suchen, die ja vor allem positive Träger schafft. Dazu kommt vielleicht noch eine stärkere Adsorption der stärker beweglichen negativen Träger an Wasserdampf und -tröpfchen. Die höchsten Werte des E findet man auf den Bergspitzen, in den Alpen im Mittel 0,2 bis 0,8; in den bolivischen Anden ergab sich in 5000 m Höhe der Wert 1,1, d. h. n ist dort etwa gleich 2000 im cm^3 . Während also der Staubgehalt mit wachsender Höhe abnimmt, nimmt die Zahl der leichtbeweglichen Elektrizitätsträger zu. Der jährliche und tägliche Gang des n ist ähnlich wie beim gesamten elektrischen Leitvermögen der Luft ($\lambda = \epsilon \cdot n \cdot v$). n ist größer im Sommer als im Winter, in den ersten Stunden nach Mitternacht meistens größer als in den Tagesstunden. Auch die Beziehung zu den meteorologischen Faktoren ist ganz ähnlich wie bei der Leitfähigkeit. Es ist das ein Beweis dafür, daß vor allem die leichtbeweglichen Elektrizitätsträger das Leitvermögen der Luft beeinflussen. Bei Nebel und starkem Dunst ist n am kleinsten. Es besteht eine direkte Beziehung zwischen der relativen Feuchtigkeit und n , vor allem bei hoher Feuchtigkeit tritt die Abnahme von n deutlich hervor. Die stärksten Schwankungen zeigt E und n bei Böen und Gewittern. Dann kann E auch in der Ebene den Wert 1,0 überschreiten. Auf den Berggipfeln sind Staubgehalt der Luft und n einander umgekehrt proportional. Daraus geht also wieder hervor, daß sich die leichtbeweglichen Träger an den Staub lagern. Da der Staubgehalt auf Bergen sein Maximum gegen 2 Uhr mittags, sein Minimum frühmorgens hat, muß sich für den täglichen Gang des n genau das Umgekehrte ergeben. Die Anzahl der schwerbeweglichen Träger ist

viel größer als die der leichtbeweglichen. Trotzdem sind jene wegen ihrer Trägheit viel unwirksamer als diese. *Langevin* fand auf dem Eiffelturm 50mal so viele schwer- als leichtbewegliche. *Pollock* gibt für Sydney die Zahl der leichtbeweglichen nur auf etwa 40 im cm^3 an ($n_+ = 39$, $n_- = 38$), so daß also auch das elektrische Leitvermögen der Luft nur etwa ein Zehntel des sonst gefundenen war. Bei den schwerbeweglichen ergab sich $n_+ = 1900$, $n_- = 2200$ im cm^3 . (Der Staubgehalt ist etwa 5000—15 000 im cm^3 .) Hier überwiegen also im Gegensatz zu den leichtbeweglichen die negativen Träger. Die Anzahl der Ladungen mittlerer Beweglichkeit war etwa 200 bis 1000 im cm^3 . Gerade über diesen Gegenstand ist unsere Kenntnis bisher noch recht unvollkommen, so daß weitere Untersuchungen dringend nötig sind. Auch über die Schwankung der Wanderungsgeschwindigkeiten in atmosphärischer Luft im Laufe des Jahres und Tages wissen wir nur sehr wenig. Anzunehmen ist aber, daß z. B. ein deutlicher täglicher Gang besteht, der wahrscheinlich ein Maximum der Beweglichkeit nachts, ein Minimum am Tage aufweisen wird. Auch die Unterschiede zwischen der positiven und negativen Beweglichkeit dürften oft recht erheblich sein.

Außer den gewöhnlichen positiven und negativen, leicht- und schwerbeweglichen Trägern sind nun aber noch andere in der Atmosphäre, die sich dadurch von ihnen unterscheiden, daß sie in der großen Mehrzahl positiv geladen und radioaktiv sind. Sie erzeugen also um sich herum ständig neue positive und negative Ladungen in der Luft. Ihre Entstehungsweise ist folgende: Die Verbindungen der radioaktiven Körper, vor allem die des Radiums und Thoriums — die des Aktiniums kommen wenig in Betracht —, senden eine gasförmige, unelektrische Substanz, die „Emanation“, aus, die ebenfalls radioaktiv ist. Sie zerfällt weiter in feste radioaktive Körper, die sogenannten „Induktionen“, die Radiumemanation beispielsweise zuerst in RaA, dieses weiter in RaB und RaC. Die Induktionen setzen sich an alle festen Gegenstände, in der Luft auch an Staub und Wasserdampf und bilden so ebenfalls schwerbewegliche Träger. Vor allem gehen sie an negativ geladene Drähte heran. Sie müssen also wenigstens zum großen Teil positiv elektrisch sein. Daraus, daß man hohe negative Potentiale, 2000 bis 10 000 Volt, anwenden muß, um sie abzufangen, geht schon hervor, daß ihre Wanderungsgeschwindigkeit oft gering sein muß. *Gerdien* hat 1905 ihre Beweglichkeit bestimmt. Er benutzte einen großen Zylinderkondensator, durch den er mit wechselnder Geschwindigkeit die zu untersuchende atmosphärische Luft saugte. Die negativ geladene Achse war spiralförmig mit Papier umwunden. Dadurch wird erreicht, daß die radioaktiven Träger sich auf dem Papier niederschlagen, das nach der Exposition zerschnitten und stückweise mit einem empfindlichen Quadrantenelektrometer untersucht wurde. Die Leitfähigkeit, welche die Papierstreifen am Anfange der Achse bei geringem Potential nahe dem Eintritt der Luft verursachen, ergibt die Geschwindigkeit

der leichtbeweglichen Träger; die Aktivität der Papierstreifen am Ende der Röhre bei hohen Potentialen die Geschwindigkeit der schwersten Träger. Auf diese Weise stellte *Gerdien* bei den positiven Radiuminduktionen Wanderungsgeschwindigkeiten von 0,00001 bis zu 25 cm/sec für 1 Volt/cm fest. Am häufigsten waren die Geschwindigkeiten von 0,5 bis 1,8 cm; diese entsprechen also den leichtbeweglichen Trägern. Ein zweites Maximum findet sich bei 0,02 bis 0,2 cm, den gewöhnlichen Trägern mittlerer Beweglichkeit entsprechend. Die negativ geladenen Radiuminduktionen sind über 100mal kleiner an Zahl. Die positiven Thorinduktionen wiesen Wanderungsgeschwindigkeiten von 0,2 bis 15 cm auf. Die radioaktiven Träger sind bedeutend kleiner an Zahl wie die gewöhnlichen. Sie tragen deswegen direkt wenig zum Leitvermögen der Atmosphäre bei, indirekt aber um so mehr durch die ständig von ihnen erzeugten Träger.

Die Messungen der Wanderungsgeschwindigkeit haben gezeigt, wie mannigfaltig die Natur der in der Atmosphäre enthaltenen elektrischen Ladungen ist, und bestätigt, wie verwickelt die elektrischen Vorgänge in der uns umgebenden Luft sind. Es wird noch vieler Untersuchungen bedürfen, bis das Bild, das wir uns jetzt von diesen Vorgängen in groben Umrissen machen, einigermaßen vollkommen sein wird.

Zuschriften an die Herausgeber.

Drudes Optik und Relativitätstheorie.

Abschweifend vom Thema der Einwände gegen die Relativitätstheorie hat Herr *Born* auf S. 191 dieser Zeitschrift die von mir herausgegebene neue Auflage von *Drudes* Optik beanstandet, so daß ich zu meinem Bedauern genötigt bin, hier nochmals einige Worte zu sagen. Schon in der zweiten, von *Drude* selbst noch fertiggestellten Auflage wird kurz über die Relativitätstheorie berichtet, und zwar im Tone des Zweifels an der Richtigkeit dieser Theorie. Auch in persönlichen Unterhaltungen hat mir *Drude* mehrfach Bedenken gegen die Relativitätstheorie geäußert. Ich glaube daher in seinem Sinne gehandelt zu haben, wenn ich die betreffenden Stellen der Optik, wie es geschehen ist, moderner gestaltet habe.

Aus den sachlichen Bemerkungen von Herrn *Born* geht von neuem hervor, daß er die Einsteinsche und die Minkowskische Relativitätstheorie nicht voneinander trennt. Beide Theorien sind jedoch, wie nicht allgemein bekannt zu sein scheint, in ihren *Grundlagen* verschieden. In meinem Aufsatz auf S. 62 handelt es sich garnicht um die Minkowskische Theorie. Daher erübrigt es sich wohl, auf die Ausführungen von Herrn *Born* weiter einzugehen.

Berlin, 15. März 1913.

E. Gehrcke.

Über die chemische Natur einiger kurzlebiger Radioelemente.

Vor kurzem hat *K. Fajans*¹⁾ eine Theorie entwickelt, nach der bei jeder α -Strahlen-Umwandlung das entstehende Element in die zweitniedrigere Gruppe derselben Horizontalreihe des periodischen Systems gehört als seine Muttersubstanz, während nach β -Strahlen-Umwandlungen ein Übergang in die nächste höhere Gruppe stattfindet. Auf Grund

dieser Regeln wurde der chemische Charakter der damals noch nicht nach dieser Richtung untersuchten kurzlebigen Elemente gefolgert, und zwar sollten die A-Glieder der drei radioaktiven Reihen in die sechste (Tellur-) Gruppe gehören, die B-Glieder in die vierte (Blei-), die C_1 und das RaE in die fünfte (Wismut-) und die sich entsprechenden ActD, ThD und RaC₂ in die dritte (Thallium-) Gruppe gehören. Fast gleichzeitig publizierten auch *G. v. Hevesy*²⁾ und *A. Russel*³⁾ ähnliche Betrachtungen; auch sie nehmen Übergänge um zwei Gruppen bei α -Strahlen-Umwandlungen und um eine Gruppe bei β -Strahlen-Umwandlungen an; nach diesen Autoren sollen aber bei beiden Arten von Umwandlungen je nach dem Fall Übergänge sowohl zu höheren wie zu niedrigeren Gruppen möglich sein. Auf Grund dieser Annahmen ergaben sich für die chemische Natur der oben genannten kurzlebigen Elemente zum Teil andere Resultate als die erwähnten von *Fajans* erzielten. Die Entscheidung zwischen diesen Auffassungen war von großer Wichtigkeit für die Deutung des periodischen Systems, und wir hofften sie durch Versuche, die gleich nach Erzielung der theoretischen Resultate des einen von uns begonnen wurden, treffen zu können. Die Versuche hatten zum Zweck die Bestimmung der chemischen Natur der oben erwähnten Radioelemente und bestanden in der Prüfung, welche gewöhnlichen Elemente diese Radioelemente bei Fällungsreaktionen am weitgehendsten begleiten. Inzwischen hat *A. Fleck* die Resultate seiner Versuche mitgeteilt³⁾ auf Grund deren die B-Glieder dem Blei und die C_1 -Glieder und das RaE dem Wismut sehr weitgehend gleichen. Diese Resultate stehen in voller Übereinstimmung mit den obigen Schlüssen von *Fajans*, und wir können sie auf Grund unserer Versuche bestätigen. Außer diesen Elementen untersuchten wir noch das ActD und das RaA. Das ActD sollte nach *v. Hevesy* dem Wismut, nach *Russell* dem Blei und nach *Fajans* dem Thallium entsprechen. Unsere Versuche ergaben, daß es (also wohl auch das ThD und RaC₂) weder mit Blei, noch mit Wismut ausfällt und allen Reaktionen des Thallions folgt. Das RaA wurde von *v. Hevesy* und *Russell* in die Quecksilbergruppe, von *Fajans* in die Tellurgruppe eingeordnet. Wir finden, daß es das Quecksilber, Wismut und Tellur bei Fällungsreaktionen begleitet. Würde es aber in die Quecksilber- oder Wismutgruppe gehören, so müßte ihm dieselbe Stelle im periodischen System zukommen, wie diesen Elementen, ähnlich wie dies von *Fajans* für RaD und Blei, oder Radiothorium und Thorium usw. angenommen wurde. Solche Elemente, denen eine gemeinsame Stelle im periodischen System zukommt, gleichen sich aber in ihrem chemischen Verhalten so weitgehend, daß es in den bis jetzt untersuchten Fällen nicht möglich war, sie voneinander zu trennen. Indessen gelingt es leicht, das RaA sowohl von Quecksilber wie von Wismut zu trennen. Wir glauben deshalb annehmen zu dürfen, daß das RaA dem Tellur am nächsten steht, daß also bei den α -Strahlen-Umwandlungen der Emanationen ein Übergang aus der nullten Gruppe in die sechste der nächsthöheren Horizontalreihe stattfindet. Daß das RaA auch von Tellur trennbar ist, steht nicht in Widerspruch mit dieser Annahme, da es mit ihm zwar in dieselbe Gruppe, aber in verschiedene Horizontalreihen, wie aus dem großen Unterschied ihrer Atomgewichte folgt, gehört. Zur endgültigen Entscheidung dieses Punktes sind weitere Versuche im Gange. Es erscheint uns aber schon jetzt für berechtigt, zu schließen, daß die Gruppenänderungen bei radio-

¹⁾ Ebenda, 14, 49, 1913.

²⁾ Chemical News, 107, 49, 1913.

³⁾ Chemical News, 107, 68, 1913.

¹⁾ Physik. Zeitschr. 14, 131, 1913. Ber. d. D. Chem. Ges. 46, 422, 1913.

aktiven Umwandlungen eindeutig durch die Art der Umwandlung gegeben sind.

Karlsruhe i. B., 15. März 1913.

Physikalisch-Chemisches Institut
der Technischen Hochschule.

K. Fajans, P. Beer.

Über die komplexe Natur des UrX .

A. Russell und K. Fajans haben auf Grund der oben erwähnten Regeln gleichzeitig und unabhängig geschlossen, daß das UrX aus zwei sukzessiven Elementen (UrX_1 und UrX_2) bestehen muß. Die Versuche, die wir zur Prüfung dieses Schlusses angestellt haben, führten uns in der Tat zur Auffindung eines neuen Elementes (UrX_2) mit einer Halbwertszeit von ca. 1,1 Min., dem, wie es scheint, die harten β -Strahlen des UrX zukommen. Das UrX_2 scheidet sich aus einer schwach sauren Lösung des UrX auf Blei im Überschuß ab, und man bekommt so einen anfänglichen steilen Abfall der Aktivität. Unter Umständen, die an anderem Ort beschrieben werden, kann man auch das UrX_1 im Überschuß abscheiden, und der anfängliche Anstieg der Aktivität erfolgt mit der gleichen Periode, wie der auf Blei erhaltene Abfall. Es sind Versuche im Gange, um zu entscheiden, ob das neue Element in der Tat der Tantalgruppe gehört, wie es Russell und Fajans geschlossen haben.

Karlsruhe i. B., 15. März 1913.

Physikalisch-Chemisches Institut
der Technischen Hochschule.

K. Fajans, O. Göhring.

Besprechungen.

Matschoß, Conrad, Preußens Bergwirtschaft unter Friedrich dem Großen. Bergwirtschaftliche Mitteilungen. S. 219—272 Nov.-Dez. 1912.

Das Berg- und Hüttenwesen im 18. Jahrhundert läßt sich in seiner Bedeutung für die gesamte Staatswirtschaft auch nicht entfernt vergleichen mit seiner Stellung in unserer heutigen Zeit. Als Brennstoff herrschte das Holz noch fast unumschränkt. Nur hie und da wurde versucht, Steinkohle zu benutzen. Ebenso trat das Eisen als Baustoff gegenüber dem Holz noch vollständig zurück. Seine Verwendung aber zu Waffen und Werkzeugen machte die Fürsorge für die Entwicklung des Eisenhüttenwesens zu einer selbstverständlichen Pflicht jedes weitschauenden Fürsten. Auch Friedrich der Große hat sich zunächst mit Rücksicht auf die Landesverteidigung und aus dem Streben, sich nach jeder Richtung hin für die notwendigen Lebensbedürfnisse von Staat und Volk vom Auslande so weit als möglich freizumachen, mit großer Energie um das *Eisenhüttenwesen* seiner Länder gekümmert. Im Anfang des 18. Jahrhunderts wurden die Provinzen Pommern, Neumark und Kurmark von Schweden aus, Magdeburg und Halberstadt vom Harz aus mit Eisen so reichlich versehen, daß die preußischen Könige bald durch Einfuhrverbote ihre eigene Eisenindustrie zu schützen suchten, die auch durch die Einwanderung gewerbfleißiger Franzosen mancherlei Anregung erfahren hatte. So hatte der Franzose *Aureillon* 1698 die Erlaubnis erhalten, bei Neustadt-Eberswalde eine Eisenspalterei und einen Drahtzug anzulegen. Der Kurfürst unterstützte die Anlagen sehr beträchtlich. Schon 1742 war durch Kabinettsorder vom 24. September befohlen, zwei Hochöfen bei Alten-Schadow anzulegen. Aber mit der Ausfuhrung dauerte es noch lange. Erst 11 Jahre später konnte der erste Ofen angeblasen werden. Sein Hauptaugenmerk richtete Friedrich II. auf Neustadt-Eberswalde, das ein Mittelpunkt der Eisenindustrie werden sollte. Das Messingwerk Eberswalde-Heegermühle — heute

im Besitz von Aron Hirsch Sohn — kann seinen Ursprung bis auf die 1696 erbaute Messinghütte zurückführen. Auch dies Unternehmen ist zu des Königs Zeit durch Einfuhrverbote für Waren und Ausfuhrverbote für Messing und auch anderweitig sehr unterstützt worden. Kaum war Schlesien im Besitz des Königs, so versuchte er auch hier, Bergbau und Hüttenwesen, die sehr zurückgegangen waren, zu entwickeln. Noch unter seiner Regierung wurde der Grund gelegt zu der oberschlesischen Großindustrie, die um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts auf dem Kontinent an großzügiger technischer Entwicklung kaum ihresgleichen hatte. Besonders die Eisenindustrie war in Oberschlesien zurückgeblieben. 1721 wurde der erste Holzkohlen-Hochofen erbaut. Vorher hatte man auf den seit uralten Zeiten gebräuchlichen Luppenfeuern das Eisen hergestellt. Es wurde das heute noch im staatlichen Betriebe befindliche Eisenhüttenwerk Malapane begründet. Sein erster Hauptzweck sollte der sein, Munition für die schlesischen Festungen zu schaffen. Malapane entwickelte sich wirtschaftlich so günstig, daß man aus den Überschüssen 1775 auch in Jedlitze ein neues Werk erbauen konnte.

Eine größere Tätigkeit begann im schlesischen Bergbau erst nach dem Siebenjährigen Krieg. 1768 entschloß sich der König zu einer Neuordnung des gesamten Berg- und Hüttenwesens in seinen Landen. An seine Spitze trat am 7. April 1777 von *Heinitz*, einer der größten Förderer des Berg- und Hüttenwesens und der gesamten Industrie, die Deutschland je besessen hat. Als *Heinitz* seine Tätigkeit begann (1777), wurden in Schlesien 125 679 preuß. Tonnen Erz gefördert. Wichtig wurde die Verlegung der obersten schlesischen Bergbehörde nach Breslau 1779; v. *Reden* übernahm die Leitung des Oberbergamtes, wodurch einer der genialsten Fachmänner auf diesem Gebiete nun seine großzügige Tätigkeit für Schlesiens Industrie antrat. Graf *Reden* wird mit Recht als der Schöpfer der oberschlesischen Montanindustrie bezeichnet. Mit *Heinitz* begann auch die große Periode der Verstaatlichungen. Um 1778 hat der König die meisten wichtigen Werke selbst in Verwaltung genommen. Seit altersher hat auf dem Gebiet des Eisenhüttenwesens und in der Eisenverarbeitung die Grafschaft Mark eine hervorragende Stellung. Auch hier hat *Heinitz* unter dem großen König einen Aufschwung dadurch eingeleitet, daß er für gute Land- und Wasserstraßen, an denen es bis dahin gefehlt hatte, sorgte. Nachdem der König die einzelnen Gewerken im Mansfelder Kupferschieferbezirk 1768 abgefunden hatte, setzte er mit steigendem Erfolg den Betrieb auf seine Rechnung fort. Auch der gesamte Wettiner Steinkohlenbergbau kam so an die Krone Preußens. (1810 wurden die erstgenannten Werke von der damaligen westfälischen Regierung an die Mansfeldischen Gewerkschaften verkauft.) Technisch ist dieser Bergbau deswegen so sehr bedeutungsvoll geworden, weil hier im Burgörner Gebiet für die Wasserhaltung 1785 die erste in Deutschland erbaute Dampfmaschine, eine Wattsche Wasserhaltungsmaschine, in Betrieb genommen wurde.

In Schlesien suchte Friedrich auch den Steinkohlenbergbau zu fördern. Es wurden auch schon Berechnungen über die vorhandenen Kohlen angestellt, woraus die beruhigende Versicherung entnommen wurde, daß die schlesischen Kohlen noch recht lange ausreichen würden.

Besonderes Interesse brachte der König dem Salzwerk Schönebeck entgegen; hat er doch in den siebziger Jahren sogar daran gedacht, Schönebeck mit den Ortschaften Groß-Salze und Frohse zu einer großen Industrie- und Handelsstadt zu entwickeln. Er hoffte, daß er den Magdeburger Handel dahin ziehen könnte, um

Magdeburg in eine unbezwingbare Festung umzuwandeln. Aus allen von *Matschoß* vorgelegten Aktenauszügen geht die persönliche und durch Mißerfolge, ja offenbare Betrugereien unabirrbare Initiative des Königs hervor, der die Bergwerksproduktion seines Landes als gelehriger Schüler *Colberts* selbst dann zu fördern suchte, wenn eine Rentabilität nicht erzielt werden konnte.

R. Luchmann, Breslau.

Jordan, H., Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere.

Band I: Die Ernährung. Jena, G. Fischer, 1913. XXII, 738 S. und 277 Textfig. Preis M. 24,—, geb. M. 26,50.

Im Laufe zweier Jahre ist dies nach *Pütters* vergleichender Physiologie und dem Beginn des Handbuchs der vergleichenden Physiologie von *Winterstein* das dritte große Lehrbuch über dieses Gebiet — jedenfalls ein Beweis, wie groß die Tätigkeit auf diesem relativ neuen Forschungsfelde ist. Trotz dieser Konkurrenz, speziell der von *Biedermanns* ausgezeichneten Bearbeitung der Ernährung in *Wintersteins* Handbuch, stellt das neue Werk eine wertvolle Bereicherung unserer Literatur dar. Besonders geeignet ist es für den angehenden Forscher, der sich gründlich in die Materie einarbeiten will. Die Auswahl des Stoffes zeigt typisch, mit wie unbequemen Vorbildungsverhältnissen die deutschen vergleichenden Physiologen rechnen müssen, dank der recht überlebten Einrichtung, daß die Physiologie eine Disziplin der medizinischen Fakultät ist. So müssen dem Physiologen die anatomisch-zoologischen, dem Zoologen die physiologisch-chemischen Grundtatsachen infolge ihrer prinzipiell mangelhaften Vorbildung in relativ großer Ausführlichkeit geboten werden. Dadurch steigt der Umfang des Werkes weit über das, was bei der Berechtigung, gleichmäßige Vorbildung in beiden Wissenszweigen vorauszusetzen, notwendig wäre. Wann werden wir so weit sein, daß für Zoologie und Tierphysiologie, die doch wirklich nicht weiter getrennt sind, als Botanik und Pflanzenphysiologie, im selben Institut oder wenigstens in der gleichen Fakultät Lern- und Arbeitsgelegenheit geboten wird, wie das z. B. in den biologischen Instituten anderer Länder, speziell Amerikas, seit langem mit bestem Erfolg durchgeführt ist?

Das Jordansche Buch wird mit einer kurzen Übersicht über die Chemie der Nahrungsstoffe eingeleitet, auf die einige allgemeine Bemerkungen über Morphologie und Funktion der einzelnen Darmabschnitte, sowie über die Schicksale der Nahrung bis zur Resorption und Ablagerung der Reservestoffe folgen. (Der eigentliche Chemismus der „Assimilation“, d. h. der Aufbau der Körpersubstanz aus den Bruchstücken der Nahrung, wird in dem Bande nicht behandelt.

Den Hauptteil des Buches nimmt dann eine nach dem zoologischen System geordnete Übersicht über die Ernährungsvorgänge der einzelnen Tiergruppen ein. Jeweils wird abgehandelt: Art der Nahrung, Nahrungsfang und Aufnahme, Verdauung, Resorption (vom Verfasser stets Absorption genannt), Reservestoffe und Verteilung der Resorpta, Abfallstoffe; dazu kommen je nach Bedarf noch spezielle Rubriken bei den einzelnen Gruppen. Mit großer Gewissenhaftigkeit hat der Verfasser in siebenjähriger Arbeit den Stoff zusammengetragen und verarbeitet. Er behandelt die Tatsachen sehr objektiv, gelegentlich rein referierend, und hält mit seiner Kritik stark zurück. Bei einem so unvollständig bearbeiteten und an Kontroversen so reichen Gebiet ist diese Methode m. E. verdienstlicher als eine blendende, aber einseitige Herausarbeitung von Hypothesen. Reichliche Literaturnachweise in Fußnoten erleichtern dem Leser, sich jeweils selbst über Tatsachen und Probleme zu orientieren.

In einem relativ kurzen Schlußkapitel: „Zusammenfassung und Vergleichung“, wird dann eine Anzahl besonders wichtiger Punkte hervorgehoben: 1. Die Verteilung der Haupttypen der Nahrungsaufnahme: Strudler, Schlinger und Sauger. 2. Die Rolle des Vorderdarmes, speziell des Kaumagens, bei der Verarbeitung der Nahrung, wobei die mechanische Reibwirkung neben der Filterwirkung wieder mehr zu Ehren kommt, als es unter dem Einfluß der Plateauschen Resultate in letzter Zeit üblich war. Gerade auf diesem Gebiete ist der Verfasser durch zahlreiche eigene Arbeiten besonders kompetent. 3. Die Fermente: eine tryptische Protease wird als das phylogenetisch älteste aller Fermente angesprochen. 4. Die Sekretion des verdauenden Saftes. Dabei wird eine phylogenetische Entwicklung von rein endozellulärer Sekretion über Verdauung in Syncytien und Vorverdauung im Darm lumen zu rein extrazellulärer Verdauung konstatiert, die aber nicht für alle Fermentarten parallel zu verlaufen braucht (endozelluläre Eiweißverdauung der Pulmonaten). Die Frage der Bildung von Profermenten und Aktivatoren bleibt unerörtert. 5. Darmfunktion und Darmform: Es wird dabei die Rolle der Darmverzweigungen besprochen, die teils zur Verbreitung der Nährlösung im Körper dienen (Coelenteraten), teils als Oberflächenvergrößerung wirken (hierher z. B. die „Mitteldarmdrüsen“ der Arthropoden und Mollusken mit Ausschluß der Cephalopoden). 6. Endlich wird die Verbreitung der Resorpta auf dem Blutwege und die Natur und Verteilung der Reservestoffe erörtert. Hierbei ergibt sich Gelegenheit, die Frage nach einem Homologen resp. Analogon der Leber bei Wirbellosen zu erörtern. Verfasser findet nichts Derartiges, da er die spezifische Leistung der Leber in der Funktion einer „Blutdrüse mit innerer Sekretion“ sowie in einem regulatorischen Einfluß auf die Zusammensetzung des Blutes (Traubenzucker) erblickt. Man wird dem Verfasser darin Recht geben können, obwohl es durchaus möglich ist, daß auch bei Wirbellosen derartige Regulationsmechanismen existieren; einstweilen fehlen experimentelle Untersuchungen darüber noch fast vollständig.

O. Steche, Leipzig.

Bartel, F., Torfkraft. Untersuchungen über den Wert des Torfes als Energiequelle und Vorschläge für seine Nutzung für Großkraftwerke. Berlin, Julius Springer, 1913. VIII, 164 S. Preis brosch. M. 6,—, geb. M. 6,80.

Seit längerer Zeit ist, veranlaßt durch die steigenden Kohlenpreise, mehr und mehr die Aufmerksamkeit auf die in unseren Torfmooren schlummernde Energie gelenkt worden, um hier einen Ersatz für die Steinkohle zu gewinnen.

Eine Steinkohle guter Qualität mit einer Verbrennungswärme von ca. 7000 Cal wird an den Plätzen mit Wasserzufuhr, also z. B. in Berlin, Hamburg, Königberg usw. mit ca. 16 Mark per Tonne angesetzt werden können, während guter lufttrockener Torf mit einer Verbrennungswärme von ca. 3500 Cal einen Gestehungspreis von 5—6 Mark auf dem Torfmoore haben dürfte. Unter diesen Umständen würde ein Ersatz der Steinkohle durch Torf für die industriellen Feuerungen in ziemlich großem Umfange möglich erscheinen, sobald — und das ist heute noch nicht der Fall — die Torfindustrie den Torf in genügender Menge zur Verfügung stellen kann. Die Torfgewinnung ist heute mehr oder weniger Kleinbetrieb und ist beschränkt auf die Zeit von Mai bis August, der gewonnene Torf muß bis Mitte September genügend trocken sein, um transportfähig zu sein und dem Frost widerstehen zu können.

Bei normalen Witterungsverhältnissen wird der lufttrockene Torf 35—40 %, in nassen Sommern wohl 40

bis 50 % Feuchtigkeit haben, während in trockenen Jahren das Material bis auf 20—25 % Feuchtigkeitsgehalt getrocknet werden kann.

Die Lage der Torfmoore bedingt im allgemeinen eine teure Abfuhr, die Transportkosten bis zur Verwendungsstelle verteuern relativ, wenn Wasserfracht ausgeschlossen, das Material zu sehr.

Ein weiterer, seiner Verwendung hinderlicher Umstand ist in dem großen Volumen des Torfes begründet. Ein Volumen Stücktorf ist nur halb so schwer wie das gleiche Volumen Steinkohle; da die Gewichtseinheit Steinkohle die doppelte Wärmeenergie der des Torfes enthält, so kann man in einem bestimmten Magazin an Steinkohlen die vierfache Wärmeenergie aufstapeln, als es in Torf der Fall ist.

Aus allen diesen angedeuteten Gründen mußte die Industrie von der Verwendung des Torfes im allgemeinen absehen. Die Torfindustrie blieb auch ferner in ihrer Entwicklung weit zurück.

In den letzten Jahren hat sich die Situation etwas zugunsten des Torfes verschoben, indem die Versorgung ganzer Länderstriche mit elektrischer Energie, die fortschreitende Elektrisierung der Landwirtschaft und der Eisenbahnbetriebe eine steigende Nachfrage nach billigen Energiequellen zeitigte.

Die Zentralen, bestimmt, dieser Nachfrage zu genügen, werden natürlich, wo angängig, dorthin verlegt, wo das Brennmaterial billig zur Verfügung steht, in erster Linie in die Nähe der Kohlenfelder und Torfmoore. Der Verfasser schlägt nun für die Versorgung eines großen Teiles von Norddeutschland mit elektrischer Energie die Anlage von vier großen Kraftwerken von je 50 000 Kilowatt Leistung vor: je eins unter Benutzung von Braunkohle als Brennmaterial im Lausitzer und Frankfurter Bezirk und je eins für Torf in den Regierungsbezirken Osnabrück und Gumbinnen. Der Verfasser will in seiner Arbeit zeigen, daß unter Umständen für Großkraftwerke die Nutzung des Torfes in seiner Wirtschaftlichkeit der Steinkohle überlegen ist, wenn das Kraftwerk in nächster Nähe des Torfmoores errichtet wird. Weiter will er nachweisen, daß es möglich ist, für den Großbetrieb billigen Torf in genügender Menge herzustellen. Für eine billige Herstellung des Torfes ist die Handarbeit auf ein Minimum zu beschränken, es kommen daher die älteren Torfgewinnungsmethoden nicht in Betracht, sondern nur die neuesten Maschinen und Apparate, mit denen die Torfmasse durch Bagger gehoben, in der Maschine energisch durchgeknetet und zu Soden gepreßt wird, welche letztere automatisch zum Trocknen abgelegt werden.

Neuere Vorschläge, die Torfmasse unter Wasser zu baggern, den Schlamm in eine Zentralanlage zu pumpen oder zu spülen und dort direkt durch Pressen Torf mit 35 % Feuchtigkeit zu gewinnen, d. h. kontinuierlich direkt verwendbaren Torf zu erzeugen, sind, wie der Verfasser bemerkt, nicht durchführbar. Bis heute ist das Problem noch nicht gelöst, den Torfschlamm durch Abpressen allein zu entwässern. Dagegen wäre nach Ansicht des Ref. der erste Teil des erwähnten Vorschlages sehr wohl durchführbar in Verbindung mit einem neueren Verfahren, mit dem von *Ekenberg*.

Alle Verfahren, die Lufttrocknung durch künstliche Trocknung zu ersetzen, müssen nach dem Verfasser fehlschlagen. Referent glaubt im Gegensatz hierzu auf Grund einwandfreier Versuche in größerem Maßstabe behaupten zu dürfen, daß eine künstliche Nachtrocknung von z. B. 60 % Feuchtigkeit bis auf 25 % oder von 50 % bis auf 10 % hinunter unter bestimmten Verhältnissen wohl in Frage kommen kann, wenn nämlich die Trocknung durch Abgase von Explosionsmotoren, die mit Kraftgas aus Torf arbeiten, geschieht.

Von den sonstigen Verfahren zur industriellen Gewinnung von Torf erwähnt der Verfasser den Dampfkessel von *Gehrke*, der die Erwartungen enttäuschte, und das Verfahren von *Ekenberg*.

Dieses letztere beruht auf der von *Ekenberg* gefundenen Tatsache, daß der Torfschlamm seinen normalen Wassergehalt, welcher ungefähr das Siebenfache der Trockensubstanz beträgt, so festhält, daß das Wasser durch Pressen nur in geringer Menge entfernt werden kann, dieses Wasser aber leicht abgibt, wenn der Torfschlamm in geschlossenen Gefäßen vorher auf 180 bis 200° Celsius erwärmt wurde. Es werden so Briquets erhalten, welche einen Wassergehalt von 50 % enthalten, unter Umständen also direkt verwendet werden können. Abweichend vom Verfasser hält Referent dieses Verfahren für bestimmte Fälle für eines der aussichtsreichsten aller bisher bekannt gewordenen, wenn der Torf in Generatoren zur Erzeugung von Kraftgas in Explosionsmotoren verwendet wird unter Gewinnung der wertvollen Nebenprodukte. Durch die Wärme der Auspuffgase der Motoren könnte der die Pressen mit 50 % Feuchtigkeit verlassende Torf bis auf 10 % kostenlos heruntergetrocknet werden. Das *Ekenberg*-Verfahren hätte dann den enormen Vorteil, daß die Torfgewinnung auf das ganze Jahr ausgedehnt werden könnte, der Saisonbetrieb also in einen regulären Fabrikbetrieb übergehen würde. Das hätte eine Verbilligung des Torfes zur Folge, und die Schwierigkeit der Beschaffung der Arbeitskräfte wäre stark reduziert. Die von *Ekenberg* angegebene Apparatur dürfte allerdings kaum den Anforderungen entsprechen, jeder Fachmann, der sich eingehend mit der Materie beschäftigte, wird die vorge-schlagene Apparatur von der Hand weisen.

Das große Verdienst *Ekenbergs*, die endgültige Lösung der Torfrage sehr wesentlich gefördert zu haben, muß voll anerkannt werden.

Die Verwendung des Torfes als Kraftquelle geschieht entweder in Form von Generator- oder Kraftgas in Explosionsmotoren, oder der Torf dient zur Dampferzeugung für Dampfturbinen und wird auf Treppenrosten zur Dampferzeugung verbrannt.

Das Kraftgas für die Gasmotoren muß möglichst frei von Teer sein, um Betriebsstörungen zu vermeiden. Die Mehrzahl der aufgeführten Konstruktionen sucht die aus dem Torf entstehenden Teerdämpfe zu zersetzen, indem sie durch die Feuerzone des Generators geführt werden. Eine englische Firma verfolgt einen anderen Weg, der als wirtschaftlich richtig anerkannt werden muß. Die Destillationsgase, welche den Teer enthalten, werden durch Zentrifugalabscheider von demselben befreit und dieser als Nebenprodukt gewonnen. Es werden so 5 % des Torfgewichtes an Teer erhalten, das entspricht für die englischen Verhältnisse einem Wert von 1,75 Mark pro Tonne Torf. Der den Gasen entzogene Teer enthält eine Wärmeenergie gleich 12—15 % derselben, es ist also entsprechend mehr Torf zu vergasen. Es verbleibt aber immerhin noch ein Gewinn von ca. 1 Mark pro Tonne Torf zugunsten der Teergewinnung.

Neben dem Teer kommt auch die Gewinnung der anderen Nebenprodukte in Frage. In erster Linie steht das Ammoniak.

Es ist das Verdienst von *Ludwig Mond*, die Ammoniakgewinnung aus den Generatorgasen aus Steinkohle zuerst durchgeführt zu haben. Professor *Frank* und Dr. *Caro* haben das Mondsche Verfahren für Torf angewandt und weiter ausgebildet.

Wenn das Mondsche Verfahren für Steinkohle nicht den durchschlagenden Erfolg hatte, welchen sich der Erfinder davon versprach, so liegt das nach Ansicht des Referenten an den großen Dampfmengen, welche mit der

Luft in den Generator einzuführen sind, um die Temperatur im oberen Teil des Generators so tief zu halten, daß die Zersetzungstemperatur des Ammoniaks nicht erreicht wird. Durch den großen Dampfzusatz wird der Nutzeffekt des Generators ungünstig beeinflusst.

Für Torf liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger, trotzdem scheinen die Resultate der Anlage nach *Frank-Caro* im Schveeger Moor noch nicht ganz zu befriedigen.

Es wäre den Bestrebungen, die Nebenprodukte aus dem Torfe zu gewinnen, ein voller Erfolg zu wünschen, die Wirtschaftlichkeit der Torfindustrie würde eine sehr viel höhere sein.

Die Frage, ob für große Kraftzentralen Gasmotoren oder Dampfturbinen in Frage kommen, dürfte vorläufig zugunsten der letzteren entschieden sein. Der Verfasser gibt eine Gegenüberstellung beider Systeme mit den entsprechenden Kosten und Betriebszahlen, die bei den gemachten Voraussetzungen zwingend beweiskräftig sind. Eine Verschiebung zu ungunsten der Turbine ist allein von der Gasturbine zu erwarten.

Der Verfasser hat ein Projekt für eine große Kraftanlage mit Dampfturbinen für 50 000 Kilowatt vergleichsweise für Torf und Steinkohle als Brennmaterial durchgearbeitet, er kommt zu dem Resultat, daß Torf sehr wohl mit der Steinkohle konkurrieren kann.

Die Schwierigkeit der Torfbeschaffung veranlaßt ihn, diesen zweiten Teil des Projektes sehr eingehend zu behandeln. Verfasser rechnet für die Anlage von 50 000 Kilowatt mit einer jährlichen Stromabgabe von 100 Millionen Kilowattstunden, also mit einer mittleren Leistung von ca. 12 000 Kilowatt. Die nötige Menge an Trockentorf von 300 000 Tonnen wird aus 1,5 Millionen m³ Rohtorf erzeugt. Bei einer mittleren Mächtigkeit des Moores von 4 Meter wird jährlich eine Moorfläche von 37,5 Hektar abgetorft. Zur Bewältigung dieser Massen sollen 6 Einheiten, bestehend aus je einem Bagger, einer Presse und Ablegevorrichtung, genügen bei 20 stündiger Arbeitszeit in 85 Tagen. Jede Einheit muß im Durchschnitt 150 m³ Moor verarbeiten, mit Rücksicht auf unvermeidliche Betriebsstörungen ist die Leistung mit 200 m³ angenommen.

Die heute in Betrieb befindlichen Torfbagger verarbeiten im Maximum 80 m³ Moor pro Stunde. Es wird nun durch die Praxis zu zeigen sein, daß die neu zu konstruierenden Pressen und Ablegevorrichtungen die gewünschten Leistungen erreichen.

Mit den vorgeschlagenen Apparaten will der Verfasser einen Gesteignispreis des Torfes franko Halde des Werkes von 2,50—2,68 Mark erreichen. Dieser sehr niedrige Preis, der Kosten für Moor und der Hauptentwässerung nicht enthält, dürfte wohl noch eine Erhöhung erfahren, z. B. erscheint die Amortisation der Maschinen für Torfgewinnung mit 5 % wohl zu niedrig. Für das Beladen der Transportbänder sind für 300 000 Tonnen 6600 Mark, also per Tonne mit 2,2 Pfennig eingesetzt, diese Zahl dürfte viel höher sein. Immerhin erscheint es wahrscheinlich, daß der Torf mit 4 Mark per Tonne franko Kesselhaus geliefert werden kann, welchen Preis der Verfasser seiner Kostenrechnung zugrunde legte.

Der Verfasser hat sich ein besonderes Verdienst erworben durch die vorliegende sorgfältige Arbeit. Jeder, der sich mit der Torfrage beschäftigt, wird die vorliegende Arbeit mit großem Interesse durchgehen und eine Fülle von Anregungen erhalten. Das Buch kann jedem Fachmann aufs wärmste zum eingehenden Studium empfohlen werden. Ein Quellennachweis am Schlusse des Buches erleichtert dem Leser, auf die jeweiligen Originalabhandlungen zurückzugreifen.

Asmus Jabs, Zürich.

Kleine Mitteilungen.

Das Pankreas spielt, abgesehen von seiner Funktion als Verdauungsdrüse, als Drüse mit innerer Sekretion eine außerordentlich wichtige Rolle im Getriebe des tierischen Körpers. Tiere, welchen diese Drüse vollständig entfernt wird, gehen unter schweren diabetischen Erscheinungen zugrunde: der Glykogenvorrat der Leber verschwindet, die Leber verliert die Fähigkeit aus Dextrose Glykogen zu bilden, der Zuckergehalt des Blutes ist stark vermehrt (Hyperglykämie), und im Anschluß daran kommt es zu einer reichlichen Zuckerausscheidung im Harn (Glykosurie). Ist aber ein kleiner Rest der Drüse zurückgeblieben, so bleibt der Stoffwechsel des Tieres vollständig normal. Da die inneren Sekrete (Hormone) bekanntlich in die Blutbahn entleert werden, so wäre demnach zu erwarten, daß **Transfusion des Blutes** eines gesunden Tieres in die Blutbahn eines derartig operierten ein Schwinden der Krankheits-symptome zur Folge haben müßte. Wie aber kürzlich *Hédon*, der bekannte Forscher auf dem Gebiete der Physiologie des Pankreas, gezeigt hat, ist dies nicht der Fall. (Sur la Sécretion interne du pancréas et la pathologie pancréatique. Effets de la transfusion sur le diabète, *Archives internationales de physiologie*, vol. 13, Heft I, 1913.) Die Transfusion des Blutes geschah in der Weise, daß die Halsarterien eines normalen Hundes und eines Hundes, dem das Pankreas exstirpiert worden war, wechselweise miteinander verbunden wurden, so daß das Blut des normalen Hundes sich teilweise in das Gefäßsystem des operierten und umgekehrt ergoß. Er konnte nun feststellen, daß wohl die Glykosurie dadurch vermindert oder ganz zum Verschwinden gebracht werden kann, was jedoch, wie es weitere Versuche zeigten, nicht auf eine Wirkung des Pankreassekretes zurückgeführt werden darf, sondern wahrscheinlich eine toxische Wirkung des fremden Blutes auf die Nieren vorstellt; das wesentliche Symptom des Pankreasdiabetes, der Glykogenschwund in der Leber und die sich daran anschließende Hyperglykämie bleiben nämlich bestehen. Selbst wenn die Exstirpation des Pankreas erst während der Transfusion des fremden Blutes geschieht, wird dadurch ein Entstehen der diabetischen Symptome nicht verhindert. *Das spezifische Hormon des Pankreas ist demnach im Blute eines normalen Tiers nicht enthalten.* Nun mündet aber die abführende Vene des Pankreas in die Pfortader ein, die sich ja bekannterweise nicht wie die übrigen Venen des Körpers direkt zum Herzen begibt, sondern sich vorerst in der Leber nochmals in ein Kapillarsystem auflöst. *Hédon* schließt daher, daß das spezifische innere Sekret der Bauchspeicheldrüse, welches dieselbe auf dem Wege der Pfortader verläßt, in der Leber nahezu vollständig zurückgehalten wird und demzufolge im übrigen Körperblute sich nicht vorfinden kann.

J. M.

Über die **Leitung von subnormalen Erregungen im normalen Nerven** hat *Adrian* eine interessante Untersuchung veröffentlicht (On the conduction of subnormal Disturbances in normal Nerve. *Journal of Physiology*, vol. 45, Nr. 5, 1912). Er untersuchte Nerven, die durch ein Narkotikum in einer bestimmten Strecke ihres Verlaufes eine Schädigung erfahren hatten. Er konnte nun in einer Reihe sehr innreich angestellter Versuche den Nachweis erbringen, daß eine Erregung, welche, an einer normalen Stelle des Nerven erzeugt, beim Passieren der narkotisierten Stelle eine bedeutende Abschwächung erfährt, daß sie aber sofort ihre ursprüngliche Stärke wiedererlangt, sobald sie die narkotisierte Stelle verläßt und auf normale Nervenfasern übertritt. Die Leitung der Erregung in der normalen Nervenfasern ist demnach keiner

Abstufung fähig, die normale Nervenfasern kann nur Erregungen von einerlei Stärke leiten; ein Reiz, der eine Nervenfasern trifft, erregt entweder dieselbe oder er erregt sie nicht, wenn er sie aber erregt, so ist die Stärke dieser Erregung immer gleich, mag nun der Reiz ein starker oder ein schwacher gewesen sein (Alles-oder-Nichts-Gesetz). Die Verschiedenheit der Reizerfolge von starken und schwachen Reizen beruht nur auf der Verschiedenheit in der Anzahl der gereizten Nervenfasern.

J. M.

Viele **Kalkflechten** leben nicht auf der Oberfläche des Gesteins, sondern dringen ganz in dessen Inneres ein, so daß ihr Thallus völlig oder größtenteils im Kalk verborgen ist und selbst die Fruchtkörper (Apothecien) im Innern des Steins entstehen, um erst später nach außen durchzubrechen. Bekanntlich sind die Flechten keine einheitlichen Organismen, sondern bilden ein Konsortium von Pilzhypen und Algen (Gonidien), die in einem seinem Wesen nach noch immer nicht ganz klargestellten symbiotischen Verhältnis zueinander stehen. Beim Eindringen von Flechten in Kalkstein müssen die Zellen einen Stoff ausscheiden, der den Kalk auflöst. Nach den bisherigen Untersuchungen, die zumeist an Flechten mit grünen Algen, z. B. Palmellen, angestellt worden sind, wird das kalklösende Stoffwechselprodukt von den Pilzhypen ausgeschieden, da die Gonidien allseitig von diesen bedeckt sind; ob es auch von den Hypen bereit wird, bleibt dabei allerdings zweifelhaft. E. Bachmann, der schon vor zwanzig Jahren gründliche Untersuchungen über die Kalkflechten veröffentlicht hat, macht jetzt Beobachtungen an einer mit goldgelben Chroolepus-Gonidien ausgerüsteten Kalkflechte bekannt, die zeigen, daß die Alge selbständig in das Gestein eindringen kann. Die von ihm hergestellten Dünnschliffe ließen erkennen, daß an einigen Stellen die Hypen dem lebhaften Wachstum der Algenfäden nicht folgen konnten und diese an den Spitzen freiließen. Daraus geht hervor, daß die Chroolepusfäden die Fähigkeit besitzen, Kalk selbständig aufzulösen; sie müssen also die kalklösende Säure selbst erzeugen und abscheiden. So fressen sie enge, schachtförmige Höhlungen in den Kalkstein hinein. Sobald sie von den Hypen erfaßt worden sind, beginnen sie lebhafter zu wachsen, zum Teil hefeartig zu sprossen und nehmen dabei oft sehr bizarre Form an. Dadurch und durch das Wachstum der Hypen wird der Kalk schwammartig durchlöchert und erlangt infolgedessen die Fähigkeit, die atmosphärische Feuchtigkeit reichlicher aufzunehmen und länger festzuhalten. (Ber. D. Bot. Ges. 1913, 31, 3.)

F. M.

Kallose in Algenmembranen. Unter den Meeresalgen haben die Caulerpaceen in besonderem Maße die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, da sie bei ausnehmender Größe nur einzellig sind und dabei die Formen höherer Pflanzen mit Wurzeln, Stengeln und Blättern nachahmen. Man hat bei der Untersuchung ihrer Zellwände gefunden, daß diese nicht die Eigenschaften eigentlicher Zellulosemembranen haben; dennoch wird in den Beschreibungen vielfach nicht hierauf Rücksicht genommen, und namentlich wird allenthalben von den „Zellulosebalken“ gesprochen, welche die Zellen dieser Algen durchsetzen. Eine neuerdings von Robert Mirande vorgenommene Prüfung verschiedener Caulerpa-Arten hat zu dem Ergebnis geführt, daß ihre Membranen teils aus Pektinstoffen, teils aus Kallose bestehen. Die Kallose ist von der Zellulose u. a. dadurch unterschieden, daß sie in verdünnten Alkalien löslich, in Kupferoxydammoniak unlöslich ist und sich mit Chlorzinkjodlösung nicht blau, sondern rotbraun färbt. Außerdem ist sie an einer Reihe charakteristischer Farbreaktionen erkenn-

bar. Bei Phanerogamen kommt sie vor in den Wandverdickungen (dem Kallus) der siebartig durchlöcherten Querwände der Siebröhren, in den Membranen der Pollenmutterzellen und in kalkhaltigen Membranen, wie namentlich in den als Cystolithen bekannten traubenartigen Zellwandgebilden, die vorzüglich aus den Blattzellen des Gummibaums bekannt sind. Ihr Vorkommen ist ferner bei Pilzen (Membranen von Peronospora, Sporangien von Mucor) und bei einigen Algen (Oedogonium, Ascomyllum, Laminaria) nachgewiesen worden. In allen diesen Fällen aber finden wir sie entweder zusammen mit Zellulose oder für sich allein. Für die Caulerpen ist dagegen die Vereinigung der Kallose mit Pektinstoffen charakteristisch. Weitere Untersuchungen zeigten, daß dieser besondere Membrantypus auch anderen Meeresalgen aus der Klasse der Siphoneen, nämlich außer den Caulerpaceen auch den Bryopsidaceen, Derbesiaceen und Codiaceen eigentümlich ist. Die im Süßwasser lebenden Vaucheriaceen haben dagegen Zellulosemembranen. (Compt. rend. 1913, 156, 475.)

F. M.

Lachskonservierung in Nordamerika. Eines der wichtigsten Fischprodukte in Amerika ist der Lachs, und es hat sich dort zur Verarbeitung dieses Fisches zu Konserven eine große Industrie entwickelt. Als die beste Qualität gelten die Fische, die das rötste Fleisch und den größten Ölgehalt aufweisen. Rund 225 Millionen Pfund von diesen Fischen wurden im vergangenen Jahre konserviert; hierzu werden von dieser Industrie sehr große Mengen Chemikalien, namentlich Salzsäure und Ätznatron, ferner Zinnblech, Lötlötmetall und Lack verbraucht. Bei der Konservierung werden die Fische mit Hilfe von Maschinen von Kopf, Schwanz, Flossen und Eingeweiden befreit, in Stücke geschnitten, gesalzen und in Büchsen verpackt. Wie die „Chemiker-Zeitung“ berichtet, werden die Büchsen maschinell verlötet, sodann gekühlt und durch Eintauchen in heißes Wasser auf luftdichten Verschluss geprüft. Hierauf werden sie ein bis zwei Stunden in Dampfretorten gebracht, dann wird, während sie noch heiß sind, der Deckel durchlocht, damit noch etwa vorhandene Luft und etwas Flüssigkeit entweichen können. Hierauf werden die Büchsen wieder gedichtet und eine Stunde lang bei 115° sterilisiert. Die Büchsen werden mit Ätznatron gewaschen, nochmals auf ihre Dichtigkeit geprüft und schließlich lackiert und mit Etiketten beklebt, worauf sie zum Versand fertig sind.

S.

Eine Wasserstofffernleitung. Der Luftschiffhafen in Frankfurt a. M. unterscheidet sich hinsichtlich der Gasversorgung wesentlich von allen anderen Einrichtungen dieser Art. Das zum Füllen der Luftschiffe nötige Wasserstoffgas wird hier nämlich mit Hilfe einer Fernleitung, die wohl die erste ihrer Art in Deutschland ist, von der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron aus nach Frankfurt geleitet. Die Leitung hat eine Länge von 4½ km und wurde, um Gasverluste infolge von undichten Rohrverbindungen zu vermeiden, fast in ihrer ganzen Länge autogen geschweißt; nur in größeren Abständen sind die Rohre durch Muffen verbunden. Sie sind so bemessen, daß täglich bequem 1000 cbm Gas durchgeleitet werden können, wobei ein Druck von etwa 1000 mm Wassersäule zur Anwendung gelangt. Die Leitung endet im Luftschiffhafen in einen 6000 cbm fassenden Gasbehälter. Von da gelangt das Gas in unterirdischen Leitungen in die Halle, in deren Zementboden sich 18 Schächte mit Gasentnahmestellen befinden, die durch Schläuche mit den einzelnen Gaszellen des Luftschiffes verbunden werden. Der Wasserstoff entsteht in Griesheim als Nebenprodukt bei der elektrochemischen Herstellung von Ätznatron und Chlor aus Kochsalz, und

zwar in solch großen Mengen, daß auch heute noch trotz des gestiegenen Verbrauches ein großer Teil des Gases ungenutzt in die Luft entweicht. Die drei Werke der genannten Fabrik in Griesheim, Bitterfeld und Rheinfelden erzeugen täglich 18 000—20 000 cbm Wasserstoff, eine Menge, die ausreichen würde, um täglich ein Zeppelin-Luftschiff frisch zu füllen. S.

Über die zerstörende Einwirkung von Kanalgasen auf Zementkonstruktionen berichten W. M. Barr und R. E. Buchanan in dem Bulletin Nr. 26 des *Iowa State Engineering*. Die Zementbedachung von Kanalisationskammern zeigt sich öfters zerfressen, wobei freie Schwefelsäure und Kristalle von Calciumsulfat gebildet werden. Die Schwefelsäure ist hierbei wahrscheinlich durch Oxydation des von den organischen Stoffen in der Kammer entwickelten Schwefelwasserstoffs entstanden, der sich in solchen Kammern stets in großer Menge vorfindet. Die starke Entwicklung dieses Gases führen Barr und Buchanan darauf zurück, daß das Spülwasser in den Kammern reich an Sulfaten war und diese durch spirillum desulphuricans und andere anärobe Bakterien in Sulfide umgewandelt wurden, so daß die Bildung des den Zement zerstörenden Schwefelwasserstoffs ermöglicht wurde. (*Engineering* 95, 90, 1913.) Mk.

Gefahren der drahtlosen Telegraphie. A. H. Taylor teilt in *Electrical World* (New York) vom 15. Februar mit, daß in einer Licht- und Kraftanlage durch das Auftreffen elektrischer Wellen Resonanzerscheinungen auftraten, die im Schmelzen mehrerer Sicherungen, Durchbrennen mehrerer Wolframlampen und dem Anlassen zweier Motoren sich zeigten. Eine Veränderung der Wellenlänge oder eine Verstimmung der Schwingungszahl des Licht- und Kraftnetzes vermied die Störung. Die Wellenlänge war 245 m. Taylor kommt zu folgenden Ratschlägen: 1. Leiter in der Nähe von drahtlosen Stationen müssen auf gefährliche Überspannungen untersucht werden. 2. Isolierte Drähte über der Erde können auf kurze Empfänger in ihrer Nähe günstig wirken. 3. In einem Gebäude mit geerdeten Anlagen (Gas, Wasser, Dampfheizung) stelle man den Empfänger möglichst in den oberen Stockwerken auf. F. L.

Von der im September 1912 in New York abgehaltenen Versammlung des Internationalen Verbandes für Materialprüfungen hat E. G. Coker eine interessante Anwendung seines in Heft 4 dieser Zeitschrift beschriebenen optischen Verfahrens zur Bestimmung der inneren Spannungen in einem Material vorgeführt. Er bildete die für Festigkeitsprüfungen des Zements übliche Form in Zelluloid nach und spannte dieses Modell in der bei Zerreißversuchen angewendeten Weise ein. Die hierdurch erzeugten Spannungen veranlassen Doppelbrechung des Materials, die sich mit Hilfe optischer Einrichtungen in einem System farbiger Bänder kundtut. Das Bild des Modells mit diesen Bändern hat Coker in farbigen Photographien wiedergegeben und gezeigt, wie man aus diesen die Lage der Spannungen wie auch ihre Größe quantitativ ermitteln kann. (*Engineering* 94, 824, 1912.) Mk.

Ein bisher unbekanntes Gas von dem Atomgewicht 3 hat anscheinend J. J. Thomson entdeckt. Die Methode, der er sich hierzu bediente, beruht auf der Anwendung der von Goldstein entdeckten Kanalstrahlen. Das nach dieser Methode zu untersuchende Gasgemisch befindet sich in einem Glasgefäß, das eine durchlöchernte Kathode besitzt. Von dieser Kathode führt eine außerordentlich feine Röhre die positiv elektrisch geladenen

Teilchen (Kanalstrahlen) nach einem anderen Teil des Glasgefäßes, wo sie zugleich den Wirkungen eines elektrischen und eines magnetischen Feldes ausgesetzt werden. Solange die beiden Felder abgestellt sind, treffen die durch die feine Röhre mit großer Geschwindigkeit stürzenden Teilchen sämtlich auf einen zentralen Fleck der gegenüberliegenden Wand des Apparates. Durch Betätigung der Felder werden die Teilchen aber nach zwei zueinander senkrechten Richtungen abgelenkt, wobei die Ablenkung je nach dem Verhältnis m/e zwischen der Masse m und der elektrischen Ladung der Teilchen e verschieden ist. Alle Teilchen mit gleicher Masse, aber verschiedener Geschwindigkeit, liegen dabei auf einer und derselben parabolischen Bahn, so daß jedes Element des Gasgemisches seine eigene Parabel beim Auftreffen auf die Wand des Apparates erzeugt, die durch einen entsprechend präparierten Schirm gebildet wird. Die Anzahl der auf diesem Schirm durch photographische Wirkung entstehenden Parabeln entspricht der Anzahl der verschiedenen in dem Gasgemisch vorhandenen Partikelarten. Aus der Form der Parabel läßt sich das Atomgewicht der Substanz ermitteln, und die zur Anwendung dieser Methode erforderliche Menge ist so gering, daß man mit 0,01 mg Substanz noch 1 Prozent Genauigkeit erzielen kann. Auch ist Reinheit der Substanz nicht erforderlich, da die Partikelchen nach dieser Methode ausgesiebt werden. Dieses Verfahren hat Thomson die seltenen Gase der Atmosphäre angewandt, die er als Rückstände der flüssigen Luft von J. Dewar in zwei Teilen von verschiedenem spezifischem Gewichte erhalten hatte. Der schwerere Teil enthielt nur die Gase von bekannten Elementen: Hg, Xe, Kr, A und Ne. Der leichtere Teil dagegen außer Quecksilber, Luft, Argon und Neon oberhalb der Neonkurve eine Linie für das Atomgewicht 22, die möglicherweise einer Verbindung von H_2 und Ne entspricht. Ebenso wurde wiederholt eine Linie für das Atomgewicht 6 festgestellt, die vielleicht auf eine Verbindung HeH_2 gedeutet werden kann. Bei seinen Forschungen nach unbekannten Gasen entdeckte Thomson auch ein Gas mit dem Atomgewicht 3, das ein Analogon des Wasserstoffs zum Ozon, also ein H_3 sein kann; im Gegensatz zum Ozon ist es aber durchaus inaktiv. Dieses Gas erhielt Thomson durch Bombardieren von Metallen, wie Eisen, Kupfer, Nickeloxyd, mit Kathodenstrahlen. Diese Stoffe gaben das neue Gas nur nach solcher Behandlung ab, während sie andere Gase beim Erhitzen schon entwickelten. Auch die Heliumlinie trat hierbei auf, doch trat sie nie bei einem zweiten Bombardement des Metalles auf, während die Linie 3 nach einem 20-stündigen Bombardement und nach Entfernen des entwickelten Gases von neuem erschien. Auch eine Probe Blei vom Dache der Trinity College Chapel in Cambridge ergab dieses neue Gas, wobei Thomson den Eindruck gewann, als ob es nicht in dem Metall aufgespeichert, sondern erst durch die Behandlung erzeugt worden sei, wie Ozon aus Sauerstoff durch stille elektrische Entladungen. Sollte es sich hierbei um ein neues Element handeln, so würde es im periodischen System sich zum Fluor gesellen. Da der vorhandene Vorrat nicht mehr als 1 cbmm beträgt, so konnte ein Spektrum davon bisher nicht aufgenommen werden. — Bei der vor zwei Jahren zum ersten Mal erfolgten Vorführung dieser Methode in der Royal Institution zu London sagte J. J. Thomson, daß er nur mit Angst sich an ein chemisches Problem wage; denn die Chemiker seien streitbare Männer, aber seine Waffen seien Geschosse, die in der Sekunde mit tausend Meilen Geschwindigkeit durch den Raum flögen. (*Engineering* 95, 126, 1913.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 15.

11. April 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Joseph Louis Lagrange. Von *Privatdozent Dr. W. Ahrens, Rostock.* S. 345.

Über Honigbienen und Blumenfarben. Von *Privatdozent Dr. F. Knoll, Graz.* S. 349.

Die Raubvögel als Naturdenkmäler. Von *Prof. Dr. E. Roth, Halle.* S. 352.

Über den gegenwärtigen Stand der ärztlichen Röntgenkunde. Von *Prof. Dr. Max Levy-Dorn, Berlin.* S. 353.

Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen. Von *Privatdozent Dr. H. Baerwald, Darmstadt.* S. 355.

Telephonie ohne Draht. Von *Prof. Dr. H. Barkhausen, Dresden.* S. 359.

Zuschriften an die Herausgeber. S. 360.

Besprechungen. S. 362.

Kleine Mitteilungen. S. 367.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Die erste moderne Tierbiologie

TIERBAU UND TIERLEBEN

in ihrem Zusammenhang betrachtet

Dr. R. Hesse

Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin

von

und

Dr. F. Doflein

Professor der Zoologie an der Universität Freiburg i. Br.

2 Bände von je ca. 800 S. Lex.-8. Mit ca. 900 Abbildungen und ca. 35 Tafeln in Schwarz- und Buntdruck und Gravüre nach Originalen von H. Genter, M. Höpfel, E. L. Höß, E. Kißling, W. Kuhnert, C. Merculiano, L. Müller-Mainz, O. Vollrath und den Verfassern.

Geschmackvoll gebunden in Original-Ganzleinen je M. 20.—, Original-Halbfranz je M. 22.—

I. Band: Der Tierkörper als selbständiger Organismus. Von R. Hesse. Mit 480 Abbildungen und 15 Tafeln. (XVII u. 789 S.) 1910.

II. Band: Das Tier als Glied des Naturganzen. Von F. Doflein. (Unter der Presse.)

Aus den Besprechungen:

„... Der erste Band von R. Hesse liegt vor, in prächtiger Ausstattung und mit so gediegenem Inhalt, daß wir dem Verfasser für die Bewältigung seiner schwierigen Aufgabe aufrichtig dankbar sind. Jeder Zoologe und jeder Freund der Tierwelt wird dieses Werk mit Vergnügen studieren, denn die moderne zoologische Literatur weist kein Werk auf, welches in dieser großzügigen Weise alle Seiten des tierischen Organismus so eingehend behandelt. ... Hesses Werk wird sich bald einen Ehrenplatz in jeder großen biologischen Bibliothek erobern.“
(*L. Plate im Archiv für Rassen und Gesellschaftsbiologie.*)

„... Dies großangelegte und mit äußerster Gediegenheit gearbeitete Werk bringt uns endlich die längst zum Bedürfnis gewordene umfassende Darstellung des Tierreiches vom biologischen Standpunkte: die allseitige Darstellung des Zusammenhangs, welcher zwischen der Form eines Tieres und seiner Lebensweise, dem Bau eines Organs und seiner Tätigkeit besteht ... Exakte Wissenschaftlichkeit verbindet sich hier mit klarster Darstellung und sachlicher Behandlung der angeschnittenen Probleme. Und mustergültig wie der Text sind auch die Illustrationen und die Ausstattung des Buches, das in Wahrheit ein ‚schönes‘ Werk ist.“
(*Die Propyläen.*)

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Theising, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

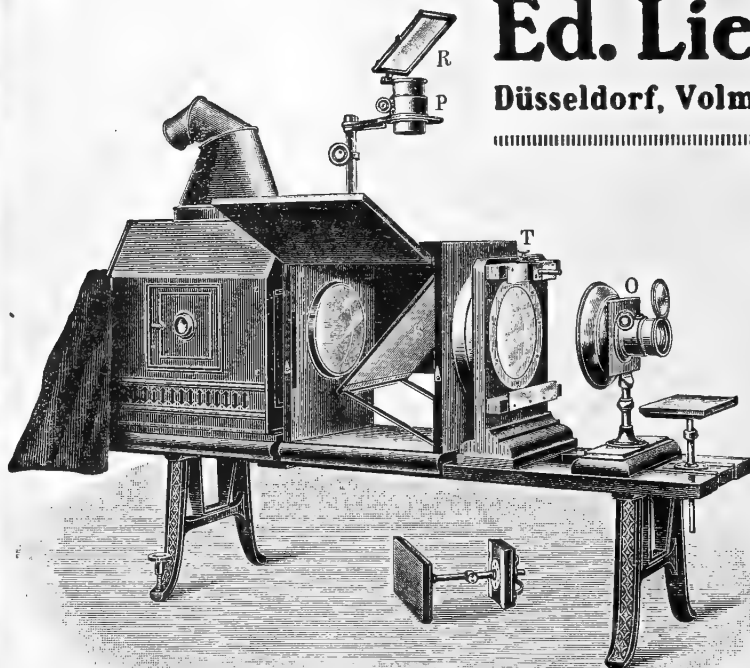
erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich

6	13	26	52 maliger Wiederholung
10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

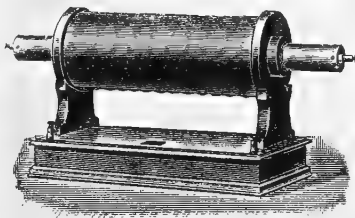
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Torfkraft

Untersuchungen über den Wert des Torfes als Energiequelle und Vorschläge für seine Nutzung für Großkraftwerke.

Von **F. Bartel**,
Regierungsbaumeister a. D.

Mit 109 Textabbildungen.

Preis M. 6,—; in Leinwand gebunden M. 6,80.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin: Seite I — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite II.

Joseph Louis Lagrange.

(25. Januar 1736 — 10. April 1813.)

Von Dr. W. Ahrens, Rostock.

„Unter den Erfindern, die die Grenzen unseres Wissens am meisten erweitert haben, besaßen, wie mir scheint, *Newton* und *Lagrange* im höchsten Grade jenen glücklichen Takt, der überall die verborgenen allgemeinen Prinzipien zu erkennen und ans Licht zu stellen weiß, jene allgemeinen Prinzipien, deren Entdeckung das eigentliche Wesen und der Zweck aller Wissenschaft ist. Dieser Takt, verbunden mit einer seltenen Eleganz in der Darstellung selbst der abstraktesten Theorien, ist es, was *Lagrange* charakterisiert.“ So sprach vor nunmehr hundert Jahren an *Lagranges* frischem Grabe *Pierre Simon Laplace*. Nicht besser läßt sich mit so wenig Worten die Wesensart des großen Mathematikers charakterisieren. In der Tat hat *Lagrange* fast in allen Teilen der Wissenschaft, auf die er die Leuchte seines Genies gerichtet hat, entweder die allgemeinen und letzten Prinzipien zu erkennen und mit ihnen formvollendete, klassische Theorien aufzubauen gewußt oder er hat doch jene grundlegenden Prinzipien mehr oder weniger deutlich so weit vorausgeahnt und herausgefühlt, daß er eine Grundlage geben konnte, auf der geniale Nachfolger mit Erfolg weiter zu bauen vermochten. Dies an einigen der Hauptforschungsgebiete *Lagranges* näher zu zeigen, mag die Aufgabe des kleinen Gedenkblattes sein, mit dem hier der hundertjährigen Wiederkehr des Todestages des großen Forschers gedacht werden soll.

Keinen anderen Forscher als *Isaak Newton* hätte *Laplace* dem verstorbenen akademischen Confrater als ebenbürtig und kongenial an die Seite stellen können, und auch kein anderer als *Newton* hatte in gleichem Maße bei dem Verstorbenen selbst höchste Bewunderung und Verehrung genossen. „Wollen Sie wahre Größe sehen,“ so soll *Lagrange* einmal ausgerufen haben, „so treten Sie in *Newtons* Kabinett in dem Augenblick, wo er das Licht zerlegt oder das Weltsystem enthüllt.“ Der große Brite war ihm bedingungslos, wie er oft ausgesprochen, das größte Genie, das die Menschheit hervorgebracht, und zugleich, wie er, wohl nicht ohne eine Regung edler Eifersucht, hinzusetzte, „auch das glücklichste Genie“. Gab es doch nur einmal ein Weltsystem zu entdecken! Hatte *Newton* für die Mechanik, die in jener Zeit in erster Linie Mechanik des Himmels war, das grundlegende, allesbeherrschende Kraftgesetz gefunden, so erfand *Lagrange* für dieselbe Wissenschaft das grundlegende Prinzip, schmiedete das eine Instrument der Forschung, von dem alle anderen, früher oder später erfundenen und gebrauchten, kaum mehr als Abarten sind. „Allgemein glaube ich behaupten zu können,“ so sagt er selbst in seinem klassischen Hauptwerk, „daß alle allgemeinen Grundsätze, die

man in der Wissenschaft vom Gleichgewicht allenfalls noch entdecken könnte, nichts anderes als jenes Gesetz der virtuellen Geschwindigkeiten sein werden, nur von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet und nur im Ausdrucke von ihm unterschieden.“ Wohl hatte schon *Johann Bernoulli* die große und allgemeine Bedeutung dieses Prinzips der virtuellen Verschiebungen erkannt, aber erst in den Händen von *Lagrange* erhielt es, durch Verbindung mit dem Prinzip *d'Alemberts*, jene Vollkommenheit, jene Gebrauchsfähigkeit, durch die es zum Universalinstrument der rationalen oder reinen (theoretischen) Mechanik wurde. Durch *Lagrange* findet das Werk, das von der Seite der Mathematik durch *Descartes*, *Newton*, *Leibniz*, die *Bernoullis*, von der Seite der Mechanik durch *Galilei*, *Newton*, *Johann Bernoulli* und *d'Alembert* errichtet war, seinen Abschluß, seine Krönung, und durch ihn erringt jene Methode, die man als „Analysis“ bezeichnet hat, ihren höchsten Erfolg. Mit der Pflugschar dieser Methode hat er den Acker der Mechanik völlig durcharbeitet, und seine im Jahre 1788 erschienene „Mécanique analytique“ oder „Mécanique analytique“, wie sie in der ersten Ausgabe hieß, ist das unvergängliche Denkmal des höchsten Triumphs dieser Forschungs- und Darstellungsmethode. „Man hat,“ so sagt *Lagrange* selbst in der Vorrede seines Werkes, „schon mehrere Darstellungen der Mechanik, aber der Plan dieser hier ist völlig neu. Ich habe mir die Aufgabe gestellt, die Theorie dieser Wissenschaft und die Kunst, ihre Probleme zu lösen, zurückzuführen auf allgemeine Formeln, deren einfache Anwendung alle Gleichungen liefert, die für die Lösung jedes Problems erforderlich sind.“ — „Man wird,“ so heißt es dann weiterhin, „in diesem Werke keine Figuren finden. Die Methoden, die ich hier auseinandersetze, erfordern keine geometrischen oder mechanischen Konstruktionen, keine geometrischen oder mechanischen Schlußfolgerungen, sondern einzig und allein algebraische Operationen, für die feste und eindeutige Normen vorgezeichnet sind. Diejenigen, die die Analysis lieben, werden mit Vergnügen sehen, wie die Mechanik dergestalt zu einem neuen Zweige von ihr wird, und werden mir Dank dafür wissen, ihre Domäne erweitert zu haben.“ — Während die *Bernoulli* und *Euler* noch für jedes Problem der Mechanik sozusagen neue Wege suchen mußten, hatte *d'Alembert* zuerst eine allgemeine Methode gelehrt, um alle Probleme der Dynamik zu lösen oder doch in Gleichungen umzusetzen. Diese Methode *d'Alemberts* führt bekanntlich jedes dynamische Problem auf ein statisches und damit die ganze Dynamik auf die Statik zurück. Die ganze Fruchtbarkeit dieses Prinzips hat aber erst *Lagrange* ausgeschöpft, indem er lehrte, wie eine Grundformel der Dynamik gestattet, für jedes ihrer Probleme, für das man die wirkenden Kräfte und die Bewegungsmöglichkeiten kennt, so-

gleich die Differentialgleichungen der Bewegung hinzuschreiben, womit denn in der Tat, wie es in dem obigen Zitat heißt, die ganze Mechanik zu einem Zweige der Analysis wird. Ein Zweig der Analysis oder, um ein späteres Wort *Lagranges*, aus der „Théorie des fonctions“, zu gebrauchen: eine *Geometrie in vier Dimensionen* (den drei des gewöhnlichen Raumes und derjenigen der Zeit) — freilich eine Geometrie ohne geometrische Veranschaulichungsmittel, eine Geometrie ohne geometrische Methoden. Noch ein anderer Name darf hier erwähnt werden: „Philosophische Mechanik“, so hat einmal *Fourier* die „Mécanique analytique“ genannt, in der alles aus einem Prinzip fließt, alles nach einheitlicher, allgemeiner, höchst eleganter Methode dargestellt ist.

Eine astronomische Untersuchung *Lagranges*, die durch ein Pariser Preisausschreiben veranlaßte Abhandlung über die Libration des Mondes, enthält die ersten Keime des fundamentalen Prinzips, auf das *Lagrange* später die ganze Mechanik gegründet hat, und in der Astronomie, in der Vorherbestimmung des Laufes der Himmelskörper bis in die entlegensten Zeitfernen, hat die rationelle Mechanik bekanntlich überhaupt ihre stolzesten Triumphe gefeiert. Wenn auch *Lagrange* über den Kreis dieser Probleme weit hinausgegangen ist, so war doch für ihn und seine Zeit, wie schon gesagt wurde, die Mechanik in erster Linie noch Himmelsmechanik, Mechanik der materiellen Punkte resp. der (petits) corps, wie bei ihm der Ausdruck noch lautet. Die analytische Form, die *Lagrange* für die in dieses Gebiet fallenden Aufgaben gegeben hat, schien einer weiteren Vervollkommenung kaum noch fähig zu sein, und man versteht es, daß der in der Geschichte der Mathematik beispiellose Siegeszug der Analysis im 18. Jahrhundert, ein Siegeszug, in dem, nach den Triumphen der *Bernoullis*, der *Euler* und *d'Alembert*, der Verfasser der „Mécanique analytique“ ohne Frage den glanzvollsten und vollkommensten Sieg errungen hat, ein gewisses Gefühl der Erschöpfung zur Auslösung bringen konnte. „Ich beginne zu fühlen,“ so schrieb *Lagrange* einmal an *d'Alembert*, „daß mein Trägheitsvermögen allmählich zunimmt, und ich stehe nicht dafür, daß ich in 10 Jahren überhaupt noch Mathematik treibe. Das Bergwerk ist auch, wie mir scheint, fast schon zu tief, und wenn nicht neue Gänge entdeckt werden, wird man es über kurz oder lang verlassen müssen. Physik und Chemie bieten heute glänzendere und leichter zu hebende Schätze; der Geschmack des Jahrhunderts hat sich daher denn auch nach dieser Seite hingewandt, wie mir scheint, und es ist gern möglich, daß die Sitze der Mathematik in den Akademien eines Tages das sein werden, was die Lehrstühle des Arabischen heute auf den Universitäten sind.“ Der Brief stammt freilich noch aus der Berliner Zeit, aus dem Jahre 1781, und die „Mécanique analytique“ war damals allerdings noch nicht erschienen, aber in der Hauptsache gewiß fertig, und man weiß, daß *Lagrange* in der Tat später, in der Pariser Zeit und nach dem Erscheinen der „Mécanique analytique“ (1788), sich vorübergehend

ganz von der Mathematik abgewandt hat und daß Physik, Chemie, Metaphysik, Religions- und Kulturgeschichte, vergleichende Sprachforschung, Medizin, Botanik in dieser Zeit die Gegenstände seiner Interessen waren.

Das „Bergwerk“ ist nicht verlassen. Freilich auf das Gezähe *Lagranges* haben die späteren Bergmänner der Mechanik, wenn man insbesondere von *W. R. Hamilton* und *C. G. J. Jacobi* absieht, sich im ganzen nicht beschränkt, und in *Laplaces* Vorstellung von einer allumfassenden Weltformel sehen wir heute nur ein Phantasma, man möchte sagen: den Paroxysmus des Siegesjubels, den der oben geschilderte Eroberungszug der Analysis zu erregen vermochte, zugleich aber auch den Abschluß dieser Periode. Die weitere Entwicklung ist neben den bisherigen neue Wege gewandelt. Die Reaktion gegen *Lagranges* einseitige Auffassung von der Aufgabe der Mechanik ging von *Poinsot* aus, demselben, der seltsamerweise nach *Lagranges* Tode dessen Fauteuil im „Institut de France“ erhielt. Seine Kritik bestreitet, daß mit der Zurückführung auf analytische Formeln die Aufgabe der Mechanik beendet sei; sie fordert vielmehr die unmittelbare und anschauliche Betrachtung der Sache selbst und zudem die Bestätigung der erhaltenen Resultate durch das Experiment. In der Tat ist *Poinsot* der erste gewesen, der nach *Lagrange* in dem „Bergwerk“ der Mechanik einen wirklich „neuen Gang“ anlegte; bereicherte er doch vor allem die Mechanik des starren Körpers mit höchst wichtigen Begriffen und Vorstellungen, insbesondere dem Begriff des Kräftepaars, sowie der Vorstellung von dem Trägheitsellipsoid oder derjenigen von den beiden während des Bewegungsvorgangs auf einander abrollenden Kegeln. War in früherer Zeit die Entwicklung der Mechanik vorzugsweise durch die Bedürfnisse der Astronomie bedingt gewesen, so rückte an deren Stelle in der Folge mehr und mehr die Technik in die erste Reihe. So entwickelte sich, vorbereitet bereits durch die *Bernoullis*, mit *Poncelet* und *Coriolis* neben der theoretischen Mechanik eine besondere technische Mechanik, und ohne sie und ohne die in späterer Zeit insbesondere von *Culmann* und *Cremona* für die Bedürfnisse der Statik geschaffenen graphischen Methoden wäre die Technik längst nicht mehr denkbar. Wie in der Forschung, so hat auch im Unterricht die einseitige Herrschaft der Mechanik *Lagranges* längst aufgehört. Im höheren Unterricht Frankreichs war es wohl *Briot*, der, wenn auch nicht am frühesten, so doch am entschiedensten die Forderung der Anschaulichkeit erhob; er ging hierin so weit, daß er selbst in seinem Unterricht die Mechanik rein geometrisch behandelte, und er war respektlos genug, das klassische Werk *Lagranges* als läppisches Zeug („faribole“) zu bezeichnen. Übrigens hat selbst *Jacobi*, der doch, wie schon gesagt, im ganzen der Richtung *Lagranges* huldigte, ja der bedeutendste Vertreter dieser Richtung im 19. Jahrhundert war, vor der „Mécanique analytique“ für Zwecke des Selbstunterrichts gewarnt, da vieles darin mehr divinatorisch ausgesprochen als streng bewiesen sei. „Ich habe Schüler gehabt,“ sagte er

einmal in einer Vorlesung, „die die „*Mécanique analytique*“ besser verstanden haben als ich; aber es ist manchmal kein gutes Zeichen, wenn man etwas versteht.“ — Die moderne Zeit bevorzugt in der Mechanik, in Forschung und Lehre, keine Richtung einseitig: sie erkennt nach wie vor an, daß die Analyse das zuverlässigste und am exaktesten arbeitende Werkzeug ist, aber sie trägt daneben den Bedürfnissen der Technik, die oft durch einen geringeren Grad von Exaktheit bereits völlig befriedigt sind, Rechnung und sucht ihnen mit möglichst bequemen, sowohl graphischen wie numerischen Methoden zu dienen; sie läßt auch die Forderung der Anschaulichkeit nicht außer acht und bedient sich der Figuren, der Modelle, auch des Experiments.

Ein Problem der Mechanik, das der Kurve des schnellsten Falles (Brachistochrone), hat unter *Eulers* Händen die ersten Keime in dem Gebiete der Mathematik hervorsprossen lassen, das wir mit einem späteren Eulerschen Namen „Variationsrechnung“ zu nennen gewohnt sind. Diesen Namen konnte *Euler* erst dann in Vorschlag bringen, nachdem der neunzehnjährige *Lagrange* ihm seine ersten mathematischen Untersuchungen mitgeteilt hatte. Wurden in ihnen doch jene zwar ingeniösen, aber recht umständlichen, vorwiegend geometrischen Infinitesimalbetrachtungen *Eulers* erst durch einen wirklichen Algorithmus, eine umfassende, auf jedes einschlägige Problem sofort und allgemein anwendbare analytische Methode ersetzt. Der neue Calcul gestattete *Lagrange*, über den bisherigen Rahmen weit hinauszugehen und sogar statt der bestimmten Integrationsgrenzen variable anzunehmen, sowie auch Doppelintegrale in den Kreis seiner Untersuchungen zu ziehen. Andererseits sind freilich in *Lagranges* Arbeiten grundlegende Fragen dieses Gebietes, vor allem die schwierige Frage, ob im einzelnen Falle das Extremum ein Maximum oder ein Minimum ist, kaum gestreift oder doch nicht erledigt, und in manchen fundamentalen Punkten ermangelte der neue Calcul, wie eine spätere, kritischere Zeit erkannte, noch der erforderlichen Strenge der Beweise und der hinreichenden Präcision der Begriffe. So fanden die Mathematiker des 19. Jahrhunderts, in erster Linie *Jacobi*, der jungverstorbene *Ludwig Schaeffer* und *Weierstraß*, hier ein reiches Feld vor. — Die Mechanik und auch andere Teile der mathematischen Physik sind durch die Variationsrechnung, wie bekannt, außerordentlich gefördert worden. Man braucht nur an die Variationsprinzipie der Mechanik zu erinnern, das Prinzip der kleinsten Aktion und das Hamiltonsche Prinzip, von denen das erste, höchst fruchtbare Prinzip nach einer keineswegs einwandfreien und zugleich recht stürmischen Vergangenheit (man kennt den berühmten Streit *Maupertuis* und *Eulers* von der einen, *Samuel Königs* von der anderen Seite, in den dann *Voltaire* mit seinem *Akasia*-Pamphlet und schließlich auch *Friedrich der Große* eingriff) erst durch *Lagrange* eine präzise Fassung erhielt und von denen das zweite Prinzip latent gewissermaßen auch schon bei *Lagrange* vorhanden war, worauf es, *Jacobis* Wort zufolge, mehr als 70 Jahre hindurch, bis zur Neubelebung und Neu-

gestaltung durch *Hamilton*, „zugleich entdeckt und verborgen“ blieb. Der Komplex dieser Untersuchungen *Lagranges*, die in der Hauptsache in seine früheste Jugend fallen und die sowohl für die analytische Mechanik wie für die Ausbildung des Variationscalculus von größter Bedeutung waren, stellen wohl überhaupt den Angelpunkt der ganzen wissenschaftlichen Entwicklung des großen Mathematikers dar.

Stehen *Lagranges* Forschungen zur Variationsrechnung materiell im engsten Zusammenhange mit denen zur Mechanik, so haben seine algebraischen Untersuchungen mit jenen über Mechanik methodisch das gemein, daß sich in ihnen in ähnlich charakteristischer Weise wie dort die Besonderheit des *Lagrangeschen* Geistes zeigt, das Suchen nach großen, alles beherrschenden Gesichtspunkten, das Bestreben, in das Chaos der verschiedenen Erscheinungen und Methoden Ordnung und Licht zu bringen. Freilich ist der Erfolg seiner Mühen hier kein so vollkommener gewesen wie in der analytischen Mechanik, aber dennoch stehen *Lagranges* Untersuchungen zur Algebra, insbesondere die in den *Memoiren* der Berliner Akademie erschienenen „*Réflexions sur la résolution algébrique des équations*“, als das bedeutendste gleichungstheoretische Werk des ganzen Jahrhunderts da, und *Lagrange* ist der Forscher, auf dessen Schultern vornehmlich die Begründer der modernen Algebra, *Paolo Ruffini*, *Niels Henrik Abel* und *Evariste Galois*, stehen. Indem *Lagrange* die älteren Methoden zur Auflösung der algebraischen Gleichungen dritten und vierten Grades unter seine kritische Lupe nahm, erkannte er, daß die bei diesen Auflösungen auftretenden Radikale sich rational in den Wurzeln der Gleichung ausdrücken lassen. Daß generell in allen Fällen einer algebraisch auflösbaren Gleichung die Auflösung sich so gestalten läßt, daß die von *Lagrange* gemachte Beobachtung gilt, hat dann später *Abel* in seinem berühmten Beweis für die Unauflösbarkeit der allgemeinen Gleichung des fünften und höherer Grade gezeigt. *Lagrange* bildet nun umgekehrt eine rationale Funktion der Wurzeln und untersucht — die ersten Keime der Substitutionentheorie! —, wieviele verschiedene Werte der Funktion bei allen Permutationen der n Wurzeln sich ergeben. Daß diese Wertezahl stets ein Teiler von $n!$ sein müsse (n der Grad der vorgelegten algebraischen Gleichung), erkannte *Lagrange* unschwer. Daß aber nicht alle Teiler von $n!$ als Wertezahlen auftreten können, daß insbesondere 3- oder 4-wertige Funktionen von 5 Elementen nicht möglich sind, diesen für die Frage der Auflösbarkeit der allgemeinen Gleichung 5. Grades so wichtigen Satz gewann erst *Ruffini*. Mit den verschiedenen Werten jener rationalen Funktion als Wurzeln bildet *Lagrange* dann seine Resolventen-Gleichung, deren Koeffizienten sich rational durch die Koeffizienten der vorgegebenen Gleichung darstellen lassen, und *Lagrange* erkennt nun, daß alle bekannten Auflösungsverfahren darauf hinauskommen, zu der vorgegebenen Gleichung solche Funktionen der Wurzeln zu finden, daß die betreffende oder betreffenden Resolventen-Gleichungen von niederem Grade als

die vorgegebene Gleichung sind oder sich in solche Gleichungen niederer Grade zerlegen lassen. Damit hatte *Lagrange* für das Labyrinth der zahlreichen verschiedenen Auflösungsverfahren den Faden der *Ariadne* gefunden. Als einen der wichtigsten Sätze in der Theorie der Gleichungen erkannte der große Forscher weiter den, daß, wenn von zwei rationalen Funktionen der Wurzeln der Gleichung die eine genau bei denselben Vertauschungen der Wurzeln ihre Werte ändert wie die andere, die eine Funktion sich rational durch die andere und die Koeffizienten der Gleichung darstellen läßt. In diesem Satze, der viel später durch *Galois* eine allgemeinere Fassung erhielt, dürfen wir die ersten Keime der Galoisschen Theorie erblicken. So finden wir überall bei *Lagrange* entscheidende und wichtige Anfänge späterer algebraischer Theorien. Und der Ausblick, den der Forscher von den erstiegenen Höhen aus in die terra incognita der Gleichungen des fünften und höheren Grade gewann? „Aus diesen Betrachtungen erhellt,“ so sagt er, „daß es äußerst zweifelhaft ist, ob die Methoden, von welchen wir gesprochen haben, zu einer vollständigen Auflösung der Gleichungen vom fünften Grade, und noch viel mehr der höheren Grade, führen können.“ Die später als unmöglich dargetane Auflösung der allgemeinen Gleichungen vom fünften und höheren Grade zieht *Lagrange* hier also nicht, wenigstens nicht in unverkennbarer Weise, in Zweifel, wohl aber bezweifelt er sehr entschieden die Zulänglichkeit der erörterten Methoden. — Auch die Besonderheit der Gleichungen, für die zwischen den Wurzeln gewisse einfache Relationen bestehen, hat *Lagrange* — auch hier ein Vorläufer *Galois* — bereits erkannt, und so mußten ihn denn *Gauß*' klassische Untersuchungen über die Kreisteilungsgleichung mit höchstem Entzücken erfüllen. „Ihre Disquisitiones“ (arithmeticae), so schrieb er dem jungen Forscher, „haben Sie mit einem Schlage in den Rang der ersten Mathematiker erhoben und den Inhalt des letzten Abschnitts („De aequationibus, circuli sectiones definitibus“) halte ich für die schönste analytische Entdeckung, die seit langem gemacht ist.“

Es würde zu weit führen, hier auf alle sonstigen algebraischen Untersuchungen *Lagranges* näher einzugehen. Aber im Vorbeigehen seien wenigstens erwähnt seine Kettenbruchmethode zur näherungsweisen numerischen Auflösung algebraischer Gleichungen, seine Untersuchungen über das Vorkommen imaginärer Wurzeln, sein Beweis, daß jede imaginäre Wurzel einer Gleichung sich auf die Form $a + b\sqrt{-1}$ bringen läßt; schließlich auch sein Beweis für das sogenannte „Fundamentaltheorem“ der Algebra (daß jede algebraische Gleichung mit einer Unbekannten wenigstens eine Wurzel besitzt). Freilich, dies zuletzt erwähnte Blatt in *Lagranges* Lorbeerkränze — non omnia eidem dii dedere — war kein unverwelkliches. Hat doch bekanntlich der jugendliche Heros, dem die Mathematik des nächsten Jahrhunderts die größten Bereicherungen verdanken sollte, in seiner berühmten Doktor-Dissertation diesen Beweis *Lagranges* ebenso wie alle übrigen, bis dahin erschienenen Beweise desselben Satzes, vornehmlich die von *d'Alembert*, *Bougainville*, *Euler*,

de Foncenex, kritisch zerpfückt und sie erschüttert durch den Nachweis, daß sie die Wurzeln, deren Existenz sie dartun wollen, im Grunde in irgend einer Form bereits annehmen.

Daß in der Geometrie die Theorie der Parallelen für einen Forscher wie *Lagrange*, der überall den letzten Prinzipienfragen nachzugehen bestrebt war, ein besonderes Interesse haben mußte, liegt auf der Hand. Obwohl der große Analytiker sonst Fragen der Geometrie nur relativ selten untersucht hat, so hat doch in der Tat das Parallelenaxiom ihn, ebenso wie seine Zeitgenossen *Lambert* und *Legendre*, sehr ernstlich beschäftigt. Die sichere Erkenntnis, daß dieses Postulat nicht beweisbar und somit die Möglichkeit für eine von ihm freie Geometrie gegeben sei, hat bekanntlich erst *Gauß* als erster gewonnen. Andererseits hatte aber *Lagrange* die Unzulänglichkeit aller früheren Versuche, das Parallelenpostulat zu beweisen, sehr wohl erkannt, und so waren seine Bemühungen denn auf einen einwandfreien Beweis gerichtet. Nach einer durch *Augustus De Morgan* bekannt gewordenen Erzählung hat *Lagrange* am Abend seines Lebens eine Abhandlung über die Parallelen verfaßt, die er in der Pariser Akademie vortragen wollte. Er begann seinen Vortrag, hielt aber plötzlich inne und sagte: „Il faut que j'y songe encore,“ und damit steckte er seine Papiere wieder ein. Welcher Art die Bedenken waren, die den Abbruch der Vorlesung veranlaßten, ist nicht bekannt, doch wird man selbst von einem *Lagrange* nicht annehmen dürfen, daß er inmitten jener Vorlesung plötzlich einen Fernblick in jenes wundersame Land tat, das erst die Mathematiker des 19. Jahrhunderts — außer dem schon genannten *Gauß* sind vornehmlich die Namen von *Lobatschewsky*, *Johann Bolyai*, *Riemann*, *Beltrami*, *Helmholtz*, *Klein*, *Lie*, *Hilbert* zu nennen — entdeckt, erobert und bebaut haben.

Wir mußten, wollten wir nicht weit über den Rahmen eines Zeitschriftenartikels hinausgehen, uns auf einige der wichtigsten und charakteristischsten Forschungen *Lagranges* beschränken und wir können nur noch kurz erwähnen, daß auch auf anderen als den bisher berührten Gebieten der Mathematik der große Forscher der Wissenschaft wesentliche Bereicherungen geschenkt und ihr neue Bahnen gewiesen hat. In der Zahlentheorie gehört *Lagrange* neben *Euler* und *Legendre* zu den bedeutendsten Forschern seines Jahrhunderts, und insbesondere an seine Untersuchungen über quadratische Formen haben *Gauß*, der die Zahlentheorie, die „Königin der mathematischen Wissenschaften“, wie er sie nannte, erst auf eine diesem königlichen Charakter entsprechende Höhe erhob, und ebenso der große *Dirichlet* angeknüpft. Von *Lagranges* Verdiensten aus dem weiten Gebiet der Differentialgleichungen heben wir kurz hervor, daß er für die Integrale der linearen Differentialgleichungen eine allgemeine Theorie schuf und daß er zuerst den Ursprung und den wahren Charakter des singulären Integrals einer gewöhnlichen Differentialgleichung und die Stellung des singulären zu dem allgemeinen Integral erkannte und aufdeckte. In der Infinitesimalrechnung war *Lagrange* bestrebt, die Infinitesimal-

methode durch eine andere, strengere Methode zu ersetzen, und versuchte, diese auf algebraischer Basis zu gewinnen; die Wissenschaft hat jedoch gegen diese anfänglich mit lebhaftem Beifall begrüßte Reform wesentliche Bedenken erheben müssen und hat andere Wege eingeschlagen. Auch eine *Lagrange* nur mit Unrecht zugeschriebene Entdeckung sei auf unserer eiligen Wanderung noch kurz erwähnt: Man hat aus einer der frühesten Abhandlungen *Lagranges* folgern wollen, er habe bereits die für die reine Mathematik nicht minder als für die Anwendungen wichtige Erkenntnis von der Darstellbarkeit einer willkürlich (graphisch) gegebenen Funktion durch trigonometrische Reihen besessen. In Wirklichkeit handelt es sich an jener Stelle bei *Lagrange* jedoch nicht um eine unendliche trigonometrische Reihe nach Art der Fourierschen, sondern um trigonometrische Interpolation, und es wird sogar glaubwürdig erzählt, der greise *Lagrange* sei in der Akademiesitzung vom 21. Dezbr. 1807, in der *Fourier* zuerst seine Entdeckung von der Darstellung willkürlicher Funktionen durch trigonometrische Reihen ankündete, hierüber derartig erstaunt gewesen, daß er dieser Möglichkeit sogar entschieden widersprochen habe.

In der Geschichte der mathematischen Wissenschaften steht *Lagrange* nicht nur als der Entdecker vieler unsterblicher Wahrheiten aus den verschiedensten Gebieten da, sondern die Geschichte sieht in ihm auch den Schöpfer eines neuen mathematischen Stils, der seitdem sich die Wissenschaft erobert hat. Auf welches Gebiet seiner Arbeiten man auch *Lagrange* folgen mag, überall hat er, wie schon im Eingange dieses Aufsatzes mit *Laplaces* Worten hervorgehoben wurde, die allgemeinen und großen Gesichtspunkte, ob er nun neue Theorien errichtet oder alte in neuer Gestaltung wieder aufbaut. Diese Allgemeinheit der leitenden Gesichtspunkte und der Methoden, verbunden mit einer bis dahin in der Mathematik nicht dagewesenen Eleganz und Präzision der Darstellung, machen die Besonderheit des neuen, durch *Lagrange* eingeführten Stils aus. Im Scherz soll der große Forscher bisweilen die nach ihm kommenden Mathematiker-Generationen bedauert haben, da sie außer den zahllosen Schriften *Eulers* auch noch seine eigenen würden durchstudieren müssen, und doch ist gerade er es gewesen, der durch seine knappe, präzise und seitdem vorbildlich gewordene Stilführung einer Ausdehnung der mathematischen Literatur ins Unermeßliche mehr als jeder andere entgegengewirkt hat. *Euler* handelt in behaglicher Breite seinen Gegenstand ab, verweilt liebevoll bei jeder einzelnen, ihn interessierenden Spezialfrage, ob wichtig oder unwichtig, und schreibt, wie man wohl gesagt hat, mathematische „Novellen“. *Lagrange* schreibt abstrakt, allgemein, elegant und präzise; er schreibt auch nicht, wie *Euler* vorwiegend tut, lateinisch, sondern bevorzugt die lebende Sprache, die seinem Stil in besonderem Maße sich eignet, das Französische. Aller überflüssige Wortkram ist ihm ein Greuel und er hat, wo er dergleichen bei *Euler*, bei *Daniel Bernoulli* fand, bisweilen bitteren Tadel geäußert. Noch eine Besonderheit *Lagrangeschen*

Geistes und *Lagrangeschen* Stils, die stets gebührende Anerkennung und Bewunderung gefunden hat, muß hervorgehoben werden: der geniale Eroberer, der dem mathematischen Königreich so viele neue Provinzen hinzugewonnen hat, war mit einem starken Tropfen historischen Öles gesalbt. Jedes Problem behandelt er in historischem Lichte und, wenn er eine wichtige Entdeckung nennt, so nennt er auch den Entdecker. Insbesondere in der „*Mécanique analytique*“ leitet er bekanntlich jedes Kapitel mit einem historischen Rückblick ein, und diese lichtvollen historischen Rückblicke, die sich übrigens auch in anderen Schriften von *Lagrange* finden und die zu den besten mathematikgeschichtlichen Darstellungen gehören, haben fast ebenso wie *Lagranges* eigene Entdeckungen die Bewunderung von Mit- und Nachwelt gefunden. Indem *Lagrange* sich für seine Arbeiten und Veröffentlichungen die Aufgabe stellte, jedes Thema zugleich historisch zu erfassen, erlangte er so gründliche und ausgebreitete Kenntnisse in Geschichte und Literatur der mathematischen Wissenschaften, daß er uns heute nicht nur als der größte Mathematiker seiner Zeit, sondern auch zugleich als der gelehrteste erscheint.

Über Honigbienen und Blumenfarben.

Von Privatdozent Dr. F. Knoll, Graz.

Die Entscheidung der Frage nach dem Farbensinn der blütenbesuchenden Insekten ist für die Erkenntnis der Beziehungen zwischen Blüten und Insekten von allergrößter Wichtigkeit. Denn die Annahme, daß die Insekten, die durch ihren Blütenbesuch die Übertragung von Blütenstaub besorgen, außer durch den Duft auch durch die *Farbe* der Blumen angelockt werden, bildet einen Hauptbestandteil der Blütenökologie. Diese Ansicht wurde durch *Christian Conrad Sprengel* (1793) in die Wissenschaft eingeführt, und später suchten zahlreiche Forscher sie zu erweitern und immer fester zu stützen. Bestimmte Insekten sollten für bestimmte Farben eine ausgesprochene (angeborene) Vorliebe, für andere Farben dagegen eine ausgesprochene Abneigung besitzen. So galt z. B. Blau als *Lustfarbe* der Bienen, dagegen Rot als deren *Unlustfarbe*. Auch die Zeichnungen bestimmter Blüten wurden nach diesen Gesichtspunkten mit der Tätigkeit der blütenbesuchenden Insekten in Beziehung gebracht. Dabei galt als stillschweigende Voraussetzung, daß die blütenbesuchenden Insekten *die Farben als solche* in gleicher oder wenigstens ähnlicher Weise wie Menschen (mit normaler Farbenempfindung) wahrnehmen. Oft und oft wurde der Versuch unternommen, diese Annahme auch experimentell zu rechtfertigen. Als Versuchstiere dienten dabei fast immer Honigbienen. Aber die Ergebnisse dieser Versuche waren bisher so widerspruchsvoll, daß sie in ihrer Gesamtheit weder für noch gegen die Theorie in Betracht kommen konnten. Im vorigen

Jahre hat nun *C. Hess*, dem die Physiologie zahlreiche wertvolle Arbeiten über den Lichtsinn der Tiere verdankt, allen Versuchen, die bisher das Vorhandensein eines Farbensinnes bei Bienen (und überhaupt bei Insekten) beweisen sollten, jede Beweiskraft abgesprochen. Er sagt: „Es ist mir bei der Durchsicht der umfangreichen einschlägigen Literatur *keine einzige* Tatsache bekannt geworden, die vom Standpunkte der wissenschaftlichen Farbenlehre das Vorhandensein von Farbensinn bei Bienen auch nur wahrscheinlich machte . . . Das Vorhandensein eines dem unsrigen auch nur entfernt ähnlichen Farbensinnes bei Bienen ist durch meine Untersuchungen endgültig ausgeschlossen“¹⁾.

Trotzdem waren durch das scharf ausgesprochene Urteil *C. Hess* die Zweifel nicht vernichtet, denn es erschienen seither wieder zwei Arbeiten, die sich mit der Frage nach dem Farbensinn der Bienen beschäftigten. Es sind dies die Veröffentlichungen der von *L. v. Dobkiewicz*²⁾ und *K. v. Frisch*³⁾ ausgeführten Versuche. Die Methoden, die diesen beiden Arbeiten zugrunde liegen, sind nicht prinzipiell neu, doch zeigen diese Arbeiten den bedeutenden Fortschritt, daß in konsequenter Weise als früher die *Methode der Dressur* zur Entscheidung der aufgeworfenen Fragen benutzt wurde.

Ohne auf die Frage einzugehen, ob die Bienen einen eigentlichen Farbensinn besitzen, suchte *L. v. Dobkiewicz* die Frage zu beantworten, ob die Bienen eine angeborene *Vorliebe* für bestimmte Farben zeigen, und wenn eine solche Vorliebe nicht vorhanden sein sollte, ob ihnen eine solche nicht durch Gewöhnung an bestimmte Farben (*Dressur*) beigebracht werden könnte. Er bediente sich zur Entscheidung dieser Frage in einer Reihe von Versuchen der farbigen Papierblumen. Solche künstliche Blumen wurden auch schon früher von verschiedenen Forschern (z. B. *Plateau*, *Forel*) zu derartigen Versuchen verwendet, allein diese Versuche ergaben recht widersprechende Resultate.

L. v. Dobkiewicz experimentierte zunächst auf einem Kleefeld, das reichlich von Bienen besucht war. Er stellte sich Blumen aus blauem und gelbem Papier her, ohne jedoch darauf Wert zu legen, daß diese künstlichen Blumen eine getreue Nachahmung irgend einer wirklich existierenden Blume bildeten. Diese Blumen hatten etwa 4 cm Durchmesser, zu ihrer Befestigung dienten an Stelle der Stengel dünne Drähte. Solche künstliche Blumen wurden in größerer Anzahl im Kleefeld aufgestellt, und zwar je nach Bedarf nur die Blumen einer Farbe, oder die Blumen beider Farben gleichzeitig; zum Teil wurden diese Blumen ohne Honig aufgestellt, zum Teil wurden sie aber vorher mit Honig versehen. Die Bienen, die eifrig an den Kleeblüten

tätig waren, ließen sich durch diese Kunstprodukte in ihrer Tätigkeit nicht stören. Sie schienen ihnen nicht die geringste Beachtung zu schenken. Bei einem Versuche, in dem nur *gelbe Blumen* verwendet wurden, gelang es, eine Biene auf eine solche mit Honig versehene Papierblume aufmerksam zu machen. Als dies erreicht war, naschte sie „sehr gierig am Honig, wurde bezeichnet, und flog davon, indem sie einen aufmerksamen Orientierungsflug vornahm, wobei sie Kopf und Augen dem Artefakt zukehrte. Nach ca. 6 Minuten kehrte sie zurück, wandte sich aber zu einem daneben stehenden honiglosen Artefakt; sie umkreiste dasselbe ein paarmal, dann umflog sie noch zwei andere gelbe honiggefüllte Blumen, machte aber plötzlich eine scharfe Wendung in der Richtung gegen die vorher besuchte Blume und setzte sich auf diese nieder. In diesem Augenblicke umkreisten noch zwei andere Bienen einige Artefakte. . . . Beide Bienen setzten sich auf zwei andere honighaltige Artefakte.“ Eine halbe Stunde später waren alle honigtragenden Papierblumen eifrig besucht (*Nachahmungstrieb*), so daß der Honig in diesen immer wieder erneuert werden mußte, während die daneben aufgestellten honiglosen gelben Papierblumen von Bienen stark umflogen wurden, ohne daß sich jedoch eine Biene darauf niederließ. Auf diese Weise erhielten die gelben honigtragenden Papierblumen einen regelmäßigen Bienenbesuch. Es wurden nun einige der gelben honigtragenden Blumen mit *blauen* Papierblumen vertauscht, die ebenfalls Honig enthielten. Diese blauen Papierblumen erhielten keinen Bienenbesuch und wurden auch nicht von Bienen umflogen, obgleich die unmittelbar daneben stehenden gelben Honigblumen von Bienen stark besucht wurden; die gleichzeitig vorhandenen gelben Papierblumen ohne Honig wurden von Bienen umflogen, aber nicht besucht.

An zahlreichen Versuchen dieser Art wurde festgestellt, daß *die Bienen sich immer wieder jenen künstlichen Blumen einer bestimmten Farbe zuwandten, aus denen sie bereits Honig geholt hatten*. Durch Abschneiden der Fühler konnte festgestellt werden, daß *die Farbe der Blume den Bienen schon von weitem die Flugrichtung anzeigt, während der Honigduft erst in der nächsten Nähe die Richtung des Fluges beeinflusst*.

Waren Bienen daran gewöhnt, an einem bestimmten Ort in bestimmt gefärbten *natürlichen* Blumen Honig zu finden, so ließen sie sich durch dazwischen gestellte gleichfarbige grobe Nachahmungen dieser Blumen zunächst täuschen und suchten auch in diesen nach Honig, stellten aber nach und nach den Besuch dieser honiglosen Kunstprodukte ein. Die Bienen *lernten* also doch bald die Kunstprodukte von den natürlichen Blumen unterscheiden.

Die weiteren Versuche zeigten, daß die Bienen mit um so größerer Sicherheit durch farbige Objekte angelockt werden können, je öfter sie an der gleichen Stelle auf Objekten von dieser Farbe Honig gefunden hatten. Dabei stellte es sich heraus, daß mit der Erinnerung an Futter die Erinnerung an eine bestimmte Farbe, an einen be-

¹⁾ *C. Hess*, der Gesichtssinn, in *Wintersteins* Handbuch der vergleichenden Physiologie, Bd. IV, 1912, S. 670.

²⁾ *L. v. Dobkiewicz*, Beitrag zur Biologie der Honigbiene. Biol. Centr. XXXII, 1912, S. 664—694.

³⁾ *K. v. Frisch*, Über den Farbensinn der Bienen und die Blumenfarben. (Vortrag.) Münchener Mediz. Wochenschr., 60. Jahrg., 1913, Nr. 1, S. 15—18.

stimmten Ort und auch an eine bestimmte Zeit verbunden ist. Ein solcher Erinnerungskomplex dient für die nächste Zeit zur Orientierung beim Aufsuchen des Futters. Die Bienen vermögen in dieser Hinsicht leicht und rasch zu lernen, aber ebenso leicht und rasch wieder umzulernen, falls sich in der Außenwelt plötzlich oder allmählich geänderte Verhältnisse einstellen.

L. v. Dobkiewicz faßte das Ergebnis seiner Untersuchungen in folgende zwei Sätze zusammen: „1. Die Bienen richten sich nach den Farben, besitzen somit ein Farbenunterscheidungsvermögen. 2. Die Farben gewinnen für die Bienen nur dann eine Bedeutung, wenn sie gelernt hatten, daß gewisse Farben mit irgendwelchen Vorteilen für sie verbunden sind.“

Die Versuche K. v. Frischs bilden zum Teil eine nach anderen Methoden gewonnene Bestätigung der Versuche v. Dobkiewicz, zum Teil bilden sie jedoch eine wertvolle Erweiterung der in diesen gefundenen Tatsachen. Während v. Dobkiewicz die Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen einer eigentlichen Farbenempfindung offen ließ, hat v. Frisch vor allem diese Frage zu beantworten gesucht. Letzterer stellte sich zu diesem Zwecke durch verschiedene langes Belichten matter photographischer Papiere 30 verschiedene Abstufungen von Grau (einschließlich Weiß und Schwarz) her. Diese verschieden grauen Papiere (Format ca. 10×15 cm) wurden nun auf einer Tischplatte im bunten Durcheinander der Töne mosaikartig zu einem Rechteck aneinandergereiht, wobei an zwei beliebigen Stellen je ein gleich großes, mattes Papier von gelber Farbe eingeschaltet wurde. Auf jedes graue Papier wurde ein leeres Uhrglas gestellt, auf die gelben dagegen je ein honiggefülltes von gleicher Größe. (Bei späteren Versuchen wurde statt des Honigs Zuckerwasser verwendet.) Dann wurden durch ein großes, mit Honig bestrichenes Papier Bienen herbeigelockt, die bald auch die kleinen Honigvorräte in den Uhrschälchen der gelben Papiere fanden. Von diesem Augenblicke an wurde den Bienen nur mehr in den zuletzt erwähnten Uhrschälchen Honig dargeboten. Der Bienenbesuch wurde bei diesen beiden Schälchen (durch Nachahmung) immer zahlreicher. Zur Vermeidung einer unerwünschten Dressur auf einen bestimmten Ort wurde während des Versuches die Lage der beiden gelben Papiere innerhalb der grauen Papiere immer wieder verändert. Die Bienen, die wieder zum Versuchstische zurückkehrten, flogen immer gleich auf die gelben Papiere zu, auch wenn unmittelbar vorher die Lage des gelben Papiers verändert worden war. Die Bienen wurden auf diese Weise zwei Tage hindurch auf Gelb dressiert, dann wurden *alle* Schälchen über den grauen und gelben Papieren mit Zuckerwasser gefüllt. Während sich nun, wie früher, die Bienen reichlich bei den Zuckerwasservorräten der gelben Papiere ansammelten, unterließen sie jeden Besuch der Vorräte auf den grauen Papieren. Für die Bienen war also die gelbe Farbe für den Besuch maßgebend geworden. Diese Versuche wurden* auch mit blauen Papieren durchgeführt.

Die Bienen ließen sich auch auf Blau dressieren. Da sich die Bienen bei diesen Versuchen *nie* auf eines der grauen Papiere verirrt, muß angenommen werden, daß die Bienen *nicht die Helligkeit, sondern die Farbe* der farbigen Papiere zum Wiederauffinden des Futters benutzten. Diese Auffassung wird noch durch ein anderes Versuchsergebnis gestützt: Versuche, die Bienen auf ein bestimmtes (mittleres) Grau des Versuchstisches zu dressieren, schlugen fehl.

Die Versuche, die Bienen auf *Rot* zu dressieren, lieferten ein abweichendes Resultat. Bienen, denen lange Zeit hindurch Futter nur auf rein roter Unterlage geboten wurde, setzten sich auch auf die dunkelgrauen und schwarzen Papiere (manchmal auch auf die helleren Grautöne) des Versuchstisches. Dieses eigenartige Verhalten wird durch einige andere Versuchsergebnisse leicht verständlich: Bienen, die auf Purpur dressiert waren, vermieden reines Rot, während Bienen, die auf reines Blau dressiert waren, sich auch purpurfarbigen Papieren zuwandten. Dieses Verhalten stimmt damit überein, daß, wie C. Hess fand, vom Bienenauge das vom helladaptierten Menschenauge noch deutlich sichtbare rote Ende des Spektrums nicht mehr wahrgenommen wird. Bei den Bienen, die v. Frisch auf Purpur dressiert hatte, hatte im Sinne der Bienen eine Dressur auf Dunkelblau stattgefunden; die Bienen, die auf reines Rot dressiert waren, waren dagegen im Sinne der Bienen vorwiegend oder ganz auf „Dunkel“ dressiert worden, und es ist daher das dabei erhaltene Resultat nach den Ergebnissen der Dressur auf ein mittleres Grau nicht mehr überraschend.

Versuche mit gleichzeitiger Verwendung zahlreicher verschiedenfarbiger Papiere zeigten, daß Bienen, die auf reines Gelb dressiert waren, sich in weniger großer Anzahl auch Orangegelb und Gelbgrün zuwandten; Bienen, die auf reines Blau dressiert waren, besuchten weniger zahlreich auch Violett und Purpur.

Leider war v. Frisch durch schlechte Witterung verhindert worden, seine Versuche auch auf das Verhalten der Bienen gegen *Grün* auszudehnen. Gerade dieses muß den Blütenökologen besonders interessieren, da oft die Behauptung aufgestellt wurde, daß die Farben der Blumen den Insekten durch den Kontrast gegen das Grün der Blätter und Stengel besonders auffallen sollen.

Es sei jetzt noch auf die Versuche von C. Hess eingegangen. Es geschieht dies erst jetzt, weil nach der Einsicht in die Versuchsergebnisse der beiden soeben besprochenen Arbeiten die Versuche von C. Hess eine andere Beurteilung erlauben. Hess stellte zunächst fest, daß die Bienen eine *sehr ausgesprochene Neigung* besitzen, *aus dem Dunkeln ins Helle* (gemischtes Licht) zu laufen. Dann wurden Versuche mit homogenen Lichtern ausgeführt. Zu diesem Zwecke wurde im Dunkelraum auf eine Wand eines parallelwandigen Glasgefäßes, das die Bienen (50—60 Stück) enthielt, ein passendes Spektrum entworfen. Die Bienen eilten dann *aus dem Dunkeln ins Gelbgrün und Grün* des Spektrums. Dabei war es für das Versuchsergebnis

gleichgültig, ob die Bienen sich unmittelbar vor den Versuchen längere Zeit im hellen gemischten Licht oder in voller Dunkelheit befanden. Wurde den Bienen durch geeignete Vorkehrungen nun die Wahl zwischen dem Rot und Blau des Spektrums gelassen, so zogen sie auffallend das Blau vor, obgleich dem menschlichen Auge das Rot viel heller erschien. Bei Versuchen mit farbigen Glaslichtern gelang es mit Hilfe einer photometrischen Vorrichtung, die Wand des Versuchsgefäßes mit einem Rot und einem Blau zu beleuchten, ohne daß die Bienen das Blau dem Rot vorzogen: das Rot erschien dem menschlichen Auge auch in diesem Falle viel heller als das Blau. Wurde bei dieser Versuchsanstellung nach der Herstellung dieser „Gleichung“ das Rot noch heller gemacht, eilten die Bienen vom Blau weg und begaben sich ins Rot, wurde das Blau heller gemacht, begaben sich die Tiere ins Blau. So hing es von der *Helligkeit* der durch die Glaslichter erzielten Beleuchtung ab, ob sich die Bienen dem Rot oder Blau zuwandten.

Hess hat gefunden, daß für *alle* Insekten die Helligkeitswerte der Farben eines Spektrums, sowohl wenn sich die Versuchstiere unmittelbar vor den Versuchen längere Zeit in hellem Tageslichte, als auch wenn sie sich im Dunkeln befunden hatten, vom Gelbgrün und Grün nach beiden Enden des Spektrums abnahmen. Als Mittel zu dieser Feststellung diente ihm der positive „*Phototropismus*“ dieser Tiere. Das helladaptierte normale Menschenauge sieht die größte Helligkeit im Gelb des Spektrums, beim total farbenblinden Menschenauge ist sie jedoch gegen das Grün verschoben, ebenso beim normalen, dunkeladaptierten Auge des Menschen, wenn das Spektrum sehr lichtschwach ist (wobei ihm dieses wie dem total Farbenblinden farblos und am roten Ende verkürzt erscheint). Hess schließt nun aus seinen Versuchen, daß die Insekten die Farben in gleicher oder ähnlicher Weise wahrnehmen, wie sie der total farbenblinde Mensch sieht. Doch scheinen mir die Bienenversuche von Hess keineswegs das Fehlen eines Farbensinnes bei diesen Tieren zu beweisen; sie sagen nur, daß Bienen, die sich in einem Glasgefäß im Dunkeln befinden, sich an die Stelle der größten Helligkeit begeben. Es war in diesen Versuchen kein Grund vorhanden, daß die Bienen sich einer bestimmten Farbe ohne Rücksicht auf ihre Helligkeit zuwandten und dadurch zu erkennen gaben, daß sie Licht bestimmter Wellenlänge auch ohne Rücksicht auf die Helligkeit als solches, also als Farbe, sehen. Erst dann könnte man den Bienen einen Farbensinn absprechen, wenn Bienen, die auf bestimmte Farben dressiert sind, bei Verwendung von farbigen Lichtern gleicher Helligkeit (diese müßte nach der von Hess angegebenen photometrischen Methode für das Bienenauge ermittelt werden) die Dressurfarbe nicht wiedererkennen. Solche Versuche müßten womöglich im Freien ausgeführt werden, um einwandfreie Resultate zu ergeben.

So wünschenswert auch weitere Versuche sind, so lassen doch schon die Ergebnisse der beiden anfangs besprochenen Untersuchungen mit Sicherheit darauf schließen, daß den Bienen ein Farben-

sinn zukommt. Dadurch wird die Ansicht bestätigt, die vor allem Forel gegen Plateau verteidigt hat, die ferner in neuerer Zeit noch besonders in Turner und Lowell überzeugte Vertreter fand¹⁾. Wie nun dieser Farbensinn beschaffen ist, läßt sich noch nicht sagen, da noch genaue Versuche über das Verhalten der Bienen gegen Grün fehlen. Auch ist vorher noch die Durchführung weiterer Versuche mit dressierten Bienen bei Verwendung homogener Lichter verschiedener Helligkeit notwendig.

Der Botaniker darf also wie bisher die farbigen Teile der Blütenregion, wenigstens für die Honigbiene, als „*Schauapparat*“ betrachten. Doch muß er sich dabei vor Augen halten, daß die Farben auf die Bienen erst dann als Anlockungsmittel wirken, wenn eine entsprechende positive Erfahrung vorausgegangen ist. Nur das reine Rot, das früher als „Unlustfarbe“ der Bienen galt, tritt nicht als Farbe in den Erfahrungskreis der Bienen ein, da auf die Bienen das Rot nur den Eindruck von „Dunkel“ macht. Es hat auch v. Frisch mit Recht auf die Darlegungen Kerner v. Marilaun²⁾ hingewiesen und hervorgehoben, daß das reine (blaufreie) Rot bei Blumen, die durch Insekten besucht werden, sehr selten ist, daß es dagegen bei Beeren, die durch Vögel verbreitet werden, häufig vorkommt. Häufig findet sich reines Rot auch bei Blumen, die durch Vögel bestäubt werden. Damit stimmt überein, daß Hess nachgewiesen hat, daß das Vogelauge auch Rot als Farbe empfindet³⁾.

Was für das Farbensehen der Honigbiene gilt, wird wohl auch in ähnlicher Weise für die übrigen blütenbesuchenden Hymenopteren gelten. Ich will hier nur auf die Versuche Forels mit Hummeln hinweisen, die auch für diese das Vorhandensein eines Farbensinnes sehr wahrscheinlich machen. Wie steht es nun aber mit den zahlreichen Insekten anderer Ordnungen, die sich ebenfalls als Blütenbesucher betätigen? Hess hat allen Insekten das Vermögen, Farben als solche zu sehen, abgesprochen. Es müssen nun auch mit Insekten anderer Ordnungen so weit als möglich Dressurversuche angestellt werden. Hoffentlich ergeben diese brauchbare Resultate, so daß wir durch sie erfahren, wie weit die Farbe der Blumen für die Anlockung dieser Insekten in Betracht kommt.

Die Raubvögel als Naturdenkmäler.

Von Prof. Dr. E. Roth, Halle.

Allgemein klagt man in unserem Vaterlande über den Rückgang der Vogelwelt. Dabei will M. Braeß in seiner Schrift⁴⁾ dieses allgemeine

¹⁾ Literaturangaben finden sich bei L. v. Dobkiewicz a. a. O.

²⁾ Kerner v. Marilaun, Pflanzenleben, Leipzig und Wien 1891, II. Bd., S. 190, 191.

³⁾ Hess a. a. O., S. 563 ff.

⁴⁾ Naturdenkmäler, Vorträge und Aufsätze. Herausgegeben von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalspflege. Berlin, Gebr. Bornträger. Heft 2. 1913. 8°, 67 S.

Urteil sogar etwas eingeschränkt wissen, denn einzelne Arten, wie beispielsweise die Amseln, haben sogar gegen früher ganz entschieden an Zahl zugenommen. Viel schlimmer, als die sogenannte Kleinvogelwelt, um die es sich bei jenen Klagen im allgemeinen handelt, sind die Sumpf- und Wasservögel vielfach bedrängt, teilweise durch die törichte Mode unserer Frauen, Reiherstutzen unter allen Umständen zu tragen. Aber geradezu dem Untergang geweiht erscheint das Geschlecht der Raubvögel von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen, falls nicht noch in letzter Stunde der Verfolgungswut, unter welcher diese Gruppe zu leiden hat, Einhalt geschieht. Ganz abgesehen aber von der ästhetischen Bedeutung der Raubvögel, handelt man unklug, wenn man ein Tier aus der Liste der Lebewesen streicht; ein jedes hat seine Aufgabe zu erfüllen; willkürliche Eingriffe in das harmonische Ganze der Natur sind stets vom Übel! Dabei muß man die Vorstellung fallen lassen, als wenn der Raubvogel nur raubt, dieses Wort im schädlichen, uns schadenden Sinne betrachtet. Beispielsweise besitzt der Forst- wie der Landmann im Kampf gegen Wald-, Feld- und Schermäuse, gegen Ratten, Hamster, Kaninchen keine treueren Bundesgenossen als die Eulen, man muß sie trotz ihres Charakters als Raubvögel gerade als nützliche Tiere ansprechen. Wie ist wohl der Mäusebussard zu seinem Namen gekommen? In ähnlicher Weise vernichten aber die meisten Raubvögel, wie Falken, Weihen usw., eine Unmasse von Schädlingen, wenn sie sich auch mal an uns genehmem Getier vergreifen. In früheren Zeiten, als der Raubvögel noch viele waren, mußte man den Kampf gegen die Fürsten der Lüfte im Interesse des Jägers, des Landmannes, des Fischers wohl als berechtigt zugeben, aber heutzutage ist die Sippe ja bald nahezu ausgerottet. Wieviel Uhu paare mögen wohl noch in Deutschlands Revieren herrschen? Aber in Erinnerung dieser wirklich schlimmen Gesellen schlägt man noch heute die verschiedensten Eulenarten an die Scheunentore und glaubt seine Schädiger los zu sein. Heute gilt es unseren größten Nachraubvogel gerade zu hegen, wenn nicht bald der Uhu nur noch in zoologischen Sammlungen betrachtet werden soll; die Besitzer der Forsten mit einem Uhusitz sollten gesetzlich gezwungen werden, diese Überbleibsel aus vergangener Zeit zu schonen — wenn nicht anders: unter Zahlung einer Rente! Nur Gutes kann man ja auch nicht von allen Tagesraubvögeln berichten, und Wanderfalk und Lerchenfalk, Hühnerhabicht und Sperber sind gewiß räuberische Gesellen, aber meist schon selten! Landmann wie Jäger sollten aber auch ein gewisses Interesse an der Erhaltung unserer noch vorhandenen Raubvögel haben, denn sie üben die Feld- und Waldpolizei aus! Ohne diese Schar würde das Gleichgewicht in der Natur gar bald gestört, überall gibt es Wildreichtum, wo Raubtiere zahlreich vertreten sind und umgekehrt; die Jagd geht bald bergab, wenn der natürliche Ausgleich fehlt. Von direktem Schaden, dem kaum ein Nutzen gegenübersteht, muß man auch bei den Adlern, Stein-, Fisch- und Seeadlern usw., reden. Aber

auch ihre Zahl ist so beschränkt, daß wir als deutsches Volk wohl diese kleine Einbuße an allerhand Vieh und Jagdgetier verschmerzen können, das zu deren Unterhalt gehört. Aus dem reichen Ertrag der Jagdkarten und Jagdverpachtungen müßte sich wohl so viel erübrigen lassen, daß man diesen paar Vertretern einer einst stark vertretenen Sippe die Fortexistenz, die Fortpflanzung und den Lebensunterhalt ermöglichte! Abgesehen davon, daß uns doch kein moralisches Recht zur Seite steht, einfach gewisse Arten, deren Schaden immerhin gering ist, auszurotten, haben wir doch wohl die Verpflichtung, unseren Nachfahren möglichst von Fauna und Flora zu überliefern, was wir von unseren Eltern überkommen haben. Dann hat auch die Wissenschaft die Pflicht, hier einzugreifen. Die Tragödie der Natur ist wahrlich bereits weit genug gediehen. Wie mancher Vogel ist schon ausgerottet, und nur wenige Reste zeugen von vergangener Pracht. Kann man sich auch vielfach aus diesen ein klares Bild über die äußere Erscheinung des Tieres machen, so lassen sich doch, namentlich auf biologische Eigentümlichkeiten, stets nur mehr oder weniger hypothetische Schlüsse ableiten. Was nützen denn die Bälge in den Museen? Die eigene Beobachtung, das eigene Studium, diese eigentlichen Aufgaben des Forschers in der freien Natur, die durch nichts ersetzt werden können, sind dann unerfüllbar. Darum kämpfe jeder nach Möglichkeit für die Erhaltung unserer Raubvögel, zumal der Eingeweihte leicht beweisen kann: Absolut nützliche und absolut schädliche Vögel gibt es überhaupt nicht.

Über den gegenwärtigen Stand der ärztlichen Röntgenkunde.

Von Prof. Dr. Max Levy-Dorn, Berlin,

Leitendem Arzt am Rudolf-Virchow-Krankenhaus.

Die Aufschlüsse, welche die Röntgenstrahlen dem Arzt geben, werden durch den Fluoreszenzschirm oder die photographische Platte vermittelt. Der Fluoreszenzschirm besteht aus einem Stoff, der unter dem Einfluß der X-Strahlen aufleuchtet. Man hat hierzu vornehmlich das Barium-Platin-Cyanür mit seinem hellgrünen Licht benutzt; jetzt führt sich auch der sogenannte *Astralschirm* (Zinkchlorid) ein, der ein weißliches Licht gibt und, obwohl er nachleuchtet, sich durchaus bewährt hat. Sein Hauptvorteil besteht in größerer Haltbarkeit, als der alte Schirm sie besitzt.

Bei der Untersuchung mit dem Schirm erscheinen die Bilder dem Beobachter nur so lange, wie die Röntgenröhre in Betrieb ist. Man kann dabei die Bewegung der Organe studieren; dagegen kommen feinere Details nicht zum Ausdruck.

Wir besitzen in dem photographischen Verfahren ein Mittel, die Unbeständigkeit der Röntgenbilder zu vermeiden und zugleich ihren Detailreichtum zu erhöhen. Allerdings setzt das Verfahren voraus, daß sich der untersuchte Körper in Ruhelage befindet. Nur, wenn wir imstande sind, die Photo-

gramme der Röntgenstrahlen, oder besser ausgedrückt, die Röntgenogramme in einem Moment zu erhalten, wirkt die Bewegung nicht störend.

Wir sind bei der heutigen Technik imstande, fast alle Teile des menschlichen Körpers in ungefähr $\frac{1}{100}$ Sekunde aufzunehmen. Nur bei beleibteren Personen bestehen, insbesondere für die Darstellung der Magen-Darm-Organen, noch Schwierigkeiten, die aber weniger ins Gewicht fallen, da infolge der Trägheit der unwillkürlichen Bewegungen dieser Organe die leichter erreichbaren Expositionszeiten von $\frac{1}{10}$ — $\frac{3}{10}$ Sekunden genügen.

Das Ziel, Momentaufnahmen zustande zu bringen, wurde im wesentlichen durch zwei Neuerungen erreicht: durch *Momentschalter* für geeignete Hochspannungsströme, mit welchen die Röntgenröhre betrieben wird und durch eine neue Art hoch empfindlicher, gut zeichnender *Verstärkungsschirme*, welche die Wirkung der Strahlen auf die photographische Platte um das Achtfache und mehr vergrößern.

Die wirksame Substanz dieser neuen Schirme scheint, wie bei den alten, die sich wegen ihrer gröberen Zeichnung nicht bewährten, aus wolframsaurem Calcium zu bestehen. Die genaue Zusammensetzung wird geheim gehalten. Der Verstärkungsschirm wird bei der Bestrahlung auf die Platte gelegt, wo er in bläulichem Fluoreszenzlicht aufleuchtet und dadurch den photographischen Einfluß der Röntgenstrahlen vermehrt.

Die elektrischen Ströme, mit denen man die Röntgenröhren betreiben muß, besitzen wegen des großen Widerstandes der Röhren eine sehr hohe Spannung. Früher baute man die Röntgenapparate von dem Gesichtspunkt aus, daß eine möglichst hohe Spannung erzielt werde. Die *Stromstärke* wurde vernachlässigt. Die modernen Röntgenapparate sind dagegen so gebaut, daß sie nur eine so hohe Spannung liefern, wie sie benötigt wird, um den Strom durch die Röntgenröhre zu treiben. Im übrigen sieht man lediglich darauf, daß die elektrischen Ströme eine möglichst große Stärke erreichen. Es liegt in der Natur der Apparate, welche die niedrige Spannung der Stromquellen (elektrische Zentrale, Akkumulatoren usw.) auf die erforderliche Höhe bringen, also den Strom zweckmäßig umformen sollen — sie werden Hochspannungstransformatoren genannt —, daß sie Wechselstrom liefern. Die Röntgenröhre dagegen bedarf eines gleichgerichteten Stromes. Falls die entgegengesetzt gerichteten Ströme auch qualitativ verschieden ablaufen (Funkeninduktoren), so muß man die ungünstige Stromart vernichten oder, wie man sagt, „drosseln“.

Falls sich die beiden verschieden gerichteten Ströme sonst im Wesen gleichen (Funkentransformator), kann man sie ohne Mühe auf mechanischem Wege gleichrichten und so den Apparat besser ausnutzen. Die Vorrichtungen zur Drosselung selbst intensiver Gegenströme sowie die mechanischen Gleichrichter sind bereits zu einer großen Vollkommenheit gediehen.

Die schnellsten Aufnahmen können nur zustande kommen, wenn es gelingt, aus den elektri-

schen Stromquellen sehr große Strommengen in den Röntgenapparat zu leiten, um bei Unterbrechung des Stromes einen genügend starken Induktionsschlag zu erzielen. Der ganze Vorgang, vom Beginn des Einleitens des elektrischen Stromes bis zum Aufblitzen der Röntgenröhre, nimmt daher eine verhältnismäßig große Zeit in Anspruch. So kommt es, daß die Momentaufnahmen nur langsam hintereinander wiederholt werden können — ein Nachteil, der besonders für die kinematographische Aufeinanderfolge schwieriger Aufnahmen ins Gewicht fällt. Die Expositionen von Aufnahmen, welche kein sehr starkes Röntgenlicht benötigen, bieten der heutigen Technik überhaupt keine Schwierigkeiten mehr, auch dann nicht, wenn man sie schnell wiederholen will; dagegen lassen die Apparate zum Auswechseln der für die Röntgenographie notwendigen großen Platten noch zu wünschen übrig. Die höchste Wechselzahl, welche bisher erreicht wurde, beträgt sechs in der Sekunde. Die Röntgenkinematographie hat weniger für praktische Zwecke als für wissenschaftliche Untersuchungen Vorteil gebracht. Ihrer allgemeinen Einführung ist auch, abgesehen von den Unkosten, durch die naheliegende Verbrennungsgefahr für den Kranken eine Grenze gesetzt. Es ist daher bisweilen zweckmäßig, statt eine vollständige kinematographische Aufnahme anzufertigen, sich gleichsam mit einer Stichprobe derselben zu begnügen, d. h. nur wenig Phasen eines Bewegungsvorgangs aufzunehmen. Dabei kann man unter Umständen die Plattenwechselmaschinen ganz entbehren, indem man die verschiedenen Aufnahmen auf dieselbe photographische Platte wirft, wo sie sich genügend differenzieren (Polygramme).

Für den Praktiker kommt die Momentaufnahme hauptsächlich in Betracht, falls er unruhige Personen, insbesondere Kinder, untersuchen oder unwillkürliche Bewegungen, z. B. des Magens, des Darms, ausschalten sowie zum Vergleich mit dem Menschen Tiere betrachten will.

Ein besonderes Gebiet bildet dann noch die Stereoskopaufnahme von Organen, die schwer auf längere Zeit ruhig gestellt werden können. Denn da für stereoskopische Zwecke zwei Aufnahmen hintereinander angefertigt werden müssen, so ist es klar, daß dieselben um so seltener durch Bewegungen des Objektes irgendwelcher Art gestört werden, je schneller die Aufnahmen aufeinanderfolgen. Wir verfügen heute über gute Apparate, welche die für die Stereoskopie nötige Verschiebung der Röntgenröhre und Auswechslung der photographischen Platte automatisch besorgen.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Momentaufnahmen nur auf die notwendigsten Fälle zu beschränken und in der Regel Zeitaufnahmen zu machen, die sicherer gelingen und „kräftiger durchgearbeitet“ erscheinen.

Die Hauptfortschritte der Röntgendiagnostik kamen in den letzten Jahren den Verdauungsorganen zu gute. Diese sind als Hohlorgane nur dann der Untersuchung durch die Strahlen zugänglich, wenn sie mit einem Kontrast bildenden Inhalt versehen werden. Theoretisch kommen sowohl Materialien in Betracht, die leichter durchgängig

sind als die Umgebung, wie z. B. Luft, als auch die schwerer durchgängigen, wie Wismut. In der Tat aber haben sich fast nur die letzteren bewährt.

Man muß natürlich von den Schatten gebenden Stoffen in erster Linie verlangen, daß sie dem Kranken keinen Schaden bringen. Das früher übliche Bismutum subnitricum wurde aus diesem Grunde durch das Bismutum carbonicum verdrängt, weil gelegentlich — wenn auch überaus selten — Vergiftungssymptome dabei beobachtet wurden. Sehr empfehlenswert ist das erheblich billigere Zirkonoxyd, das aus den Gasglühstrümpfen gewonnen wird, aber in etwas größeren Mengen gegeben werden muß als die Wismutsalze, um einen gleich starken Schatten zu geben. Etwas ökonomischer arbeitet man noch mit Barium sulfuricum. Bei der Lage des Drogenmarktes scheint aber die Gefahr, das Sulfat gelegentlich mit giftigen anderen Salzen des Bariums zu verwechseln, näher zu liegen, als die meisten annehmen. Man sollte daher vom Gebrauch des Bariums ganz absehen; denn für den erhöhten Schutz unserer Kranken darf ein Silberling keine Rolle spielen.

Die Schatten gebenden Stoffe werden gleichmäßig verteilt in mehr oder weniger dicken Brei gegeben, in welchem sie suspendiert bleiben. Man erhält so einen Ausguß der Hohlorgane, der ihre Form und Bewegungen mehr oder weniger treu wiedergibt und gegebenenfalls auch krankhafte Zustände verrät. Nur darf man sich nicht vorstellen, daß es eine leichte Aufgabe ist, das Zufällige vom Gesetzmäßigen, das Normale vom Kranken in den Röntgenshatten zu trennen, und zwar gilt dieses nicht nur für die Magen- und Darmuntersuchung, sondern für die ganze Röntgendiagnostik. Es ist vielleicht der größte Fortschritt, daß in eifriger Arbeit viele Beobachter ein ungeheures Material angehäuft und zum Teil gesichtet haben, um hier größere Klarheit zu schaffen. Zahlreiche Röntgenatlanten, Röntgenzeitschriften usw. erleichtern den Überblick über dieses Gebiet, das sich bereits sehr ausgedehnt hat und ein großes Spezialfach umfaßt. Das Röntgenfach hat mit den anderen großen Spezialfächern eine gewisse Begrenzung gemeinsam. Hier wie dort müssen sich daher die Berufenen zu gemeinsamer Arbeit zusammenfinden. Der beschäftigte Röntgenologe kann sich so wenig ausreichend um die anderen Fächer kümmern, wie die anderen Spezialärzte genügend um die Röntgenologie.

Neben der Diagnostik hat auch die Therapie große Vorteile aus der Röntgenschen Entdeckung gezogen. Nachdem man erkannt hatte, daß die Röntgenstrahlen Schaden hervorrufen können — insbesondere an der Haut, den Blut bereitenden Organen und Geschlechtsorganen —, hat man sich nicht nur dagegen schützen gelernt, sondern auch nach der Erfahrung: Was Wunden schlägt, kann solche heilen, die Strahlen mit Erfolg gegen viele Erkrankungen angewendet. Zuerst gebrauchte man sie gegen alle möglichen Arten von Hautleiden; dann gegen Erkrankungen des Blutes, gegen bösartige Geschwülste und gewisse Formen der Tuberkulose. Einen besonders großen Aufschwung hat

aber die Röntgentherapie in neuester Zeit gegen Frauenleiden (Blutungen, Myome) gefunden. Hand in Hand ging damit die Ausbildung praktischer Methoden, die Röntgenstrahlen zu dosieren und kräftiger in die Tiefe ohne Schaden für die Haut wirken zu lassen. Die Röntgenbehandlung sollte, wie die Röntgenuntersuchung, nur den im Röntgenfache erfahrenen Ärzten anvertraut werden, die auch allein fähig sind, das nicht entbehrliche Unterpersonal zu beaufsichtigen.

Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen.

Von Privatdozent Dr. H. Baerwald, Darmstadt.

Die Erscheinungen im elektrischen und im magnetischen Felde.

1. Die Förderung unserer Vorstellungen vom Bau des Atoms, die wir den neueren Arbeiten über *positive* Strahlen verdanken, läßt sich am besten durch die Errungenschaften charakterisieren, die den Forschungen über die *negativen* Strahlen, die Kathodenstrahlen, entspringen. Die bahnbrechenden Arbeiten *P. Lenards* auf diesem Gebiete haben unsere Anschauungen vom Wesen des Atoms und der Materie völlig umgestaltet. Wir wissen jetzt: (1) Das Atom ist nicht unteilbar, sondern wir haben als Elementarbausteine der Welt weitere Unterteilungen des Atoms anzunehmen. (2) Diesen letzten Elementen, den Elektronen, ist ein elektrischer Charakter zuzusprechen, und damit ist (3) zugleich zum Ausdruck gebracht, daß wir einen prinzipiellen Unterschied zwischen Elektrizität und Materie oder, da wir Elektrizität als aus Äther gebildet annehmen, zwischen Äther und Materie nicht mehr zu machen vermögen, sondern diese als aus jenem gebildet und nur durch besondere Struktur ausgezeichnet ansehen.

2. Das vollständigste und einheitlichste Bild von den neueren Erfahrungen auf dem Gebiete der Elektronik finden wir in den Veröffentlichungen *P. Lenards*¹⁾. Wir wollen zunächst einmal das Bild in seinen Umrissen entwerfen: Als Grundelement des Weltenbaues sehen wir das Elektron an, das Elementarquantum der Elektrizität, insbesondere der negativen Elektrizität. Wir erblicken in ihm einen Vorgang im Äther, wobei wir es dahingestellt sein lassen wollen, ob wir uns das Elektron als einen Wirbelring in der reibungslosen Flüssigkeit des Äthers zu denken haben, oder aber als eine Art Blase, eine Vakuumstelle in ihm.

Im ersteren Falle könnten wir die Kraftlinien des Elektrons als Stromlinien ansprechen, die sich mit dem Wirbelring verketteten, im letzteren als Wirbelfäden, die an der Ätherblase ihr Ende finden könnten. Das einfachste wäre die Annahme, daß

¹⁾ Die einschlägige Literatur, soweit sie die Kathodenstrahlungsforschung betrifft, findet man in *P. Lenards* Nobelpreisvorlesung: „Die Kathodenstrahlen“. Leipzig 1906. Zu dieser Zeit standen die Hauptzüge unserer heutigen neueren physikalischen Anschauungen bereits fest.

jedes Elektron nur mit einer Kraftlinie ausgestattet sei, mit der es seine Wirkungen auf andere Elektronen und Äthergebilde durch die Ätherflüssigkeit hindurch ausüben könnte. Diese letztere mag dann aus Zellen gebildet sein, deren Inhalt um verschiedenen gerichtete Achsen rotiert, wenn der Raum des Äthers von Kräften frei ist¹⁾.

3. Über die positive Elektrizität vermögen wir uns keine klare Vorstellung zu bilden. Die uns bis jetzt bekannten Tatsachen berechtigen uns zu der Annahme, daß die Verschiedenheit der beiden uns bekannten Elektrizitäten, der positiven und der negativen, nur auf struktureller Verschiedenartigkeit beruhe, derart, daß die positive Einheit etwa aus einem Ring von Elektronen besteht, daß sie also als eine den Elektronen übergeordnete Bildung betrachtet werden kann, die Substanz aber in beiden Fällen die gleiche ist.

4. Die Absättigung der an den Elektronen und positiven Einheiten in Gestalt ihrer Kraftlinien frei wirkenden Kräfte führt zur Bildung von *Dynamiden*. Unter diesen versteht *Lenard* Kraftzentrendipole, deren jedes eine positive und negative Einheit enthält. Sie sind nach außen neutral, im wesentlichen gleich gebaut, können jedoch je nach der Gruppierung im Atom mit verschiedenen elektrischen Momenten ausgestattet sein, also auf äußere Einwirkung in verschiedener Weise reagieren.

Ob wir danach mit den Begriffen positiv, negativ und neutral die Vorstellung von Wesensverschiedenheiten der Elementarteilchen verbinden müssen, ist zweifelhaft. Auch die *neutrale* Dynamide äußert nach außen — ebenso auch die höheren neutralen Einheiten — Kräfte, die wir, als durch Kraftlinien hervorgebracht, als elektrische ansehen, nur ist die potentielle Bindungsenergie bei den nicht abgesättigten positiven, resp. negativen Teilchen sicherlich viel größer als bei den neutralen.

5. In dem Maße aber, wie die Bindungsenergie nachläßt, wächst die Wahrscheinlichkeit der Zerstörung des Gebildes durch Einwirkungen von außen. Seine Existenzfähigkeit wird also von den Stabilitätsbedingungen abhängen, unter welchen sich die Kraftlinienbindungen der neutralen Elemente ins Gleichgewicht setzen können. Denken wir uns also die Atome aufgebaut aus Dynamiden und Dynamidengruppen, so läßt sich sowohl auf Grund theoretischer Berechnungen wie experimenteller Analogien mit einem solchen Bilde manche Tatsache deuten, der gegenüber die ältere Atomtheorie ratlos war — vor allem das periodische System der chemischen Elemente. In den Elementen sehen wir die lebensfähigsten aller möglichen Dynamidengruppen.

Von hier aus erscheint das Weltbild in einer Einheit zusammengefaßt, in der es keinen Gegensatz mehr zwischen Materie und Äther, Mechanik und Elektrodynamik gibt.

6. Gerechtfertigt werden diese Anschauungen sowohl durch die (an den Kathodenstrahlen angestellten) Messungen der spezifischen Ladung eines Elektrons, d. h. des Verhältnisses seiner Ladung zu

der ihm zugeschriebenen Masse, wie in den Beobachtungen an den durch das Lenardsche Fenster aus dem Erzeugungsrohr hinausgeführten Kathodenstrahlen, also in der Bestimmung der Absorption der Trübung und Sekundärstrahlung der Kathodenstrahlen in materiellen Körpern — Messungen, die später bei der Erforschung der Lichtelektrizität ergänzt wurden, seitdem es, ebenfalls durch die Arbeiten *Lenards*, klar geworden war, daß wir es in dieser Erscheinung mit langsamen Kathodenstrahlen tun haben.

7. Es ist nicht nötig, über die Ergebnisse der Kathodenstrahlungsforschung im einzelnen zu berichten. Aber da unsere neuen Vorstellungen vom Bau des Atoms in Vorstellungen vom Wesen der Kathodenstrahlen wurzeln, mußten wir uns mit den wesentlichen Zügen der an ihnen gewonnenen Resultate vertraut machen. Diesem Zwecke sollten die vorangegangenen Auseinandersetzungen dienen.

8. Die Arbeiten zur Erforschung der positiven Strahlen, oder — wie sie von ihrem Entdecker *E. Goldstein* benannt wurden — der Kanalstrahlen lassen sich in zwei Gruppen teilen: Die einen prüfen das Verhalten der Strahlen im elektrischen und im magnetischen Felde, die andern wenden sich an die Fähigkeit der Strahlen, unter gewissen Umständen Licht auszusenden. Die folgenden Ausführungen sollen dartun, daß sich sämtliche an den Kanalstrahlen beobachteten Erscheinungen beschreiben lassen, wenn wir in dem Bilde bleiben, welches durch die Kathodenstrahlungsforschung nahe gelegt worden ist. Die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms wird dann offenbar in der Verfeinerung derjenigen Partien des Bildes bestehen, die durch den Unterschied zwischen den Kanalstrahlteilchen und Kathodenstrahlteilchen bedingt sind.

9. Wir wenden uns zur ersten Gruppe: den Erscheinungen im elektrischen und im magnetischen Felde¹⁾. Die Entdeckung der Kanalstrahlen durch *Goldstein* gründet sich auf die Vermutung, daß den negativen Kathodenstrahlen ein positives Analogon entsprechen müsse. Diese Vermutung hat *Goldstein* zwar zum Erfolge geführt, aber in ihrer Begründung müssen wir sie heute als irrig ansehen, und dasjenige Merkmal, welches die Auffindung der Kanalstrahlen überhaupt ermöglichte, ihr *Leuchten*, ist nicht als etwas ihnen durchaus Wesentliches zu betrachten. — Wohl gab es positive auf die Kathode zufliegende Teilchen, die nach ihrem Durchtritt durch deren Kanalbohrungen in feldfreien Räumen auf ihre Natur hin untersucht werden konnten, aber schon die nächsten weiteren Beobachtungen ergaben, daß die Kanalstrahlenphänomene mit den Kathodenstrahlphänomenen keineswegs zu vergleichen waren. Es ist in erster Linie das Verdienst *W. Wiens*, die Kanalstrahlungsforschung bis zu einem gewissen Abschluß geführt und unseren Vorstellungen zu einer konsequenten Durchbildung verholfen zu haben. Wir verfolgen kurz die Aufeinanderfolge der Fort-

¹⁾ Literatur s. in dem Bericht über „die Kanalstrahlen im elektrischen und magnetischen Felde“ von *H. v. Dechend* und *W. Hammer*. Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik 8, p. 34, 1911.

¹⁾ *P. Lenard*, Über Äther und Materie. Heidelberger Berichte 1911.

schritte, wie sie die Wienschen Arbeiten gebracht haben.

10. Zunächst werden die Kanalstrahlteilchen als wenigstens teilweise positiv geladen nachgewiesen, und es gelingt, sie im elektrischen wie auch im magnetischen Felde von ihrer geradlinigen Bahn abzulenken. Während aber die Ablenkung der Kathodenstrahlen wesentlich homogen ist und beweist, daß die Teilchen gleichartig sind, finden sich bei den Kanalstrahlen neben den ablenkbaren auch unablenkbare Teile. Eine scharfe Grenze zwischen beiden gibt es nicht, zwischen den maximal ablenkbaren Teilchen und den unablenkbaren finden sich kontinuierlich alle Zwischenstufen.

11. Gleich diese erste Wiensche Arbeit (1898) enthält die beiden Hauptfragen, welche die Untersuchung der Kanalstrahlen im elektrischen und magnetischen Felde zunächst stellte. Das erste Problem betrifft die Sicherstellung des Wertes der maximalen Ablenkung bei verschiedenen Gasfüllungen und den Schluß aus diesen Werten auf die Konstitution der Kanalstrahlen. Das zweite Problem betrifft die Erklärung für die bei der Ablenkung sich herausstellende Inhomogenität der Strahlen.

Durch gleichzeitige Einwirkung eines elektrischen und eines magnetischen Feldes läßt sich der Einblick in die Vorgänge der positiven Strahlen noch vertiefen. Dieser Kunstgriff ermöglicht es, bei verschiedener Gasfüllung des Entladungsrohres festzustellen, daß die maximale Ablenkung denjenigen Atomen des Füllgases im Entladungsrohr zuzuschreiben war, welche den ganzen Raum hinter der Kathode im elektrisch geladenen Zustande durchliefen, ohne ihre Ladung, sei es auch nur für kurze Strecken, zu verlieren. Damit war bewiesen, daß die Kanalstrahlen aus fliegenden Atomen bestehen, die durch das elektrische Feld vor der Kathode, den sogenannten Kathodenfall, ihre Beschleunigung erfahren hatten, daß die Strahlen sich also aus geschleuderter Materie zusammensetzen und somit zu den Kathodenstrahlen als Vorgängen im Äther in Gegensatz traten. *Damit ist auch unser spezifisches Interesse an den positiven Strahlen gekennzeichnet. Wir können an ihnen die Eigenschaften schnell bewegter materieller Teilchen studieren, und das Resultat dieses Studiums ist eben die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms.*

12. Nachdem die Struktur der Kanalstrahlen erkannt worden war, konnte man an die Erklärung ihrer Inhomogenität bei der Ablenkung gehen. Zwei Möglichkeiten boten sich: Einmal konnte man die geringeren Ablenkbarkeiten aus der Annahme herleiten, daß sich unter der Wirkung des elektrischen Kraftfeldes der fliegenden Teilchen neutrale Massen anlagerten und größere Molekülkomplexe bildeten, wie man sie schon in ionisierten Gasen unter gewissen Bedingungen kennen gelernt hatte. Zweitens konnte man den Vorgang ebenso deuten, wie er von *Lenard* in den mit Alkalimetallsalzen gefärbten Flammen und elektrischen Bögen bereits nachgewiesen worden war: Man konnte die verschiedenen Ablenkungen aus dem zeitweiligen Verlust und Wiedergewinnen der elektri-

schen Ladung erklären. Die in neutralem Zustande zurückgelegte Wegstrecke war dann dem Einfluß des äußeren elektrischen Feldes entzogen; dessen Wirkung begann erst wieder dann, wenn das fliegende Teilchen durch Wechselwirkung mit anderen Teilchen, sei es bewegten des Strahls, oder solchen des umgehenden ruhenden Gases, seine Ladung *wiedergewonnen* hatte.

Die große Geschwindigkeit der Kanalstrahlen — sie beträgt, je nach der beschleunigenden Spannung, etwa $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{100}$ der Geschwindigkeit des Lichtes — machte die Hypothese der Massen-anlagerung von vornherein sehr unwahrscheinlich. Den direkten Nachweis aber für die *Berechtigung der Hypothese der elektrischen Umladung* erbrachte *W. Wien* (1908), als er den Kanalstrahl durch zwei Magnetfelder hintereinander beeinflusste. Wenn das erste Magnetfeld hinter der Kathode so stark war, daß es mit Sicherheit alle Ladung aus dem Strahl entfernte, so ließ sich dennoch in einigem Abstände hinter dem Felde abermals Ladung nachweisen, so daß der Strahl nur um einen gewissen Prozentsatz *geschwächt* erschien. Schon dadurch war klar, daß die neue Ladung nur durch Wechselwirkung zwischen ruhenden und bewegten Atomen entstanden sein konnte. Aber auch das zweite Magnetfeld vermochte den Strahl nicht dauernd seiner ganzen Ladung zu berauben, sondern wieder nur eines Teiles des ankommenden Betrages, und zwar um prozentual ebensoviel, als der Strahl durch das erste Magnetfeld an Ladung verloren hatte. Die Ladungsverminderung durch die Magnetfelder hängt überdies vom Drucke des den Strahl umgebenden Gases ab. Damit war nicht bloß qualitativ, sondern auch quantitativ die Neuentstehung der Kanalstrahlladung durch Wechselwirkung zwischen ruhenden und bewegten Teilchen bewiesen. Diese Wechselwirkung muß sowohl in der Neutralisierung positiver Teilchen im Strahl, wie in der Aufspaltung neutraler Atome in Elektronen und positive Restatome bestehen; denn nur durch das gleichzeitige Auftreten beider Prozesse war die Existenz des neutralen Strahles und das beharrliche Wiederauftreten positiver Ladung nach dem Durchgang durch starke Magnetfelder zu erklären. Das Ergebnis läßt sich auch so ausdrücken: Der Kanalstrahl ist einem Umladungsprozeß unterworfen und strebt einem Gleichgewichtszustand zu, welcher durch die Natur und den Druck der den Strahl umgebenden Gasatmosphäre bedingt ist, und der im Falle der Störung sich stets von neuem wieder einzustellen trachtet.

13. Die Abhängigkeit des Gleichgewichtszustandes zwischen positiven, negativen und neutralen Teilchen im Kanalstrahl von der chemischen Natur der Atmosphäre, in welche er eintritt, ist noch Gegenstand der zuletzt veröffentlichten Arbeiten *W. Wiens* gewesen. Eine solche Abhängigkeit besteht in der Tat, aber ein Gesetz dafür ist bisher noch nicht bekannt. Alles, was wir wissen, ist dies, daß von verschiedenen Gasatmosphären der Kanalstrahl in verschieden starker Weise zur Bildung positiver und negativer

Teilchen angeregt werden kann, daß meist die positiven überwiegen, daß es aber auch Fälle gibt, in denen die negativen überwiegen. Aber wenn wir uns auch noch nicht die quantitativen Beziehungen eindeutig zurechtlegen können, so können wir uns doch an der Hand der Kathodenstrahlforschung ein Bild von dem Umladungsvorgange machen.

14. Wir wissen, die Kanalstrahlen bestehen aus ursprünglich positiv geladenen Teilchen des Gases im Entladungsrohr und sie verdanken ihre Geschwindigkeit dem elektrischen Feld im Kathodenfall. Bei den Versuchsbedingungen, wie sie den bisher genannten Arbeiten zugrunde lagen, bleibt ein verhältnismäßig kleiner Teil, etwa 30 % positiv geladen; der Rest, durch die von der Kathode ausgeschleuderten Elektronen abgesättigt, aber durch deren kleine Masse in seinem Laufe nicht gehemmt, tritt neutralisiert durch den Kathodenkanal. Ein Teil der positiven und neutralen Atome durchfliegt den Beobachtungsraum, ohne mit dem umgebenden ruhenden Gase in Wechselwirkung zu treten. Er repräsentiert das Strahlenbündel, welches in den elektrischen oder magnetischen Feldern maximal gelenkt wird, bzw. unbeeinflusst bleibt. Wir dürfen dabei nicht etwa annehmen, daß die unbeeinflussten Teilchen den Beobachtungsraum frei durchlaufen hätten, ohne mit einem Molekül des ruhenden Gases zusammenzutreffen, das wird sogar kaum bei einem einzigen so sein. Nur ersehen wir daraus: nicht jede Begegnung fliegender materieller Teilchen endet mit einer bemerkbaren Einwirkung, etwa einer Umladung. Unser Bild vom Atom als einem System von elektrischen Kraftfeldern der Dynamiden in ihm läßt es plausibel erscheinen, daß bei großer Geschwindigkeit ein materielles Teilchen durch ein ruhendes hindurchfliegt, ohne irgendwelche Zerstörung hervorzurufen. Oft genug freilich wird eine Zerstörung stattfinden, und die wird in der Abtrennung von Elektronen derjenigen Dynamiden bestehen, welche sich an der Außenseite des Atoms befinden, weiter ausgebauchte und daher schwächere Kraftlinienbindungen besitzen als die Dynamiden in Innern des Atoms.

15. Der zweite Vorgang bei den Umladungserscheinungen im Kanalstrahl, welcher der Dissoziation der Atome das Gleichgewicht hält, ist die Rekombination zu neutralen Teilchen. Sie ist nur eine von vier Möglichkeiten, die sich im Beobachtungsraum des Strahls abspielen können. In vielen Fällen fliegt das neu gebildete positive Teilchen als solches weiter und bildet den positiven Teil des Kanalstrahls, das negative Elektron aber kann entweder auch frei bleiben, oder sich an Moleküle und Atome des ruhenden und bewegten Gases anlagern. Wir haben dementsprechend dann im Beobachtungsraum des Strahls jeweils noch mit der Existenz sekundärer Kathodenstrahlung, von negativen Trägern im ruhenden Gase und negativen Kanalstrahlteilchen zu rechnen. Die quantitativen Verhältnisse zwischen diesen einzelnen Bildungen werden offenbar von der Zahl der in Reaktion tretenden Dynamiden und ihrer Momente abhängen, d. h. also von dem Druck des Gases im

Beobachtungsraum und seiner chemischen Natur, wie es schon oben hervorgehoben wurde.

16. In diesem Zusammenhange verdient das Verhalten des Wasserstoffs besonders hervorgehoben zu werden. Die neuesten Arbeiten W. Wiens¹⁾ und J. Königsbergers²⁾ untersuchen die Umladung eines Wasserstoffkanalstrahls in einer Wasserstoffatmosphäre. Es ergibt sich: Sie ist größer als in einer anderen Atmosphäre und bei höherem Drucke kann die Intensität der Strahlen durch ausgedehnte Magnetfelder bis auf wenige Prozente geschwächt werden. Man muß also annehmen, daß die Beträge dauernd ungeladener Teilchen in diesem Falle verschwindend klein sind, was dann auch von den dauernd positiv geladenen Atomen gilt. Nun ist es aber von der Erforschung der Kathodenstrahlung her bekannt, daß die Absorption, Trübung und Sekundärstrahlung der Kathodenstrahlen in Wasserstoff besonders groß ist und um ein Erhebliches vom Massenproportionalitätsgesetz abweicht. Nach dem Vorgange von *Lenard* deuten wir dies Verhalten durch anormal große Momente der Dynamiden im Wasserstoffatom. Wenn wir uns also den Vorgang der Umladung bei den positiven Strahlen etwa dem der Sekundärstrahlung bei den Kathodenstrahlen als analog vorstellen, wenn wir in beiden Fällen von einer Störung zweier Kraftfeldsysteme durch Nähwirkung sprechen, so ist das Verhalten des Wasserstoffs hierfür eine wesentliche Stütze.

17. Freilich können wir diese Verfeinerung unseres Bildes vom Bau des Atoms, derzufolge zwei Atome lediglich durch intensive Annäherung, wie sie bei hohen Geschwindigkeiten vorkommt, sich ihre Kraftfelder stören und in sekundärer Strahlung Elektronen emittieren können, nicht allein als ein Verdienst der Kanalstrahlenforschung ansehen. Schon vorher war die Existenz ganz ähnlicher Vorgänge in den von Alkalimetalldämpfen gefärbten Flammen von *Lenard* nachgewiesen worden. Nur ist dort die durch die Wärme bedingte Geschwindigkeit der Gasatome gering und ihre Fähigkeit, durch Nähwirkung sekundäre Kathodenstrahlen auszulösen, ihre Emissivität, wie wir diesen Vorgang mit *Lenard* nennen wollen, beeinträchtigt. Der größte Teil der Sekundärstrahlung — und darin liegt die Besonderheit des Falles — rührt von der Anwesenheit der Metallatome in der Flamme her. Deren Emissivität übertrifft die der Gasatome um ein Beträchtliches, was daran liegen mag, daß ihre Randdynamiden weit ausgebauchte Kraftfelder haben und ihre Elektronen, die Valenzelektronen, nur mit schwachen Kräften binden. So kommt es, daß in den Alkalimetallflammen trotz der geringen vorkommenden Geschwindigkeiten die Emissivität und damit die Umladung zwischen positiven und neutralen Teilchen große Beträge annimmt.

18. Bei den auf Umladung untersuchten Kanalstrahlen wird, soweit es sich um Gasatome handelt,

¹⁾ W. Wien, Ann. d. Phys. 39, p. 519, 1912.

²⁾ J. Königsberger und J. Kutschewski, Ann. d. Phys. 37, p. 161, 1912.

die Emissivität durch die im Strahle vorkommenden hohen Geschwindigkeiten gesteigert. Mit wechselnder Spannung wird sie größer werden, und dies wird sich dadurch kundtun, daß das in der Umladung gegebene Verhältnis der Beträge an positiven und neutralen Teilchen, welches (s. S. 2) bei Spannungen von zehn- bis dreißigtausend Volt etwa 1:3 ist, bei weitersteigender Spannung sich der Größe 1:1 nähert. In seinen erst kürzlich veröffentlichten Beobachtungen hat *J. Königsberger* diese Abhängigkeit der Umladung von der durch die Spannung gegebenen Strahlgeschwindigkeit wirklich konstatieren können. Daß weiterhin sich die Kanalstrahlen in Quecksilberdampf so verhalten, wie es die Alkalimetallflammen vermuten lassen, daß nämlich in ihnen wegen der hohen Emissivität der Quecksilberatome viele Elektronen im Umladungsprozeß ausgeschleudert werden, hat *W. Wien* durch den Nachweis der hohen negativen Ladung im Beobachtungsraum für diesen Fall bewiesen.

19. Leider kann man die Kanalstrahlen nicht wie die Kathodenstrahlen durch Lenardsche Fenster in einen von dem Entladungsraum gänzlich getrennten und hoch evakuierbaren Beobachtungsraum eintreten lassen. (Die Durchdringbarkeit der Materie durch geschleuderte Atome ist von *J. Königsberger* bis jetzt nur in ganz extremen Fällen festgestellt worden.) Man hat sich aber anders geholfen: Man hat die Kanalstrahlen aus dem Entladungsraum in besonders hoch evakuierte Beobachtungsräume durch enge Kapillarröhren eintreten lassen, die den Druckausgleich verhindern und so einen Ersatz für das Lenardsche Fenster boten. Mit einer solchen Versuchsanordnung haben *H. v. Dechend* und *W. Hammer* das interessante Resultat gefunden, daß der Umladungsprozeß nur noch eine sehr geringe Rolle spielt: Bei gleichzeitiger elektrischer und magnetischer Ablenkung waren der abgelenkte und der unabgelenkte Strahl in aller Schärfe gesondert und auf dem zur Analyse dienenden Fluoreszenzschirm nur durch ein schwaches, eben wahrnehmbares Band verbunden. Hierin sehen wir einen neuen Beweis dafür, daß die Umladung wirklich nur von der Zahl der ruhenden Atome abhängt, die mit den bewegten in Nähwirkung treten können.

20. Dieselbe Versuchsanordnung ermöglichte auch durch gleichzeitige Einwirkung eines elektrischen und eines magnetischen Feldes eine subtile chemische Analyse der Strahlen. Denn da sich die einzelnen *Gruppen geladener Atome* in scharf begrenzte *Parabelbögen* auseinanderziehen ließen, deren jeder einer Gruppe chemisch einheitlicher Atome entsprach, konnte man unter Zugrundelegung eines Atomgewichts, z. B. des Wasserstoffs, aus dem Abstand homologer Punkte von der Nullachse auf einem Phosphoreszenzschirm, oder einer photographischen Platte, die Atomgewichte aller übrigen Atomgruppen ermitteln. Indessen ist die Ausführung dieser Messung mehr eine überraschende Anwendung schon bekannter Erscheinungen als eine Förderung unserer Kenntnis von den Vorgängen im Kanal-

strahl, es sei denn, daß man in ihnen eine nochmalige Bestätigung der schon seit den ersten Arbeiten *Wiens* bekannten Tatsache erblicken will, daß der Kanalstrahl sich aus Atomen des Gasinhaltes des Entladungsrohres zusammensetzt.

Erwähnung verdienen in diesem Zusammenhange die *chemischen* Wirkungen der Kanalstrahlen. Die Besonderheit der Reaktionen zwischen den Atomen des Kanalstrahls und den von ihnen getroffenen Körpern liegt in der hohen Temperatur, der die Strahlgeschwindigkeit entspricht, einer Temperatur, die wir nach Zehntausenden von Graden schätzen müssen. Es scheint, als ob unter den hierdurch gegebenen Umständen, bei denen offenbar die Nähwirkung der Atomkraftfelder eine erhöhte Rolle spielt, die chemischen Reaktionen vom Ladungszustand der Atome beeinflusst werden. *H. v. Dechend* und *W. Hammer* fanden Anzeichen dafür, daß z. B. die Auftreffstelle des *neutralen* Kanalstrahlenbündels auf versilberte Glasplatten andere Eigenschaften in chemischer Hinsicht aufwies als die Auftreffstelle des *positiven* Bündels.

Es wäre dies ein erstes Beispiel der Beeinflussung chemischer Reaktionen durch den elektrischen Ladungszustand der Einzelbestandteile. Aber so sichergestellt sind die Beobachtungen nicht, daß man auf sie endgültige Schlüsse gründen könnte. So hat *J. Königsberger* im Gegensatz dazu gefunden, daß die Schwärzung einer lichtempfindlichen Schicht durch Kanalstrahlen nur von der *Zahl* der auftreffenden Teilchen, nicht aber von deren *Ladungszustand* abhängt; übereinstimmend hiermit ist die Auslösung der Sekundärstrahlung aus einer von Kanalstrahlen getroffenen Metallplatte ebenfalls nur der Teilchenzahl proportional. Dagegen erscheint die Erregung von Phosphoreszenz wieder wesentlich durch den elektrischen Charakter der Atome mitbedingt: die geladenen Teilchen wirken stärker erregend als die ungeladenen. Aber wir wissen z. B. nicht, inwieweit der spezifische elektrische Charakter der Strahlteilchen in ihren jeweiligen Wirkungen durch die Eigenschaften der getroffenen Substanz, etwa deren Leitfähigkeit, aufgehoben wird oder nicht.

Bis jetzt handelt es sich bei den Wirkungen der Kanalstrahlen auf fremde Körper um mehr oder minder unzusammenhängende Einzeltatsachen.

(Schluß folgt.)

Telephonie ohne Draht.

Von Prof. Dr. H. Barkhausen, Dresden,
Direktor des Instituts für Schwachstromtechnik der technischen Hochschule.

In der Sammlung „Die Wissenschaft“ des Verlags von F. Vieweg, Braunschweig, ist kürzlich ein Buch von *Dr. K. Markau* „Die Telephonie ohne Draht“ erschienen. In Fachkreisen wird man den Titel des Buches mit einiger Verwunderung aufnehmen. Spielt doch die drahtlose Telephonie im Gegensatz zur Telegraphie nur eine ganz unter-

geordnete Rolle, und zwar weniger deshalb, weil sie technisch noch nicht genügend durchgebildet wäre, als weil praktisch kein großes Bedürfnis nach ihr vorhanden ist. Physikalisch und technisch bietet aber die drahtlose Telephonie gegenüber der Telegraphie nur ganz wenig Neues. Bei der letzteren wird der Sendestrom durch einen von Hand betätigten Taster im Rhythmus der Morsezeichen geschlossen und unterbrochen; bei der ersteren wird nur statt des Tasters ein Mikrophon eingeschaltet, das beim Hineinsprechen in bekannter Weise den Sendestrom im Rhythmus der Schallwellen verstärkt oder schwächt. Die Empfangsanordnungen sind aber neuerdings, wo auch die Telegraphenzeichen fast ausschließlich mit dem Telephon abgehört werden, absolut identisch, so daß ein drahtloses telephonisches Gespräch von allen in der Nähe befindlichen Telegraphenstationen ohne weiteres mitgehört werden würde.

Es sind nur zwei Punkte, die rein technisch einige Schwierigkeiten machen: erstens ein laut sprechendes, sicher arbeitendes Mikrophon zu schaffen, das große Stromstärken vertragen muß, ohne zu verbrennen, und zweitens die störenden Nebengeräusche zu vermeiden, die bei allen Sendemethoden der drahtlosen Telegraphie auftreten und dort vielfach wie bei den „tönenden Funken“ gerade als Signalzeichen benutzt werden. Wenn bei der Telephonie am Sender nicht gesprochen wird, darf man im Empfangstelephon nichts hören. Daher kommen prinzipiell nur die Sendemethoden mit ununterbrochenen Schwingungen, also Poulsenlampe und Hochfrequenzmaschine oder solche mit so schneller Unterbrechung, d. h. Funkenfolge, in Betracht, daß der entstehende Ton oberhalb der Hörgrenze liegt. Leider ist es nicht ganz leicht, diese Anordnungen zu vollkommen regelmäßigem Arbeiten zu bringen; jede kleine Unregelmäßigkeit gibt sich aber gleich als störendes Nebengeräusch im Empfangstelephon zu erkennen. Es gehört daher zur Herstellung einer guten drahtlosen telephonischen Verbindung immer noch ein gewisses experimentelles Geschick.

Man würde diese beiden Störungsquellen im Betriebe sicher ruhig mit in Kauf nehmen, wenn durch die drahtlose Telephonie gegenüber der Telegraphie etwas Wesentliches gewonnen würde. Das ist aber nicht der Fall. Was die gewöhnliche Telephonie mit Leitung so sehr von der Telegraphie unterscheidet und sie beim großen Publikum so beliebt macht, ist, daß sich jedermann ohne weiteres mit einem Freunde in Rede und Gegenrede unterhalten kann. Das fällt aber bei der drahtlosen Telephonie ganz fort. Denn das Mikrophon, in das hineingesprochen wird, muß sich in der drahtlosen Station selbst befinden. Es wird aber niemandem einfallen, bloß um ein „drahtloses“ Gespräch zu führen, bei dem er auch nur in den seltensten Fällen seinen Freund „zu Hause“ treffen wird, nach der nächsten, oft weit entfernten Station zu reisen. — *Für das große Publikum kommt also die drahtlose Telephonie überhaupt nicht in Betracht.* Die Stationsbeamten können aber selbstverständlich alle telegraphieren und werden sich der für sie viel umständlicher her-

stellbaren telephonischen Übermittlung nur ungern bedienen.

Die Verwunderung über den Titel des anfangs genannten Buches wird übrigens durch dessen Inhalt nicht behoben. Man findet eine etwas kritiklose Beschreibung der in der drahtlosen Telegraphie verwandten Methoden, die sich eben alle mehr oder weniger gut auch zur drahtlosen Telephonie eignen. Etwas anderes wäre auch gar nicht möglich gewesen. Wenn aber der Verfasser zu seiner Rechtfertigung im Vorwort auf die „Reihe von verschiedenen Systemen der drahtlosen Telephonie“ hinweist, die sich zurzeit schon erfolgreich herausgebildet hätten, und nach diesen „Systemen“ seine ganze Disposition aufbaut, so begeht er einen leider vielfach gemachten Fehler. Es kann nur verwirren, wenn ein und dieselbe Methode, nur weil sie von verschiedenen Firmen und dementsprechend mit etwas abweichend konstruierten Apparaten angewandt wird, immer wieder als neues „System“ hingestellt wird. Das „System“ Nr. 2, 3, 4 und 5 in dem Buche unterscheiden sich von dem „System“ Nr. 1 nur dadurch, daß bei Nr. 2 eine etwas anders konstruierte Bogenlampe, bei Nr. 3 ein besonderes Mikrophon, bei Nr. 4 ein anderer Detektor und bei Nr. 5 ein übrigens auch bei den übrigen „Systemen“ d. h. Firmen gelegentlich verwandter Zwischenkreis benutzt wird, während sonst die ganze Methode und Anordnung bei allen die gleiche ist.

Es gibt eine große Zahl von Leuten, die auf der Suche nach den allerneuesten technischen Errungenschaften der drahtlosen Telegraphie schon keinen Reiz mehr abgewinnen können, sich aber von der drahtlosen Telephonie noch Wunderdinge versprechen. An Käufern wird es daher dem Buche kaum fehlen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Ursache und Bedingungen.

In Heft 7 dieser Zeitschrift schreibt Professor *Tendeloo* in Leiden über „Ursache und Bedingungen“. Vielleicht ist es gestattet, an seinen interessanten Ausführungen einige Kritik zu üben.

Der Verf. geht davon aus, daß der Begriff der „Ursache“ im gewöhnlichen Sprachgebrauch schlecht definiert ist. Man sagt: eine Kugel hat diesen Mann getötet, während es in Wirklichkeit die Bewegungsenergie der Kugel war, die den Tod verursacht hat. Man sagt, ein Funken war die Ursache der Explosion, die wahre Ursache ist die latente chemische Energie. Der Verf. definiert daher: „Ursache nennen wir die *Energie* in ihrer *ursprünglichen* Verteilung und Form, Wirkung ist die Energie in ihrer *neuen* Verteilung und Form.“

Das ist eine durchaus scharfe Definition; nur scheint mir der Begriff, was er an Schärfe gewinnt, an Anwendbarkeit zu verlieren. Auf sein erstes Beispiel kommt der Verf. nicht zurück. In der Tat ist der Tod eines Menschen keine energetische Größe, ist daher nach der Definition keine Wirkung, und es ist unstatthaft, nach seiner Ursache zu fragen. Es bleibt unbenommen, nach den Bedingungen des Todes zu fragen, aber deren gibt es unendlich viele, und man darf keine als weniger wichtig bezeichnen als die anderen. — Mit dem Beispiel der Explosion verhält es sich ähnlich; allerdings ist es

richtig zu sagen, die Ursache der Explosion war die vorhandene potentielle Energie. Aber die weitere Frage, aus welcher Ursache diese potentielle Energie sehr schnell, eben explosionsartig, in aktuelle übergegangen ist, wäre unstatthaft. Es gibt keine Ursache dafür, nur unendlich viele Bedingungen.

Es wäre leicht, diese Beispiele zu vermehren und zu zeigen, daß mit der energetischen Definition der Begriff der Ursache praktisch genommen wegdefiniert ist. Aber wohin kämen wir im Leben und Wissenschaft, wenn wir nicht Ursachen suchten und, was die Hauptsache ist, auch fänden?

Ich verspüre einen Schmerz beim Auftreten, ich ziehe meinen Stiefel aus und finde eine Nagelspitze. Der Nagel war die Ursache des Schmerzes. Zu sagen, die Schwerkraft der Erde sei die Ursache gewesen, wäre sinnlos, denn ich habe die Ursache des Schmerzes nur deshalb gesucht, um sie beseitigen zu können. — Kehren wir zu dem Beispiel der Explosion zurück. Ein Dampfkessel ist explodiert, der Dampfkesselinspektor untersucht die Trümmer, um die Ursache der Explosion festzustellen. Er findet die Sicherheitsventile in Ordnung, konstatiert aber, daß der Wasserstand zu niedrig war und schreibt: Ursache zu niedriger Wasserstand. Von den unendlich vielen Bedingungen des Vorganges ist diese eine allein die Ursache. Nach der energetischen Definition zu sagen: Ursache der Dampfdruck, wäre offenbar ganz verkehrt.

Also: Ursache nennen wir diejenige der unendlich vielen Bedingungen, mit denen ein Vorgang funktionell verknüpft ist, die zu erkennen praktisch am wichtigsten ist. Sind mehrere solche Bedingungen praktisch gleich wichtig zu kennen, so haben wir mehrere Ursachen des Vorganges, wissen wir keine Bedingung von praktischer Bedeutung hervorzuheben, so sprechen wir von Zufall. Praktisch heißt zweckmäßig; in der Tat scheint mir, daß sich die Begriffe Zweck und Ursache nicht sondern lassen.

Das Wesen der Wissenschaft besteht doch darin, nach der Ursache von Erscheinungen ohne Rücksicht auf ihren praktischen Wert zu fragen. Ich frage: warum weist die Magnetnadel nach Norden? ohne daß ich einen Kompaß bauen will. Was ist die Ursache der Eiszeit? ist eine wissenschaftliche Fragestellung. Der Zweck ist hier, den Vorgang zwar nicht zu beeinflussen, aber begrifflich zu erfassen. Man hat bisher bekannte Tatsachen noch nicht so kombinieren können, daß sich die Eiszeit als eine logische Folge ergeben hätte. Nun bringt jemand neue Tatsachen, neue Kombinationen herbei, verknüpft sie mit den alten, so daß die Eiszeit als logische Folge erscheint: das Neue, worauf er die Aufmerksamkeit gelenkt hat, ist die Ursache. Dabei liegt die Nebenbedeutung in dem Worte, daß die neuen Elemente nicht zu viele sind, denn wenn man etwa die Eiszeit aus dem Zusammentreffen vieler verschiedener Umstände in wechselnder Weise herleiten würde, könnte man kaum noch sagen: das und das ist die Ursache.

Auf die Frage, warum die Magnetnadel nach Norden zeigt, könnte man etwa antworten: weil die Erde ein Magnet ist. Man würde dann bei dem Frager Kenntnisse über das Verhalten von Magneten gegeneinander und über die Gestalt der Erde voraussetzen. Das Neue für ihn, daß die Erde ein Magnet ist, erschiene ihm dann als Ursache. Mit anderen Voraussetzungen könnte man sagen: weil Kraftlinien von Süden nach Norden gehen. Oder, wenn der Schüler antwortete: das alles weiß ich, aber warum zeigt gerade die Magnetnadel nach Norden? so müßte man ihm eine Theorie über permanenten Magnetismus als vermutete Ursache angeben.

Noch ein Beispiel: ein Kind fragte: Mutter, warum geht das Wasser hier aus dem Wasserleitungshahn nach

oben? Die Mutter war in Verlegenheit über die Antwort und suchte dem Kind etwas von Druck zu erklären, hatte aber das Gefühl, daß das Kind von der Antwort nicht befriedigt war. Ich glaube, sie hätte sagen sollen: weil das Wasser in der Wasserleitung von oben kommt, und das Kind hätte diese Tatsache als Ursache empfunden.

Danach ist also Ursache im wissenschaftlichen Sinne diejenige Bedingung eines Vorganges, auf die man die Aufmerksamkeit konzentrieren muß, um den Vorgang logisch in das Weltbild einzuordnen.

Das ist freilich keine scharfe Definition des Begriffes. Ist eine solche unmöglich? Das scheint mir mit der Frage zusammenzuhängen: ist ein rein mathematisches Weltbild denkbar? oder richtiger vielleicht: welches ist die Bedeutung und die Begrenzung der mathematischen Analyse für die Erfassung des Weltbildes?

Stockholm, 6. März 1913.

A. Finkelstein.

Ihrer Aufforderung, zu dem Artikel „Die Bestimmung von Ursache und Bedingungen“ von Prof. Dr. N. Ph. Tendeloo-Leiden in Heft 7, sowie zu den hiergegen gerichteten kritischen Bemerkungen von Dr. Alevis Finkelstein-Stockholm auch meinerseits von mehr philosophischen Gesichtspunkten aus kurz Stellung zu nehmen, komme ich um so lieber nach, als ja in der Tat, wie Sie mit Recht betonen, die philosophischen, vor allem die erkenntniskritischen, Gesichtspunkte, die hier das Meiste zur Klärung der behandelten bzw. angeregten Fragen beitragen könnten, von beiden Seiten allzu sehr außer acht gelassen worden sind.

Zunächst ist es schon eine unzulässige, weil unkritische Vermischung von Metaphysik, Erkenntnistheorie (Logik) und empirischer Naturerkenntnis, wenn man den Begriff der Ursache durch den der Energie zu interpretieren, wenn man ihn gar daraus abzuleiten, darauf zurückzuführen, und vollends, wenn man ihn mit seiner Hilfe zu „definieren“ sucht. Der Begriff der Energie hat gewiß auf dem Boden empirischer Naturerkenntnis eine ausgedehnte und erhebliche Bedeutung — aber dennoch ist diese Bedeutung selbst hier schon eine eingeschränkte, darüber hinaus aber vielfach eine fast verschwindende.

Man wird z. B. die Explosion eines Pulvermagazins wohl als „Umwandlung potentieller in kinetische Energie“ hinreichend erklären können, aber für die Explosion eines Volkskörpers, etwa eine politisch-soziale, wie in der französischen Revolution, oder eine nationale, wie in der Erhebung von 1813, ist mit einer derartigen Erklärung fast nichts gewonnen. Nimmt man aber den Begriff der Energie, wie es etwa Ostwald tut, als universelles Erklärungsprinzip, das keinerlei Einschränkung zuläßt, so handelt es sich um einen rein metaphysischen Begriff — im Grunde ist es nur ein neuer Name für den alten naturphilosophischen Begriff der Kraft —, der von vornherein all den Einwänden ausgesetzt ist, denen jede Art von metaphysischer Substruktion unterliegt, der also jedenfalls weit entfernt ist von jener wissenschaftlichen Genauigkeit und unbedingten Haltbarkeit, welche Herrn Prof. Tendeloo nach den Ausführungen seines Artikels vorschwebt.

In der Tat aber gehört der Begriff der Ursache, der durch den der Energie erklärt und definiert werden sollte, weder der Metaphysik noch der empirischen Wissenschaft, sondern ausschließlich der Erkenntnistheorie an, d. h. es handelt sich hier um einen, und einen der wichtigsten, jener obersten Allgemein-Begriffe (seit Aristoteles als Kategorien bezeichnet), ohne welche Erkenntnis unmöglich ist, durch welche Erkenntnis jeder Art, also auch wissenschaftliche Erkenntnis, überhaupt

erst zustande kommt. *Kant* charakterisiert diese Kategorien als die formalen Bedingungen, oder auch überhaupt als die Formen der Erkenntnis, welche erst den Stoff (die Materie) der Erkenntnis gestalten, indem sie dessen Mannigfaltigkeit einheitlich verknüpfen, synthetisch zur Einheit binden, so daß erst vermöge dieser Synthese das entstehen kann, was wir Erkenntnis nennen.

Daraus folgt nun unmittelbar, worauf ja auch Herr *Dr. Finkelstein* wenigstens vermutungsweise schon hindeutet, daß eine Kategorie, also auch der Begriff der Ursache, nicht auf einen noch höheren Begriff zurückgeführt werden, also auch nicht definiert werden kann; weil, wie *Schopenhauer* treffend sagt¹⁾, „es kein Prinzip gibt, das Prinzip aller Erklärung zu erklären — oder wie das Auge alles sieht, nur sich selbst nicht“.

Wenn aber auch eine Kategorie wie Ursache und Wirkung nicht einem höheren Begriff subsumiert, also auch nicht definiert werden kann, so ist es doch möglich, ihr Wesen anderweitig zu bestimmen und vorstellig zu machen: dadurch nämlich, daß man ihre engen oder weiteren Beziehungen zu anderen Kategorien aufhellt und so den Ort zu bestimmen sucht, den diese eine Kategorie in der Gesamtheit aller Kategorien, in der Struktur der Intelligenz überhaupt einnimmt. Bei diesem Verfahren, einer Art von intellektueller Topographie, ergibt sich dann z. B., daß die Kategorie der Ursache nicht nur analytisch ein Mehrfaches einschließt — in diesem Sinne spricht *Schopenhauer* in der erwähnten Schrift von der „vierfachen Wurzel“ des Satzes vom zureichenden Grunde —, daß sie auch nicht bloß mit den Begriffen eng verknüpft ist, die jeder ohne weiteres als nah verwandt erkennt, wie Bedingung (positive und negative), Grund und Folge, Motiv usw., sondern daß sie auch unabtrennbar ist von solchen Kategorien wie Substanz und Akzidenz, Notwendigkeit und Zufälligkeit, ferner von den Bestimmungen der Zeit. Jeder dieser Begriffe aber erfordert für sich wieder eindringliche erkenntnistheoretische Untersuchungen, erst recht also gründliche erkenntnistheoretische Schulung und philosophische Bildung überhaupt. Ohne diese und ohne die so gewonnene kritische Aufmerksamkeit wird man bei allen Versuchen, eine Kategorie wie die der Ursache zu „definieren“, oder auch nur zu erklären und zu umschreiben, immer nur wie mit der Stange im Nebel herumfahren. Ein Beispiel dafür ist die von Professor *Tendeloo* gegebene „Definition“: „Ursache nennen wir die Energie in ihrer ursprünglichen Verteilung und Form, Wirkung ist die Energie in ihrer neuen Verteilung und Form.“ Herr *Dr. Finkelstein* vermißt hier die praktische Anwendbarkeit, sieht aber in diesem Satze eine durchaus scharfe „Definition“. Ich muß das Gegenteil behaupten. Zunächst ist der Satz ja überhaupt keine Definition und kann es nicht sein, und er enthält infolge Einführung des Begriffs der Energie eine unzulässige metaphysische Substruktion — beides habe ich schon oben näher dargelegt. Sodann wird durch die Ausdrücke „ursprünglich“ und „neu“ zwar zutreffend das Moment der Zeitverknüpfung geltend gemacht, aber nur in einer das Wesen der Sache verdunkelnden Weise: denn der populäre Ausdruck neu (novum) ist in keiner Weise identisch mit dem posterius, und das Wort „ursprünglich“ ist ebenfalls mit Nebenbedeutungen belastet, auch mit der, auf die Kategorie der Substanz wenigstens hinzuweisen. Dagegen fehlt auf der anderen Seite in dem Satze gerade

der Begriff, der auch in einer erklärenden Umschreibung keinesfalls entbehrt werden kann, weil erst durch ihn die Verknüpfung zweier Erscheinungen in der Zeit zu einer ursächlichen wird: nämlich der Begriff der Notwendigkeit (dieser Zeitfolge). — —

An solchen Beispielen wird es deutlich, wie wichtig für die Naturforschung wie für jedes Gebiet empirisch-wissenschaftlicher Erkenntnis die Beschäftigung mit den aller Wissenschaft zugrunde liegenden philosophischen und insbesondere erkenntnistheoretischen Fragen ist. In jedem Falle aber darf man bei der Behandlung mit solchen Grenzfragen, wie der in dieser Kontroverse behandelten, nicht achtlos an der großen erkenntnistheoretischen Arbeit vorübergehen, die von *Kant* und seinen zahlreichen Nachfolgern geleistet worden ist — nicht vorübergehen mehr als hundert Jahre nach dem Hervortreten *Kants* und mehr als fünfzig Jahre, nachdem *Helmholtz* eindringlich gezeigt hat, daß diese von *Kant* inaugurierte Erkenntnistheorie gerade auch für die Naturforschung ein notwendiges Fundament bilde und bleiben müsse.

Berlin, 18. März 1913.

M. Kronenberg.

Besprechungen.

Bakhuis Roozeboom, H. W., Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenregel. Drittes Heft: Die ternären Gleichgewichte. 2. Teil: Systeme mit zwei und mehr Flüssigkeiten ohne Mischkristalle und ohne Dampf, von F. A. H. Schreinemakers-Leiden. (Deutsch von J. J. B. Deuß.) Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1913. XII, 348 S. Preis geh. M. 11,—.

Dem eifrigsten und erfolgreichsten Förderer der Lehre von den heterogenen chemischen Gleichgewichten, H. W. Bakhuis Roozeboom, ist es nicht vergönnt gewesen, das begonnene umfassende Lehrbuch über dieses Gebiet zu vollenden; erst zwei Hefte des Werkes — Systeme aus einer Komponente (1901) und Systeme aus zwei Komponenten, Teil 1 (1904) — waren im Druck erschienen, als im Februar 1907 das arbeitsreiche Leben des erst dreiundfünfzigjährigen Mannes erlosch.

Zuerst zögernd, dann bereitwillig und dankbar, nahmen die Chemiker die in Leiden und Amsterdam gearbeiteten Theorien und Forschungsmethoden auf, die alle ihren Ursprung in der Phasenregel hatten. Ohne erhebliche Kämpfe, langsam und stetig, drang die Lehre vom heterogenen Gleichgewicht in alle Gebiete der Chemie ein, die ihr ihrem Charakter nach zugänglich waren; allgemeine Anerkennung als wertvolles Forschungsprinzip fand sie, als es mit ihrer Hilfe gelang, das dunkle Reich der Metallegierungen zu erhellen und in wenigen Jahren eine neue Wissenschaft von hervorragender technischer Bedeutung — die Metallographie — zu schaffen.

Wer die Literatur der anorganischen Chemie verfolgt, kann nicht im Zweifel darüber sein, daß ein großer Teil der in dieser Disziplin während der letzten Jahre geleisteten Arbeit direkt oder indirekt von den Forschungen Bakhuis Roozebooms und seiner Schule beeinflusst wurde; und eine Minderung dieser Wirkung ist noch nicht zu erkennen. Unter diesen Umständen mußte die Vollendung des Lehrbuches über die heterogenen Gleichgewichte sehr erwünscht erscheinen, und sie ist in der Tat gesichert durch das Eintreten mehrerer Schüler Bakhuis Roozebooms, insbesondere F. A. H. Schreinemakers in Leiden.

Der neue Verfasser hat sich zunächst seinem Spezialgebiet, den ternären Gleichgewichten, den aus drei Kom-

¹⁾ In seiner kleinen Schrift „Die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde“, die auch als Ganzes für die hier behandelten Streitfragen sehr instruktiv ist.

ponenten aufgebauten Systemen, zugewandt; von diesen ist vor zwei Jahren die erste Abteilung erschienen, in welcher die Verhältnisse aller Komplexe mit nur *einer* flüssigen Phase, *ohne* Dampf und ohne Mischkristallbildung behandelt werden. In der nunmehr vorliegenden zweiten Abteilung wird gleichfalls noch an der Einschränkung festgehalten, daß weder eine Dampfphase noch Mischkristalle vorhanden seien, dagegen ist nunmehr die Zahl der flüssigen Phasen beliebig (natürlich innerhalb der von der Phasenregel gezogenen Grenzen). Es handelt sich also in diesem Teil des Werkes hauptsächlich um solche Dreikomponentensysteme, bei denen „Schichtenbildung“ eintritt. Dies kommt am reinsten zum Ausdruck im *ersten Hauptabschnitt*, in dem das *Auftreten fester Phasen ausgeschlossen* wird. Die einfachsten Gleichgewichtsfälle ergeben sich dann, wenn bei konstanter Temperatur und konstantem Druck *zwei* Flüssigkeitsschichten sich bilden können (Kap. 1), und diesen schließen sich die Gleichgewichte mit *drei* flüssigen Phasen unter den gleichen Bedingungen an (Kap. 2). Der nächste Schritt zur Verallgemeinerung besteht nun darin, daß man die Schichtensysteme bei konstantem Druck, aber wechselnder Temperatur (Kap. 3) oder bei konstanter Temperatur und wechselndem Druck (Kap. 4) betrachtet; hierbei sind von besonderem Interesse das Auftreten oder Verschwinden von Entmischungsgebieten, sowie Zusammenfließen und Trennung zweier solcher Gebiete. Das fünfte Kapitel beschäftigt sich sodann mit den Eigenschaften der Grenzfläche (Druck = Konst.) zwischen homogenen und den flüssig-heterogenen Teilen der ternären Systeme — der Binodalfäche — sowie den besonderen auf dieser Fläche gelegenen Kurven, wobei auch die experimentelle Bestimmung derartiger Flächen und Linien besprochen wird.

Eine neue Komplikation tritt im *zweiten Hauptabschnitt* dadurch auf, daß nunmehr auch die Teilnahme *einer oder mehrerer fester Stoffe* — der Komponenten oder ihrer Verbindungen, unter Ausschuß von Mischkristallen — zugelassen wird. Natürlich ist dadurch kein *prinzipieller* Unterschied der hier behandelten Systeme gegen die früheren gegeben, da es ja in den meisten Fällen nur von der Wahl der Bedingungen abhängt, ob der eine oder andere Stoff fest oder flüssig auftritt, und da somit die beiden Arten der Systeme (mit oder ohne feste Phasen) vielfach wechselweise ineinander überführbar sind; die Trennung erfolgt demnach lediglich aus systematischen oder didaktischen Gründen.

Eine Betrachtung der Gleichgewichte zwischen festen Stoffen und zwei Flüssigkeiten in *binären Systemen* (Kap. 6) bildet die Einleitung zur Besprechung der *Isothermenformen* analoger Gleichgewichtsfälle und ihrer Umwandlungen bei *ternären Systemen* (Kap. 7), und dann folgt die wichtige Charakteristik der „Schichtungskurve“, also der Verhältnisse, welche eintreten, wenn bei *wechselnder Temperatur* ein fester Stoff mit zwei gegenseitig gesättigten Schichten im Gleichgewicht steht (Kap. 8). Die besonderen Fälle, die durch das Auftreten einer dritten flüssigen Schicht oder mehrerer fester Stoffe gegeben sind (Vierphasensysteme), bilden den Inhalt des neunten Kapitels, das den zweiten theoretischen Hauptabschnitt beendet.

Wie in den früher erschienenen Teilen dieses Werkes ist das Hauptgewicht bei der Behandlung des angeführten Stoffes auf die graphische Darstellung gelegt, und alle Ableitungen erfolgen nach der elementaren graphischen Methode unter Ausschuß aller speziell mathematischen Entwicklungen. Überall, wo die theoretisch möglichen Gleichgewichtsfälle an Beispielen

realisiert werden konnten, ist auf diese Bezug genommen; außerdem aber findet sich noch in einem besonderen Abschnitt (Kap. 10) eine eingehende Schilderung zahlreicher experimentell untersuchter Systeme (mit Zahlenangaben), die die vorher behandelten Gleichgewichtstypen repräsentieren.

Natürlich konnte es nicht die Aufgabe eines für Chemiker bestimmten Lehrbuches sein, der Theorie des behandelten Gebietes bis auf den Grund zu gehen, oder jede dazu gehörige Experimentaluntersuchung anzuführen; um aber auch den mathematisch geschulten Leser nicht zu vernachlässigen, hat der Verfasser im Schlußkapitel einige der vorher elementar behandelten Probleme nochmals zusammenhängend mit Hilfe des thermodynamischen Potentials (ζ -Fläche) entwickelt und vertieft. —

Kein anderes Gebiet der Chemie wüßte ich zu nennen, auf dem die theoretische Konstruktion eine ähnliche Rolle spielt, wie in der Lehre vom heterogenen Gleichgewicht. Aus wenigen thermodynamischen Prinzipien werden hier die zahlreichen möglichen Gleichgewichte deduziert, und erst später wird nachgesehen, wie und wo sich diese konstruierten Fälle realisieren lassen. Dadurch entsteht natürlich in manchen Fällen — keineswegs immer! — eine gewisse Entfremdung zwischen den Problemen der experimentierenden Chemie und den Untersuchungen der Gleichgewichtslehre. Gerade die in dem soeben besprochenen Abschnitt des Werkes von *Bakhuys Roozeboom* und *Schreinemakers* behandelten Fälle zeigen dies deutlich. Systeme wie: Wasser-Aceton-KCl, Wasser-Methylalkohol- Na_3SbS_4 , Wasser-Benzoesäure-Bernsteinsäurenitril oder Wasser-Phenol-Triäthylamin — und ähnlich heißen sie alle — können von allgemeinen oder praktischen chemischen Gesichtspunkten kaum Interesse beanspruchen; sie sind vorläufig nur von Wert als Nachweise für die Zuverlässigkeit der Theorie. — Bei den früher behandelten ternären Systemen mit nur *einer* Flüssigkeit (Lösung) finden sich dagegen zahlreiche Beispiele, die auch zu theoretischen und praktischen Problemen der Chemie enge Beziehungen aufweisen. Die Ursache dieses auf den ersten Blick auffälligen Unterschiedes liegt nun darin, daß die Bildung zweier Flüssigkeitsschichten mit sehr wenigen Ausnahmen an die Gegenwart organischer Stoffe gebunden ist und sich überdies besonders da zeigt, wo chemische Wechselbeziehungen nicht vorhanden sind. Da die Arbeitsmethoden der organischen Chemie aber vorwiegend auf die Darstellung bestimmter Stoffe in reinem Zustande gerichtet sind, so fand die Schichtenbildung nur als präparatives Hilfsmittel (Ausschütteln mit nicht mischbaren Lösungsmitteln, Aussalzen gelöster Flüssigkeiten) Verwendung; es bleibt der Zukunft vorbehalten, die weitentwickelte Theorie der „Systeme mit mehreren flüssigen Schichten“ für allgemeinere Probleme der Chemie oder für praktisch-präparative und technische Zwecke nutzbar zu machen. *Koppell.*

Minot, Charles S., Die Methode der Wissenschaft und andere Reden. Übersetzt von *Dr. Joh. Kaufmann* (Bonn). Jena, G. Fischer, 1913. 205 S. 8°. Preis M. 5.—.

Ch. S. Minot, Professor der vergleichenden Anatomie an der Harvard Medical School, der im Wintersemester 1912/13 an der Universität Berlin als Austauschprofessor vortrug, veröffentlicht hier neun Reden, die er bei verschiedenen Gelegenheiten in den Jahren 1894 bis 1912 gehalten hat.

Die *Aufgabe des Naturforschers* (1894) besteht darin, die Wahrheit über die Natur aufzufinden und seine Entdeckungen in einer Form darzubieten, in der sie auch an-

deren nützlich werden. Wahrheitsliebe ist die Vorbedingung. „Um einen Naturforscher zu erziehen, ist es wichtiger, seinen Charakter auszubilden, als seinen Intellekt“ (p. 5). Dann muß Schulung im Beobachten, Experimentieren und Denken dazukommen. Die Vorliebe für die eigene Meinung ist möglichst zu unterdrücken. Das Streben nach Priorität ist verderblich. *Minot* meint, „daß die Académie des Sciences in Paris mehr gegen die Wissenschaft als für die Wissenschaft getan hat, weil sie durch ihre Comptes-Rendus die Sitte einer kurzen, verführten Publikation mit Rücksicht auf die Priorität eingeführt hat“ (p. 6). Vor der Neigung zur Spekulation wird gewarnt. „Für die Zeit unseres Lebens wird die Arbeit induktiver Forschung genügen, und wir können sehr wohl die Deduktion künftigen Geschlechtern überlassen“ (p. 7). „Eine Hypothese kann eine gute Dienstmagd sein, die den Kehrriech weglegt und das Arbeitszimmer in Ordnung bringt. Uns liegt es ob, daran zu denken, daß diese gute Magd die schlechteste Herrin sein würde“ (p. 8). Hinsichtlich der Publikationen, in denen Neues mitgeteilt wird, muß es als die erste Pflicht gelten, sich kurz und deutlich auszudrücken. „Ohne Zweifel wird die Arche der Wissenschaft durch die Flut der Publikationen sicher hindurchkommen und uns auf dem Ararat der Naturgesetze aussetzen, aber ich fürchte, dieser Ararat wird erst sichtbar werden, wenn die große Flut sich legt“ (p. 11). Den Naturforscher macht sein Beruf optimistisch, weil sich ihm täglich Neues offenbart, demütigt, weil seine Leistung immer klein bleibt am Ganzen der Wissenschaft gemessen, und endlich gläubig an die Möglichkeit und den Wert der Erkenntnis der Wahrheit. Der Einfluß des Naturforschers auf die Menschheit ist bedeutend; aber es müssen ihm dann Stätten des Wirkens geboten werden. Daran hat es 1894 in Amerika noch sehr gefehlt.

Die Rede *Wissen und Praxis* wurde 1899 vor jungen Medizinern am Vortage ihrer Promotion gehalten. Sie betrifft amerikanische Verhältnisse. Die Arbeit des Arztes ist kein Gewerbe, das mit einmal erlangter Routine immer ausgeübt werden kann, sondern sie bedarf der beständigen Fühlung mit der Wissenschaft und zwar nicht mit solcher, die in Büchern steht. „Das Wissen lebt im Laboratorium; wenn es tot ist, vergraben wir es angemessenerweise in einem Buch“ (p. 39). Für die Ausbildung wie für die Weiterbildung des Arztes ist die selbständige, forschende Arbeit von größter Wichtigkeit.

Die Ausführungen über *die embryologische Basis der Pathologie* (1901) gehen von der Voraussetzung aus, daß Pathologie und Embryologie an der Histogenese ein gemeinsames Interesse haben. Der Verf. gibt einen Überblick über die strukturellen Veränderungen, die die Zellen oder aufeinander folgende Generationen von Zellen von der frühesten nicht differenzierten Stufe bis zu ihrer schließlichen Zerstörung erfahren. Die ganze Reihe der Veränderungen (Vermehrung, Differenzierung, Tod) faßt er unter dem Begriff der Cytomorphosis zusammen und erläutert sie durch Beispiele aus der Wirbeltierhistologie. Als hauptsächliches Ergebnis resultiert: „1. Jede Keimschicht hat einen spezifischen und ausschließlichen Anteil an der Produktion von Geweben. 2. Nicht differenzierte Zellen, die dadurch ausgezeichnet sind, daß sie nur einen kleinen Betrag an nicht spezialisiertem Protoplasma haben, existieren nicht nur im Embryo, sondern auch das ganze Leben hindurch in gewissen Teilen aller drei Keimschichten. 3. Differenzierte Zellen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie einen größeren Betrag an spezialisiertem Protoplasma haben, bilden die meisten Organe des Erwachsenen und vermögen nicht, irgend eine neue, andersgeartete Diffe-

rentation durchzumachen, obgleich sie immer noch ihre Cytomorphose durch Nekrobiose oder Degeneration zu vollenden vermögen“ (p. 69). Die pathologischen Veränderungen stimmen in ihren wesentlichen Zügen mit den normalen überein. Der Charakter eines Tumors hängt in erster Linie von der Beschaffenheit der Zellen ab, die ihn hervorbringen. Die normale Differenzierung verhindert und beschränkt die Bildung der Tumoren genau so, wie sie die Bildung weiterer normaler Strukturen verhindert und beschränkt. So kommt es, daß Tumoren sehr leicht aus nicht differenzierten Geweben hervorgehen; aber mit der fortschreitenden Spezialisierung immer seltener auftreten. Die Fälle pathologischer Nekrobiosis und Degeneration stimmen mit den normalen Prozessen überein, abnorm ist nur ihr Vorkommen nach Zeit und Ort.

Das Problem des Bewußtseins in seinen biologischen Beziehungen (1902) veranlaßt den Verf. zu allerhand Betrachtungen über die objektiven Kriterien des Bewußtseins, über seine ökologische Bedeutung und über die Aufgaben der vergleichenden Psychologie. Schließlich kommt der Satz heraus: „Das Bewußtsein hat das Vermögen, die Form der Energie zu ändern, und ist weder eine Form der Energie, noch ein Zustand des Protoplasmas“ (p. 99). Der Kenner errät unschwer das Zustandekommen solcher Ideen, von denen kein kritischer Denker leugnen wird, daß sie in keiner Hinsicht befriedigen.

Genetische Interpretationen auf dem Gebiete der Anatomie (1905) sollen den Zweck haben, die Tatsachen der Anatomie verstehen zu lassen, um das reine Memorieren von Gestalten und Verhältnissen aus der Welt zu schaffen. Der Begriff der Cytomorphosis (siehe oben!) ist zur Grundlage des ganzen Lehrens auf dem Gebiete der Anatomie zu machen. Als weiteres Beispiel wird eine genetische Klassifikation der mesenchymalen Gewebe und der Drüsen gegeben. An der Wirbeltierleber wird gezeigt, wie die Beschreibung meist unzulänglich gegeben wird und wie sie nach genetischen Gesichtspunkten gegeben werden müßte.

Die Beziehungen der Embryologie zu den Fortschritten der Medizin (1906) sind deshalb hervorzuheben, weil die Embryologie viele Tatsachen bietet, die für den Praktiker wertvoll sind. „Sie bietet Erklärungen und Interpretationen für viele anatomische Strukturen und Verhältnisse, die sonst unbegreiflich bleiben würden. Sie bietet Aufschlüsse über viele gewöhnliche und seltene Anomalien, und sie bietet der Pathologie eine Reihe von fundamentalen Begriffen, ohne die unser gegenwärtiges pathologisches Wissen nicht aufgebaut werden könnte“ (p. 149). Vor allem aber liefert nur sie Aufschlüsse über die Struktur der lebenden Körper und zwar hinsichtlich der Frage, „welches die wesentlichen Eigenschaften der Struktur des lebenden Stoffes als eines solchen sind“ sowohl wie über das Problem der Differentiation.

Gewisse Ideale der ärztlichen Ausbildung (1909): „Der ärztliche Beruf ist ein sehr schwieriger, und, um die Erfordernisse desselben zu erfüllen, müssen ausnahmsweise befähigte junge Männer eine ausgezeichnete spezielle Schulung erhalten. Daher wird eine gute medizinische Hochschule nur solche Studierende aufnehmen, die durch strenge Prüfungen mit hohen Anforderungen ausgewählt worden sind; sie wird erhabene Ideale des Wissens, der Beobachtung, des Urteils, des originalen Denkens und der Hingebung aufrechterhalten. Sie wird diese Ideale verwirklichen nicht nur durch die Bemühung, jede notwendige Beschaffung von Material im Laboratorium und im Hospital zuwege zu bringen, sondern auch durch die Anstellung fähiger Lehrpersonen. Diejenige medizinische Hochschule kann zu einer her-

vorragehenden werden, die als ihren Wahlspruch hinstellt: Hervorragende Professoren bringen eine hervorragende Hochschule zustande“ (p. 173).

Die *Methode der Wissenschaft* (1910) wird der Forscher nicht durch die Lektüre von Abhandlungen über Logik kennen lernen. „Wir haben zu viele wirkliche Schwierigkeiten durchzukosten, wenn wir durch die künstlichen Moräste der Pedanterien hindurchwaten, in welche die Logiker von Beruf ihre bedeutsamen Wahrheiten einbetten“ (p. 177). Die Methode der Wissenschaft ist überhaupt kein ihr speziell eigentümliches oder gar ein mystisches Verfahren. Sie ist nur eine vervollkommnete Anwendung der menschlichen Hilfsmittel der Beobachtung und der Reflexion. Sichere Zuverlässigkeit wird dadurch erreicht, daß erstens die Phänomene selbst und die Schlußfolgerungen der individuellen Forscher der Wahrheit gemäß aufgezeichnet werden; zweitens die persönlichen Wissensmomente nachgeprüft werden, bis sie eine unpersönliche Gültigkeit erlangen. So kommen die Schlüsse so eng an die absolute Wahrheit heran, daß sie uns sicher und mit Vorteil leiten.

Die *Lage der Naturforschung in Amerika* ist der Gegenstand der Antrittsrede, die Minot als Austauschprofessor 1912 an der Berliner Universität hielt. Drei Perioden weist die junge Naturforschung in Amerika auf: die der Colleges, die der Universitäten (seit den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts) und die der Forschungsinstitute (seit dem Anfang dieses Jahrhunderts). Der Sinn für gemeinschaftliche Unternehmungen und der Optimismus der Amerikaner haben die letztgenannte Einrichtung großartig gefördert.

In Minots Ausführungen findet sich Bedeutendes und Treffendes über viele Einzelheiten bemerkt; aber die allgemeine Philosophie entbehrt, wo sie hervortritt, der Tiefe. Wenn sich die Betrachtung von dem bestimmten Falle loszulösen versucht, wird Unzulängliches vorgebracht und Gemeinplätze sind nicht ganz selten. Freilich hilft meist ein amüsanter Ausdruck über die Banalität hinweg.

Leider enthält die Übersetzung viele Anglicismen im Stil und einige unmögliche Wörter, z. B. Textbuch (statt Lehrbuch), Hervorbringungen, Unterrichtung, mosaïsche (!) Hypothese (statt Mosaik-H.), embryonisch, ciliert (statt bewimpert), gefäßmotorisch, Mitarbeit, Sektion (statt Schnitt), Embryos (statt Embryonen) u. dergl. mehr.

J. Schaxel, Jena.

Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen. In Verbindung mit C. Correns, A. Fischel und E. Küster herausgegeben von Professor Wilhelm Roux. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1912. XII, 465 S. Preis M. 10.—.

Forscher, die auf dem Gebiete der Naturwissenschaften arbeiten, müssen sich Prof. Roux und seinen Mitarbeitern für die Herausgabe des oben genannten Werkes zu besonderem Danke verpflichtet fühlen, da es das Studium der entwicklungsmechanischen Literatur in hohem Grade erleichtert und die Ergebnisse ihrer Studien weiteren Leserkreisen zugänglich macht. Der seit den klassischen Arbeiten von Roux, Driesch, Herbst u. a. aufgeblühte Wissenszweig, welcher als Entwicklungsmechanik bezeichnet wird, hat sich seit längerer Zeit in gewisser Unabhängigkeit und, man könnte fast sagen, von anderen Disziplinen isoliert entwickeln müssen, so daß die Terminologie der Entwicklungsmechanik sogar für Forscher, die auf verwandten Gebieten arbeiten, vielleicht nicht ganz geläufig ist. Mit der Zeit, nachdem

sich die Antagonismen gemildert hatten, und auch die kausale Forschungsrichtung auf dem Gebiete der Physiologie der Lehre über das morphologische Geschehen sich ihr wohl verdienten Bürgerrecht errungen hatte, machte sich der Mangel an einem Nachschlagebuche immer mehr fühlbar, dessen man sich bei der Lektüre der entwicklungsmechanischen Arbeiten resp. als Einführung in dieses Forschungsgebiet bedienen könnte. Das in Rede stehende Werk füllt wenigstens zum Teil die Lücke aus, die natürlich erst durch Herausgabe eines Handbuches der Entwicklungsmechanik definitiv beseitigt sein wird.

Das Werk von Roux und seinen Mitarbeitern hat die Form eines Wörterbuches; die in der Literatur der Entwicklungsmechanik gebrauchten Termini sind alphabetisch geordnet und werden einzeln kurz besprochen. Jeder Artikel enthält eine kurz gefaßte Charakteristik des Begriffes, worauf gewöhnlich die Angabe der wichtigsten Literatur folgt; selbstverständlich wird vor allem auf diejenige Arbeit verwiesen, die den betreffenden Terminus eingeführt hat, resp. das betreffende Problem weiter bearbeitet. Das ganze Forschungsgebiet der Entwicklungsarbeit, also die individuelle Entwicklungslehre, Umbildungslehre und das Vererbungsproblem wird in dem Werke berücksichtigt, und zwar ist der botanische Teil von Correns und Küster und der zoologische von Roux und Fischel bearbeitet. Bei jedem Aufsatze ist mit Anfangsbuchstaben der Name des Verfassers angegeben.

Die Entwicklungs- und Umbildungslehre ist hier im weitesten Sinne und nicht etwa allein von der *ontogenetischen* Seite aufgefaßt, sondern es werden vielmehr auch diejenigen Begriffe charakterisiert, welche sich auf das *Phylogenetische* beziehen. Außerdem finden selbstverständlich Berücksichtigung auch Regulations-, Restitutions- und Regenerationserscheinungen in bezug auf die in dieser Lehre verwendeten Begriffe, sowie endlich auch die mit der Entwicklungsmechanik verwandten Forschungsgebiete, auf denen sich die Entwicklungsmechanik gründet. Das sind also z. B. die Termini, welche in das Gebiet der allgemeinen Biologie gehören, wie Geotaxis, Geotropismus, Metabolismus, Heliotropismus, Neotenie, Galvanotaxis, Galvanotropismus usw. Auch sonst allgemein verständliche naturwissenschaftliche Begriffe, wie z. B. Schwerkraft, werden hier von dem Standpunkte besprochen, wie diese Erscheinung in den entwicklungsmechanischen Forschungen verwertet wurde, ob und wie also dieser Faktor das Gestaltungsgeschehen beeinflusst. Ich gestatte mir hier aus diesem Wörterbuch der Entwicklungsmechanik einige kleine Proben anzuführen, aus denen man die Art und Weise der Besprechung der einzelnen Begriffe ersieht.

Linie, *reine* (Johannsen 1909) ist der Inbegriff aller Individuen, welche von einem einzelnen absolut selbstbefruchteten, homozygotischen (aus der Vereinigung von Keimzellen mit genau den gleichen erblichen Anlagen entstandenen) Individuen abstammen“, und zwar wieder durch strenge Selbstbefruchtung (W. Johannsen: Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien S. 9, 1903. *Ders.*, Elemente der exakten Erblichkeitslehre S. 133, 1909. Correns).

Harmonisch-inäquipotentielles System (Driesch) ist ein lebendes System, von dem jeder verschiedene Querschnitt nach dem Defekt gerade das zum ganzen Lebewesen fehlende Stück zu produzieren, zu regenerieren vermag. Dieses Vermögen nennt Roux Omuipotenz (s. d.). Vgl. Totipotenz. (Driesch. Result. u. Probl. 1899, S. 809.) (Roux.)

Apomixis (H. Winkler 1906) ist der Ersatz der geschlechtlichen Fortpflanzung durch einen anderen ungeschlechtlichen, nicht mit Kern- und Zellverschmelzung

verbundenen Vermehrungsprozeß; kann geschehen: 1. durch vegetative Propagation, z. B. Adventivembryonen (Celebogyne), 2. durch Apogamie, 3. durch Parthenogenese. (H. Winkler: Über Parthenogenese bei Wiksstroemia indica. Ann. du Jar. Bot. de Buitenzorg 2. sér. P. 5 p. 253. 1906.) (Küster.)

Stereoblastulae (Driesch, Herbst). Durch bestimmte Änderungen der Konzentration des Mediums entwickeln sich bei Seeigeleiern *kompakte* (also der Höhle entbehrende) Blastulae: *Stereoblastulae*. Sie sind auch bei anderen Tieren und nach anderen Eingriffen erhalten worden, z. B. von Roux nach Anstich der Froscheier, besonders bei verzögerter Laichung, ferner nach Ätherisierung von Cyclopseiern. — Schiller. Boveri hat *partielle Stereoblastulae* bei dispermen Eiern erhalten. (Es folgen zahlreiche Literaturverweise auf die Arbeiten von Driesch, Herbst, Schiller, Roux, Boveri.) (Fischel.)

Ich bin hier selbstverständlich gezwungen, nur ganz kurze Aufsätze auszuwählen — möchte jedoch bemerken, daß viel wichtigere Termini und Begriffe ausführlicher behandelt werden, so daß das Buch sich auch eventuell zur Einführung in einzelne Gebiete der Entwicklungsmechanik eignet. Dadurch erleichtert das Buch oft auch den Vorständen naturwissenschaftlicher Institute die Aufgabe, wenn es sich darum handelt, die Schüler durch Lektüre entwicklungsmechanischer Arbeiten auf diesem Forschungsgebiet anzuregen: es wird ein leichtes sein, in einem solchen Fall für die Anfänger einzelne Aufsätze in zweckmäßiger Weise zusammenzustellen. Allerdings kann die Rouxsche Terminologie jedem Anfänger beim Studium der Literatur sehr behilflich sein und dem Leiter des Institutes viel Zeit bei der Erklärung der Elementarbegriffe ersparen.

Da auch verschiedene Wissenszweige oft mit Begriffen operieren, welche bei entwicklungsmechanischen Studien entstanden sind, so ist das Buch auch für verwandte Fächer von größtem Nutzen und wirklicher Bedeutung. Auch denjenigen Forschern, welche bei speziellen botanischen oder zoologischen Forschungen zu dem Punkte gelangt sind, in welchem man sich auf dem Grenzgebiete der Entwicklungsmechanik fühlt und die betreffende entwicklungsmechanische Literatur kennen lernen muß — kann das in Rede stehende Werk die Aufgabe wesentlich erleichtern, besonders wenn der Forscher mit der entwicklungsmechanischen Terminologie nicht vertraut war.

Es sei mir erlaubt, auf eine ganz kleine Lücke, die ich in dem Buche bemerkt habe, aufmerksam zu machen. Das Problem der Entwicklungserregung, welches einen wesentlichen Teil der Entwicklungsmechanik bildet, ist etwas zu wenig berücksichtigt. Bei dem Worte Entwicklung, Reiz, Anregung findet man nichts über dieses so wichtige und so vielfach behandelte Problem. Bei dem Terminus „Lysine“ ist kurz die Hypothese von Loeb skizziert — es steht jedoch über dieses an schönen Arbeitsergebnissen reiche Gebiet in dem Buche etwas zu wenig. Auch die entwicklungsmechanischen Studien über *Spermatozoen* findet man weder unter dem Stichwort „Spermatozoen“, noch unter „Samenfaden“. Das sind jedoch ganz geringe Mängel, welche bei so umfangreichem Material, wie das unseres Werkes sich wohl nie gänzlich vermeiden lassen.

Zusammenfassend möchte ich sagen, daß das Werk von Roux, Correns, Fischel und Küster ein für jeden Naturforscher wertvolles Buch bildet, welches dem Anfänger als Einführung in die Lektüre der entwicklungsmechanischen Literatur, für jeden Zoologen und Botaniker bei Erklärung der in das Gebiet der Entwicklungsmechanik eingreifenden Termini als wertvolles Nachschlagewerk dienen kann und jedem Vorstand eines

naturwissenschaftlichen Institutes die Leitung der wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der kausalen Forschungen erleichtern muß. Dem überaus wertvollen Werke muß man größte Verbreitung wünschen.

Emil Godlewski, Krakau.

Astronomische Mitteilungen.

Eine neuer kleiner Planet ist auf der Wiener Sternwarte zuerst von J. Rheden photographisch aufgefunden und kurz darauf von Palisa visuell beobachtet worden. Dieser Planetoid ist sehr lichtschwach, etwa von der dreizehnten Größenklasse; er ist neuerdings auch in Rom beobachtet worden.

Eine plötzliche Änderung in der Exzentrizität des Saturnringes hat nach einer vorläufigen Mitteilung in den Astr. Nachr. (Nr. 4636) auf der Münchener Sternwarte A. Kühn aus ziemlich einwandfreien, nicht mit persönlichen Fehlern der Auffassung behafteten Messungen feststellen können. Die Änderung betrug im Maximum fast $\frac{1}{4}$ Bogensekunde. —

Über das Tierkreislicht (Zodiakallicht) liegen interessante Beobachtungen aus dem Kaukasus vor, die von Pachine angestellt wurden. Danach betrug die Helligkeit dieser in ihrer wahren Natur noch immer nicht aufgeklärten kosmischen Lichterscheinung über das Doppelte der hellsten Stelle in der Milchstraße. Außer zahlreichen Schwankungen in der Ausdehnung der Lichtpyramide des Zodiakallichts wurden auch Farbentöne zwischen Hellgelb und Graublau wahrgenommen. —

Der internationale Zeitdienst wird bereits vom Juli dieses Jahres ab nach den Vereinbarungen der im Oktober vorigen Jahres zu Paris abgehaltenen internationalen Zeitkonferenz in Kraft treten. Durch besondere funkentelegraphische Zeitsignale, die u. a. vom Eiffelturm, aus Norddeich, von Tsingtau usw. mindestens einmal am Tage und einmal des Nachts wenigstens bis auf die halbe Zeitsekunde genau nach Greenwicher Zeit (Nullmeridian) gegeben werden sollen, kann alsdann überall auf der ganzen Erde, wo nur ein entsprechender drahtloser Empfangsapparat vorhanden ist, die richtige Greenwicher Zeit am Lande, auf See und in der Luft (vom Luftschiff aus) aufgenommen werden. Hierdurch wird einmal der öffentliche Zeitdienst in geradezu erdumfassender Weise organisiert, und dann wird die astronomische Bestimmung der geographischen Länge auf Reisen über Land, auf See und in der Luft durch Ermittlung der jeweiligen Ortszeit aus Höhenmessung von Gestirnen und durch entsprechende Vergleichung derselben mit der auf drahtlosem Wege mitgeteilten richtigen Greenwicher Zeit des Nullmeridians erheblich vereinfacht. —

Eine Sternbedeckung durch den Planeten Jupiter steht nach wichtigen Mitteilungen von Banachiewicz in den Astr. Nachr. (Nr. 4337) für den Monat Mai bevor. Am 10. Mai d. J. nachts um 13 h 58 m mittlere Greenwicher Zeit wird ein Stern 8,5. Größenklasse (der Stern — 22°; 7436 der Kapdurchmusterung) vom Jupiter bedeckt werden und bei der alsdann sehr langsamen Bewegung dieses Planeten erst nach ungefähr 16 Stunden wieder hinter dem Jupiter zum Vorschein kommen (am 11. Mai 5 h 49 m mittlere Greenwicher Zeit). Der Eintritt des Sterns hinter die Jupiterscheibe, etwas südlich vom Äquator dieses hellen Planeten, ist daher fast auf dem ganzen europäischen Kontinent und in Afrika sichtbar, während der Austritt des Sterns nur in Ostasien und in Australien wahrgenommen werden kann.

A. M.

Kleine Mitteilungen.

Über die Verwendbarkeit der **Ablauge der Sulfitezelluloseindustrie** in der Landwirtschaft hat Professor **Dr. Stutzer** (Königsberg) Versuche angestellt, über die er in Heft 4 des laufenden Jahrgangs von *Fühlings landw. Zeitung* berichtet. Mittelgroße Zellulosefabriken mit einer täglichen Erzeugung von 500 cbm Ablauge lassen pro die 50—60 000 kg organische Stoffe des verarbeiteten Holzes in den Fluß laufen, was zu Unzuträglichkeiten Anlaß gibt. Es wurde versucht, die Ablauge für die Verfütterung geeignet zu machen, jedoch gelang es nicht, die Zersetzungsprodukte des in dem Holze aufgespeicherten Gerbstoffes zu beseitigen; diese bilden besonders mit dem Protein in der Fütteration unverdauliche Verbindungen und beeinträchtigen den Nährwert. Aussichtsvoller hält **Stutzer** aber die Nutzbarmachung der organischen Bestandteile der Abwässer zur Verbesserung humusarmer Böden. Auf seine Veranlassung mußte die betreffende Fabrik die Ablaugen nicht in saurem, sondern in neutralisiertem Zustande in den Fluß ablassen, wodurch Schädigungen der Rieselfelder vermieden wurden. Es wurde dann von **Dr. Thalau** festgestellt, daß der neutrale schweflige Kalk die Vegetation im Lehm- und Sandboden nicht schädigt, dagegen im reinen Hochmoor nachteilig wirkt. **Stutzer** nimmt an, daß gelöste organische Stoffe die Bodenbakterien zu gesteigerter Lebenstätigkeit veranlassen und zweitens gewissen Bakterienarten die Möglichkeit geben, N aus der Luft zu verarbeiten und den Boden so anzureichern. Die Berechtigung dieser Annahmen wurde durch Düngungsversuche an Kartoffeln erprobt; die getrocknete Ablauge der Zellulosefabriken kann also in humusarmen, mit P_2O_5 und K genügend, mit N schwach gedüngten Böden mit Vorteil verwandt werden, jedoch wirkte sie ertragsmindernd bei sehr reichlicher Düngung von N; dies erklärt **Stutzer** dadurch, daß die Mikroorganismen bei gleichzeitigem Vorhandensein von N-Verbindungen und organischen Stoffen einen Teil ersterer in Eiweiß überführen und so der Kulturpflanze entziehen, während bei geringem N-Vorrat dieser zwar auch aufgebraucht, bei eintretendem „Hunger“ jedoch dann von den Bakterien Stickstoff aus der Luft gebunden wird. Die bisher wertlose Ablauge der Zellulosefabriken scheint demnach zur Verbesserung armer Böden verwendbar zu sein, jedoch sind noch weitere umfassende Versuche nötig, wofür die Fabriken durch Herstellung einer genügenden Menge verwendbaren Materials die Initiative zu ergreifen hätten. Nicht zu unterschätzen wäre hierbei die hygienische Bedeutung infolge Vermeidung des Abflusses der großen Mengen organischer Stoffe in öffentliche Flußläufe.

F.

Die Protozoen des süßen Wassers sind Kosmopoliten, d. h. die einzelnen Arten kommen in allen Erdteilen vor. Es fragt sich nun, wie diese kleinen, mikroskopischen Tierchen die großen Hindernisse, die z. B. die Wüsten und die Ozeane ihrem Vordringen entgegenstellen, bei ihrer Wanderung überwinden konnten. Man nimmt insbesondere seit **Ehrenbergs** Staub- und Regenwasseruntersuchungen an, daß die Luft an der Verbreitung der Protozoen großen Anteil habe. Aber wie **B. M. Puschkarew** zeigt, haben diese Arbeiten keine Beweiskraft mehr, da ihre Methode einer Prüfung nach modernen Grundsätzen nicht standhält. Die von **Puschkarew** vom Herbst 1910 bis zum Herbst 1911 in Heidelberg unter möglichster Vermeidung von Fehlerquellen ausgeführten Luft- und Regenwasseruntersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß in der Luft nur äußerst wenige Protistenkeime vorhanden sind, und daß diese nur wenigen Arten angehören. In einem für die Verbreitung

von Keimen günstigen Gebiet und zu günstiger Jahreszeit (im Sommer 1911, als viele Sümpfe und Gewässer der Rhein- und Neckarebene mehr oder weniger ausgetrocknet waren und die Luft bei beständig wehendem Winde stets staubig war) kamen auf 1 cbm atmosphärischer Luft nur etwa 2,5 Protozoencysten. Bei allen Untersuchungen wurden im ganzen nur 13 verschiedene Arten von Protozoen gefunden; darunter befanden sich einige neue Spezies, von denen eine Mastigamöbe, die im Flagellatenstadium einen sehr komplizierten Geißelapparat aufweist (*Dimastigamoeba bistadialis*) und eine bei schwacher Vergrößerung einer größeren Bakterienart gleichende, den Bodoarten verwandte Flagellate (*Polyseudopodius bacterioides*) von besonderem Interesse sind. Die übrigen Formen gehörten zu den Gattungen *Amoeba* (2), *Bodo* (4), *Monas*, *Dimonas*, *Petalomonas*, *Colpoda* (2). Diese 13 Arten stellen höchstens 1,9 % der ganzen Zahl der bekannten Süßwasserprotozoen dar. Hieraus schließt **Puschkarew**, daß die Luftströmungen nur eine ganz geringe Rolle bei der geographischen Verbreitung dieser Organismen spielen. Ihr Kosmopolitismus muß daher andere Ursachen haben, worüber aber bis jetzt experimentell nichts bekannt ist. (*Arch. f. Protistenkunde* 1913, 28, 323.)

F. M.

Die Fähigkeit zur Assimilierung elementaren Stickstoffs, die ehemals den Pflanzen völlig abgesprochen wurde, ist bekanntlich in neuerer Zeit für gewisse Bakterien, Schimmelpilze und Algen sowie für die mit Wurzelknöllchen versehenen Phanerogamen, namentlich die Leguminosen, nachgewiesen worden. Ganz kürzlich haben **Mameli** und **Pollacci** die Ansicht vertreten, daß diese Fähigkeit eine sehr weite Verbreitung unter den grünen Pflanzen habe, wie das auch schon von **B. Frank** in zu rascher Verallgemeinerung behauptet worden war. Unter den Pflanzen, mit denen die italienischen Forscher günstige Erfolge erzielt hatten, befand sich auch der kleine Wasserfarn *Azolla caroliniana*. Neue sorgfältige Versuche, die **Walter Oes** veröffentlicht, bestätigen die Ergebnisse der Italiener für diese Pflanze. *Azolla* gedeiht nach **Oes** auf salpeterfreien Nährlösungen ausgezeichnet, und die Analysen ergaben, daß so erzeugte Pflanzen an Stickstoffgehalt zunehmen. Der Ammoniakgehalt der Luft kann als Stickstoffquelle nicht in Betracht kommen, da Kulturversuche zeigten, daß Ammoniumsalze und freies Ammoniak das Wachstum von *Azolla* nicht begünstigen. Es bleibt nur die Möglichkeit übrig, daß der freie Stickstoff der Luft verwertet wird. Nun ist es seit langem bekannt, daß in den Blatthöhlen und am Vegetationskegel von *Azolla* eine blaugrüne Alge (*Cyanophyceae*), *Anabaena Azollae*, lebt, von der man annimmt, daß sie in ernährungsphysiologischen Beziehungen zu ihrer Wirtspflanze stehe. **Oes** teilt einige Beobachtungen mit, die diese Ansicht stützen. Es wird aber gerade den Blaualgen (*Anabaena*, *Nostoc*) von einer Reihe von Forschern die Fähigkeit zur Assimilation des freien Stickstoffs zugeschrieben. Daher dürfte wohl der Schluß gerechtfertigt sein, zu dem **Oes** gelangt, daß nämlich die Stickstoffassimilation bei *Azolla* durch die endophytische Alge vermittelt wird, wobei es außer Betracht bleibt, ob, wie **Bouilliac** behauptet, die Blaualgen zur Stickstofffixierung der Mitwirkung von Bakterien bedürfen. Jener Schluß ist um so mehr gerechtfertigt, als auch die nächste Verwandte von *Azolla*, *Salvinia*, sowie die phanerogame Wasserlinse (*Lemna*), die keine Algen beherbergen, aber nach **Mameli** und **Pollacci** zur Assimilierung des freien Stickstoffs befähigt sein sollen, in den Versuchen von **Oes** auf stickstofffreien Nährlösungen nicht gedeihen. (*Zeitschr. f. Bot.* 1913, 5, 145.)

F. M.

Der Berliner Zoologische Garten hat ein Paar **Kagus** erworben, die eine ganz hervorragende Bereicherung seines Vogelbestandes darstellen. Diese absonderlichen und im System vereinzelt dastehenden Bodenvögel, die auf Neukaledonien beschränkt und dem Aussterben nahe sind, haben etwa Größe und Gestalt eines Nachtreibers, fallen aber durch eine reiche, lange Haube am Hinterkopf, die aufgerichtet werden kann, sowie durch die kurzen, zum Fliegen untauglichen Flügel sehr auf, mit denen sie in der Erregung Rad schlagen. Vorläufig sind diese bisher noch nie nach Deutschland eingeführten teuren Fremdlinge im Neuen Vogelhaus bei den Paradiesvögeln untergebracht.

Im Berliner Zoologischen Garten ist ein **Nebelparder** eingetroffen, eine sehr seltene und in der Gefangenschaft auch leider meist recht hinfällige Katzenart, die im wesentlichen über das malayische Gebiet verbreitet ist. Diese großfleckige Form ist besonders durch ihre sehr langen, schlanken Eckzähne ausgezeichnet, die an die einer ausgestorbenen Raubtiergattung, der sogenannten Säbelzahnkatze, erinnern. Der noch etwas scheue Fremdling ist im großen Raubtierhaus untergebracht.

In einer Veröffentlichung über die **elektrische Ausrüstung von Bäckereien** erörtert die *General Electric Company* in Schenectady, New York, die Vorzüge des elektrischen Betriebes. Diese bestehen in erster Linie in der Reinlichkeit. Bei Anwendung von Elektrizität hat man in den Bäckereien nicht die Verunreinigungen durch undichte Röhren, durch Riemenwellen oder durch Treibriemen an der Decke, die Schmieröl abschleudern. Auch fehlt der üble Geruch von Gas oder Benzin. Ebenso wird die Handarbeit dadurch beseitigt, die besonders in heißer Sommerzeit den Bäckereibetrieb so unappetitlich macht. Die Elektrizität vermag nämlich die Handarbeit vollständig zu ersetzen. Der Teig wird durch elektrisch betriebene Maschinen gemischt, abgeteilt und auch geformt. Dabei sind die Kosten hierfür (nach amerikanischen Verhältnissen) nur ein Zehntel der für Handarbeit und auch bedeutend geringer als bei Verwendung von Dampf oder Benzin. Nach Angaben der *General Electric Company* soll ein monatlicher Verbrauch von 1000 Kilowattstunden ausreichen für eine Bäckerei, die täglich 40 000 Laib Brot und einige Hundert Pfund Torten und Kuchen herstellt. Mk.

Aus Anlaß der Titanic-Katastrophe wird das Schwesterschiff des untergegangenen Riesendampfers, die **Olympie**, einem Umbau unterzogen, indem sie in einer Entfernung von 75 cm innerhalb ihrer Wandung eine zweite Wandung erhält. (*Scient. Amer.* 108, 67, 1913.) Diese Maßregel wird aber Unglücksfälle wie den des Vorjahres nicht verhindern können, solange englische Kapitäne es nicht unterlassen, die Schiffsführung zum Wetsport zu mißbrauchen, wie dies in den letzten Jahren auch bei langsamer fahrenden Dampfern mit nur 14 Knoten Geschwindigkeit vorgekommen ist.

Mk.

In der Kgl. Meteorologischen Gesellschaft zu London berichtete am 18. Dezember 1912 *J. E. Clark* über **Luftströmungen in einer Höhe von 50 (engl.) Meilen (80 km)**, die durch den Fall eines Meteors am 22. 2. 1909 angezeigt wurden. Dieses Meteor, dessen Helligkeit die der Venus um mehr als das Dreifache übertraf, erschien in einer Höhe von 56 Meilen und blieb für Beobachter in den südlichen Landstrichen Englands für die lange Dauer von 104 Minuten sichtbar. *Clark* hat aus den

vielen Beobachtungen die Bahn des Meteors abgeleitet und hieraus gefolgert, daß zwischen 49,5 und 51 Meilen Höhe die Bahn in einem Westwind von großer Geschwindigkeit lag, daß in 51,5 Meilen Höhe die Luftströmung aus Osten kam mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 100 Meilen (161 km) die Stunde, und daß darüber hinaus die Windrichtung südöstlich und schließlich südwestlich war unter weiter zunehmender Geschwindigkeit. (*Engineering* 94, 846, 1912.) Mk.

Unter Ionisierungsspannung eines Gases versteht man die Spannungsdifferenz, die ein Elektron freidurchlaufen haben muß, um bei einem Zusammenstoß ein Molekül oder Atom ionisieren, d. h. zur Abtrennung eines Elektrons veranlassen zu können. Die bisherigen Bestimmungen dieser Größe sind wenig zuverlässig. So schwanken die Werte für Luft zwischen 2 Volt und 50 Volt. *J. Franck* und *G. Hertz* haben die **Ionisierungsspannung** in verschiedenen Gasen nach einer zuverlässigen Methode bestimmt und gefunden für Helium 20,5 Volt, Neon 16 Volt, Argon 12 Volt, Wasserstoff 11 Volt, Sauerstoff 9 Volt, Stickstoff 7,5 Volt. (*Verh. d. deutsch. phys. Ges.* 15, 34, 1913.) Mk.

Im Dezemberheft 1912 des *Terrestrial Magnetism* berichtet *G. E. Hale* über Versuche, die im Laboratorium auf dem Mount Wilson gemacht sind, das allgemeine **magnetische Feld der Sonnenoberfläche** dadurch zu messen, indem man an D-Linien des Sonnenspektrums einen **Zeeman-Effekt** feststellt. Hierzu diente ein Objekt von 30 cm Durchmesser und 18 m Brennweite, das ein Sonnenbild von 17 cm Durchmesser auf einem Spektrographen entwarf, der zur Vermeidung von Störungen durch Temperaturänderungen in einem 23 m tiefen Schacht angebracht war. Die Skala hierfür ergab 4,9 mm per Angström-Einheit, so daß die Entfernung der D-Linien 29 mm ausmachte. Die nördliche Hälfte der Sonne zeigte positive Abweichung der Linien und die südliche negative Abweichung. Die Maxima der Abweichungen traten in 50 Grad nördlicher und südlicher Breite auf. Die Ergebnisse sind aber nicht widerspruchsfrei, auch ist keine hinreichende Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Beobachtern vorhanden, so daß weitere Untersuchungen erforderlich sind. Mk.

In dem amerikanischen Institute of Electrical Engineers haben *H. D. Stott* und *Haylet O'Neill* als neue **Maßeinheit** für die Arbeit das **Myriawatt** (= 10 000 Watt) vorgeschlagen. *C. O. Mailloux* wird im Namen zweier amerikanischer technischer Gesellschaften diese Einheit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission in Zürich zur Annahme empfehlen. (*Scient. Amer.* 108, 112, 1913.) Mk.

Metallfadenslampen zeigen, wenn sie mit Wechselstrom gespeist werden, dieselbe Erscheinung wie Wechselstrombogenlampen, daß in ihrem Lichte schnell bewegte Gegenstände, wie Spazierstöcke, Gabeln usw. sich scheinbar sprungweise bewegen. Dies deutet auf eine beträchtliche **periodische Lichtschwankung**, und so hat *Absolon Larsen* experimentell nachgewiesen, daß bei Wechselstrom die Lichtstärke einer Osramlampe für 220 Volt und 10 Hefnerkerzen zwischen 7 und 13,4 Kerzen schwankt. Für gleiche Werte der Spannung ist die mit dem Photometer gemessene Lichtstärke einer solchen Lampe größer als bei Gleichstrom, der Wattverbrauch dagegen praktisch genommen in beiden Fällen derselbe. (*Elektrot. Z.* 34, 231, 1913.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 16.

18. April 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Freuds psychoanalytische Theorien. Von *Dr. med. et phil. Arthur Kronfeld, Heidelberg*. S. 369.
Zur Ätiologie und Geographie des endemischen Kretinismus. Von *Dr. Erich Ebstein, Leipzig*. S. 373.

Bleivergiftungsgefahr in Betrieben und Vorkehrungen dagegen. Von *Prof. Dr. L. Spiegel, Berlin*. S. 374.

Über die wichtigsten Ursachen von elektrischen Unfällen. Von *Prof. Dr. H. Zangger, Zürich*. S. 375.

Verwendungsarten für duktiles Wolfram. Von *Dr. C. G. Fink, Newark, N. J.* S. 379.

Die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen. Von *Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.* S. 381.

Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen. Von *Privatdozent Dr. J. Baerwald, Darmstadt*. (Schluß). S. 384.

Zuschriften an die Herausgeber. S. 388.

Besprechungen. S. 388.

Astronomische Mitteilungen. S. 391.

Kleine Mitteilungen. S. 392.

Die Naturwissenschaften

in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange

von **Friedrich Dannemann.**

I. BAND: Von den Anfängen bis zum Wiederaufleben der Wissenschaften. Mit 50 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Aristoteles. (VII, 373 S.) M. 9.—; in Leinen gebunden M. 10.—.

II. BAND: Von Galilei bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. Mit 116 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Galilei. (VI, 433 S.) M. 10.—; in Leinen gebunden M. 11.—.

III. BAND: Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften bis zur Entdeckung des Energieprinzips. Mit 60 Abbildungen im Text und einem Bildnis von Gauss. (VI, 400 S.) M. 9.—; in Leinen gebunden M. 10.—.

Der vierte Band erscheint im Laufe des Jahres 1913.

Von diesem ganz ausgezeichneten, wirklich Epoche machenden Werke liegt der dritte Band vor. Er reiht sich den beiden ersten Bänden in jeder Hinsicht als gleichwertig an. Das reichhaltige, mit trefflichen Registern versehene, und vorzüglich ausgestattete und illustrierte Werk kann nur auf das Wärmste empfohlen werden; sein Studium verbürgt ebensoviel Genuß wie Belehrung. (Prof. Dr. Edmund O. von Lippmann i. d. Chemikerzeitg., 1911, Nr. 149.)

L'ouvrage me paraît excellent; il a d'ailleurs une qualité inappréciable: c'est de n'avoir pas d'équivalent. *Revue générale des Sciences, Paris, 15. III. 1912.*

Ähnlich wie Cantors Vorlesungen über Geschichte der Mathematik ein „standard work“ allerersten Ranges bleiben werden, so wird auch Dannemanns Werk von bleibendem Wert sein, das für den Geschichtsforscher wie für den Mediziner, für den Lehrer wie für den Techniker großen Nutzen haben und dessen Lektüre für jeden, der sich für die Naturwissenschaften interessiert, eine Quelle hohen Genusses bilden wird. (Monatsschrift f. höhere Schulen, 1911, 6. Heft.)

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 28 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

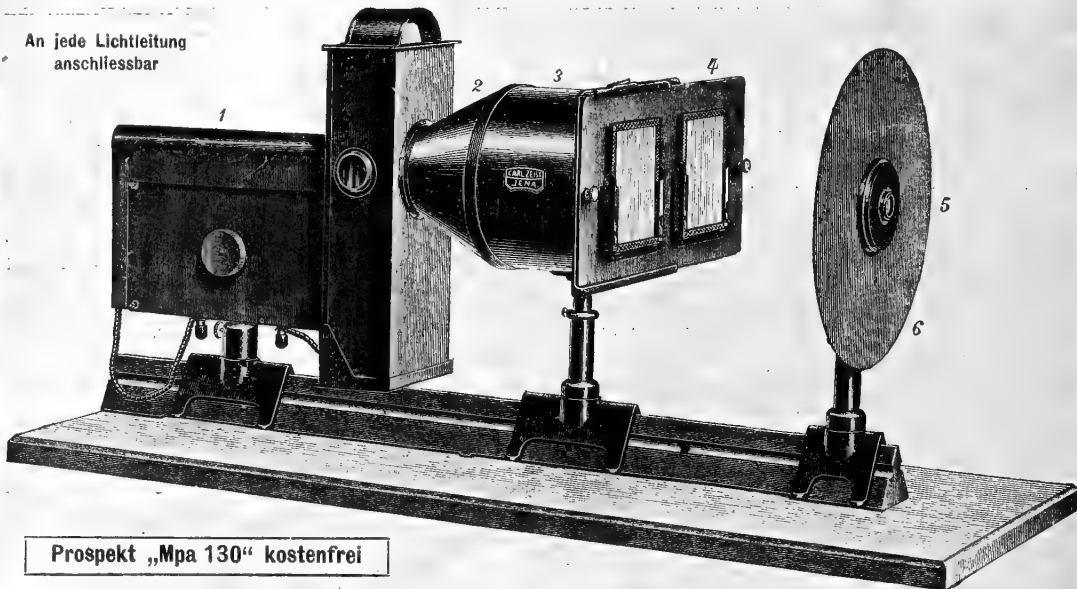
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.— ; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



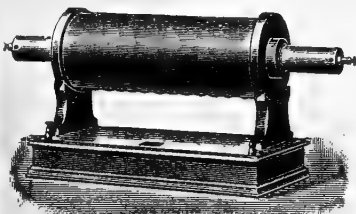
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktoren mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

Zeugnisse von Staatsanstalten und Preislisten kostenfrei.

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig: Seite I — Herdersche Verlagsbuchhandlung, Freiburg i. Br.: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel etc.

Dr. med. Gauditz, Aue: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — O. Warmbach, Dresden: Seite IV — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Freuds psychoanalytische Theorien.

Von Dr. med. et phil. Arthur Kronfeld, Heidelberg.

Das Wort *Kants*: es „muß empirische Seelenlehre jederzeit von dem Range einer eigentlich so nennenden Naturforschung entfernt bleiben“¹⁾, trifft zwar, wie die Geschichte der Psychologie im letzten Jahrhundert zeigt, für die experimentell-psychologischen Methoden und ihre Ergebnisse nicht zu. Aber beim Überblick über diese methodisch nur schwer noch zu vervollkommnende Disziplin erhebt sich doch die Frage: hat diese Fülle von exakter Naturforscherarbeit uns denn nun wirklich dem Wesen des eigentlichen seelischen Geschehens näher gebracht? Man hat die psychischen Vollzüge in quantitativ bestimmbare, unter variablen Bedingungen jederzeit beliebig reproduzierbare Teilabläufe aufgespalten und so in eine für induktive Schlüsse verwertbare Form gebracht. Aber liegt das Eigentliche des seelischen Lebens nicht gerade in all Demjenigen, das für diese Methoden als irreduzierbar, als unangreifbarer Rest bestehen bleibt? Man übersah, daß ein typischer, jederzeit wiederholbarer psychischer Vorgang gerade auf das Gegenteil dessen hinausläuft, was am Seelischen das eigentliche Wesen ausmacht: des Individualen, Inhaltlichen, Einmaligen, Unwiederholbaren. Niemals kann die generelle Form eines psychischen Teilablaufes, oder die gemessene Leistungsgröße von Funktionstypen, niemals kann elementare und experimentelle Psychologie den Inhalt des Innenlebens beim einzelnen Menschen determinieren: beides bildet schon als Aufgabe, als Problem einen unüberbrückbaren Gegensatz. Gewiß ist mit dieser Feststellung in keiner Weise der Wert der experimentellen Arbeit bezweifelt; nur ihre Adäquatheit im Hinblick auf die eigentliche „Seelenkunde von innen“ wird, und allerdings radikal, eingeschränkt. Und damit scheint *Kants* zitiertes Wort aufs neue in seiner Geltung bestätigt. Folgerichtig hat man neuerdings, im Gegensatz zu dieser Psychologie nach naturwissenschaftlicher Methode, die *individuelle Psychologie*, die sich nur deskriptiv und höchstens abstrahierend verhält, gänzlich aus dem Bereich der Naturforschung herausrücken und als Grundlage der Geisteswissenschaften, besonders der historischen Arbeitsweisen, entwickeln wollen²⁾. Zuletzt hat man wenigstens die individuellen Seinsweisen in ihrer komplexen Gegebenheit als das Gebiet einer phänomenologischen Disziplin (der Ausdruck wurde von der physikalischen Phänomenologie entlehnt) in ein eigenartiges Mittelverhältnis zwischen beide Wissensgebiete und in eine besondere vorwissenschaftliche Beziehung zur Logik gestellt³⁾.

Es soll hier nicht gezeigt werden, wie sich nach der Meinung des Verfassers die Rechtsfrage des Anspruchs der Psychologie darauf, als Naturwissenschaft zu gelten, schlichten läßt. Ohne eine methodologisch durchgebildete Theorie der inneren Erfahrung, ohne die Entscheidung darüber, ob Kausalität auf psychische Phänomene anwendbar und wie sie bestimmbar ist, kurz: ohne die bewußte Einordnung der Psychologie in den systematischen Rahmen einer kritischen Naturphilosophie ist die Lösung dieses Problems nicht möglich. Hierzu habe ich mich an anderen Orten mehrfach geäußert. *Freud* nun seinerseits hat sich nicht lange bei den methodologischen Vorfragen aufgehalten. Er kam von der psychopathologischen Praxis her — wo gerade in den letzten Jahrzehnten die Forschung gegenüber dem individuellen Erleben der Kranken zu einer fast verderblichen Resignation gelangt war — und war begabt mit einer hingebenden und feinfühligsten Intuition für alle Einzelheiten im Erleben seiner Neurotiker, und mit einer starken nachbildenden Phantasie. Dabei war ihm höchst gleichgültig, wie weit die Lösungen der Rätsel, die er seinen Kranken abgerungen zu haben vermeinte, methodisch gesichert, wie weit sie generalisierbar waren. Und dieser Unbekümmertheit verdanken wir den nach Tendenz und Problemstellung ebenso wie nach dem Umfange des Geleisteten gleich bedeutenden und fesselnden Versuch, eine *Psychologie der individuellen Inhalte* zu schaffen — und diese Psychologie als *Naturforschung* zu schaffen: Regeln der kausalen Verknüpfung und Determinierung von psychischen Inhalten zu geben, eine *Dynamik der psychischen Abläufe* aufzustellen. Wir verdanken dieser Unbekümmertheit freilich auch all jene Willkür und jenen Mangel an methodischen und sachlichen Kriterien, der besonders in den Werken von manchem seiner Schüler seltsame Blüten zeitigt, und der auch eine Auseinandersetzung oder Einigung mit seinem Lehrgebäude so überaus erschwert. Denn tatsächlich hörten für die meisten Forscher dieses Kreises da, wo ihre Lehre gesprochen hatte, die Probleme einfach auf, während sie gerade dann, wenn ihre Lehre dort neue Tatsachenbereiche erschlossen hätte, erst mit aller Schwere hätte beginnen sollen. Ganz neuerdings zeigt sich in diesem fanatischen Radikalismus eine erfreuliche und verheißungsvolle Wendung zum Besseren⁴⁾.

¹⁾ *Freuds* Hauptwerke, die hier in Frage kommen, sind: Studien über Hysterie (mit *Breuer*), 1895. Die Traumdeutung, 3. Aufl., 1911. Der Witz und seine Beziehung zum Unbewußten, 1905. Drei Abhandlungen zur Sexualtheorie, 2. Aufl., 1910. Von Werken seiner Anhänger seien als die wertvollsten genannt: *Jung*, Psychologie der Dementia praecox, 1908. Diagnostische Assoziationsstudien, im Journal f. Psychol. u. Neurol. seit 1904. *Bleuler*, Dementia praecox, 1911, wohl das bedeutendste Werk der gesamten Bewegung. Ferner sei verwiesen auf die Sammlung von *Freuds* kleinen Schriften zur Neurosenlehre und auf die Veröffentlichungen

⁴⁾ *Kant*, Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. 2. Aufl. S. X.

²⁾ *Dilthey*, Ideen über eine beschreibende und zergliedernde Psychologie. Berl. Akad. 1894.

³⁾ *Husserl*, Logische Untersuchungen, Bd. II, 1901.

Klarer als aus langen theoretischen Erörterungen läßt sich das Besondere der Arbeitsweise dieser Schule und ihre Art, über anschaulich-räumliche Verbildungen gleichsam metaphorisch zu psychologischen Abgrenzungen zu kommen, an einem beliebigen Beispiel dartun. Und zwar wähle ich, um die außerordentlich weitgehende Anwendbarkeit der Methode zu zeigen, irgendein Beispiel aus der Literatur, das einen mit den bisherigen Mitteln psychologisch nicht erklärbaren Zusammenhang darstellt und dessen Autor mit Freudschen Theorien ganz unbekannt war. In *Kokoro* des Lafcadio Hearn wird von einer jungen Japanerin O-Toyo erzählt¹⁾, der ihr Gatte und ihr einziges Kind plötzlich durch den Tod entrissen werden. Sie macht, in ihrem Schmerz, eine Art von akuter Psychose mit Bewußtseinsstrübung durch. Als dann die Bewußtseinsverdunklung sich behoben hat und O-Toyo mit sich und ihren Erinnerungen allein ist, beginnt sie kleine Spielsachen aufzustellen, breitet die Kleidchen ihres Kindes vor sich aus, liebkost sie, plaudert mit ihnen. Aber noch wird diese selbstgeschaffene glücklichere Umwelt ab und zu von dem Bewußtwerden der wirklichen Situation mit ihrem Kummer unterbrochen. O-Toyo bittet einen Priester um Beistand. Der beschwört die Toten. Sie hört eine Stimme aus ihm rufen: „Ich komme“ — und schon ist diese Stimme nicht mehr seine eigene, sondern die ihres Kindes, dessen Geist in den Priester eintrat. Dieser spricht zu ihr und verbietet ihr das Weinen, da sonst seine Seele keine Ruhe findet — was durch detaillierte mythische Allegorien eine zwingende Begründung erfährt. Seitdem weint O-Toyo nicht mehr. Aber nun beginnt sie, eine seltsame Liebe für ganz kleine Dinge an den Tag zu legen. Ihr Bett, ihr Haus, ihr Zimmer, ihre Blumenvasen, ihr Kochgeschirr — alles ist ihr zu groß. Sie ißt nur noch aus winzigen Schüsseln mit kindlichem kleinen Eßgerät. Sie webt nur noch kleine, für ihren Gebrauch zu schmale Kleidchen. Sie spielt und unterhält sich nur noch mit kleinen Kindern — sie wird selbst wie ein Kind. So bleibt sie allein und glücklich bis zum Tode.

Ein Schulfall für Freud! Ein Mensch erleidet hier eine seelische Verwundung — den Tod von Mann und Kind — und diese wird zur dynamischen Quelle aller seiner späteren Erlebnisinhalte. Die zunächst erfolgende akute psychotische Reaktion mit Bewußtseinsstrübung beseitigt das psychische Trauma nicht: das Kind ist tot, ist unwiederbringlich verloren, auch als O-Toyo aus ihrer Bewußtseinsstrübung erwacht. *Der Konflikt zwischen Wunsch und Wirklichkeit* bleibt offen. Und *Freudsche Mechanismen*

sind es nun, die O-Toyo zur Überwindung dieses Konfliktes führen. Die mit ihrem Gefühlsleben unvereinbare Wirklichkeit wird aus dem Bewußtsein verdrängt, und ihr Wunsch, das Kind möchte leben, gewinnt vor ihrem Bewußtsein Realität. Zunächst in einer Art von affektiver Befangenheit vor dem Priester. Sie bittet den Geist des Kindes, ihr zu erscheinen; und bei ihrer völligen Hingabe an diesen Wunsch rückt er, um mit Freud zu sprechen, *aus dem Optativ in das Praesens*: so kommt die akustische Illusion zustande — so kommen nach Freud alle wahrnehmungsartigen psychischen Gebilde im Traume, ebenso alle Halluzinationen zustande. Im deutschen Märchen vom Tränenkrüglein, das ähnliche psychologische Voraussetzungen macht, *sieht* die Mutter im Traume ihr totes Kind. Und die Erfüllung des Wunsches hebt den Konflikt auf und verbietet das aus ihm entspringende Leiden. Diese Konsequenz *symbolisiert* sich direkt in dem Verbot des Kindes, noch ferner zu weinen. Und dieses Verbot erfährt noch eine besondere allegorische Begründung aus dem Wesen der Situation heraus; es ist also *mehrfach determiniert*. Daher kann O-Toyo aufhören zu weinen. *Dauernde* Befreiung aus ihrem Leiden kann aber auch so nicht erfolgen: das Kind bleibt ihr entschwunden. Es muß sich daher die *einmalige* Verwirklichung ihres Wunsches in eine *dauernde* verwandeln; und das ist nur um den Preis möglich, daß sie *selber mit dem Wunschobjekt verschmilzt*. So identifiziert sie sich und ihr Leben mit ihrem Kinde, und lebt nun — für ihr eigenes Bewußtsein — dessen Leben weiter; seine Umwelt wird zur ihren, seine Altersgenossen zu ihrem Verkehrskreise; sie findet immer erneute *symbolische Manifestationen* für den Vollzug dieser Verwachsung mit ihrem Wunschobjekt. Daß sie sich in diese Selbsttäuschung hineinflüchtet, *weiß sie nicht* — sonst wäre dieser Prozeß ja nicht wirksam; es ist ihr *Unbewußtes*, das diese Lösung des Konflikts findet und ihr so ihre innere Ruhe garantiert. Ihr Wunsch wird also realisiert, indem das Unbewußte die *Außenwelt abändert* und die Beziehungen des Bewußtseins zur Außenwelt einer solchen *Zensur* unterwirft, als sei Wunschobjekt und erlebendes Subjekt *eine Wirklichkeit*. Alle seelischen, insbesondere affektiven Regungen passieren, bevor sie ins Bewußtsein eintreten, im *Vorbewußten*, diese *Zensur*; diese *verschiebt* die affektiven Energien der psychischen Inhalte von denjenigen, deren Bewußtwerden das psychische Gleichgewicht stören würde, von den *unlustentbindenden*, auf diejenigen, die dazu beitragen, es herzustellen und zu fördern. Diese werden somit zu *Symbolen der Wunscherfüllung*. Die hiermit unvereinbare Realität bleibt *verdrängt* und *zensuriert*, sie ist in ihrer wahren Gestalt *nicht bewußtseinsfähig*. Zutiefst im Unbewußten steckt die seelische Richtkraft dieses ganzen Prozesses: die *Wunde*, der *Konflikt*, der *Komplex* (Jung, Bleuler); sei er nun negativ als *Leiden an Reminiszenzen* (nach der älteren, von Freud wieder ziemlich aufgegebenen Bestimmung der Wurzel von Hysterie), sei er positiv als Wunsch bestimmt.

Das Ergebnis in diesem Falle ist, wie es Freud nennt, eine *Flucht in die Psychose*. Es gibt auch

im Jahrbuch für psychoanalytische Forschung, Bd. I—IV. Fast alle Werke der Freudschen Schule erschienen bei F. Deuticke, Wien.

Von kritischen Schriften ist die umfangreichste und bis ins Detail sorgsam eindringende, aber noch im Werden begriffene Arbeit von K. Mittenzwey, Versuch zu einer Darstellung und Kritik der Freudschen Neurosenlehre, in der Zeitschr. f. Pathopsychologie, Bd. I, II, zu nennen. Auch Verfasser hat wenigstens den theoretischen Teil der Lehre kritisch behandelt in: Über die psychologischen Theorien Freuds und verwandte Anschauungen, Leipzig 1912; 120 S.

¹⁾ Die Nonne im Tempel von Armida.

andere, tieferliegende Bestimmungsgründe dieser dynamischen Wurzel von Erlebensinhalten; davon weiter unten.

Gewiß ist die psychologische Aufklärung dieses Beispiels keine zwingende, und erst recht keine „exakte“. Aber für die Praxis der Psychopathologie wäre sie ausreichend vollständig; und gerade wegen der freien Verbildlichung der seelischen Dynamik haben *Freuds* viel ausführlichere Analysen etwas künstlerisch Bestrickendes⁴⁾.

Daß *Freud* für eine ganze Reihe psychischer Erlebnisfolgen solche befriedigende Verständnismöglichkeit gefunden und dadurch unsere Fähigkeit, uns in krankes, seltsames, unterbewußtes Seelenleben hineinzusetzen, gesteigert hat, ist das Große an seiner Leistung. Und das wird sein dauerndes Verdienst bleiben, auch dann noch, wenn seine theoretischen Fundierungen längst in ihrer Unzulänglichkeit erkannt, seine Einseitigkeiten und Übertreibungen längst vergessen sind.

Es gibt ja, in der Tat, zwei große Gruppen psychischer Phänomene. Die eine läßt sich bestimmen als der Umfang des normalen Wachlebens, wo die eigene Reflexion dem Handeln Zwecke setzt und Mittel findet, die durch Umwelt, Gesellschaft, Pflicht und Bedürfnis geboten sind; wo der psychische Ablauf unter der Wirkung wechselnder, von außen herantretender Aufgaben und Anforderungen steht und inhaltlich fast ganz davon absorbiert wird, ihnen zu genügen. Diese Phänomene, die wesentlichen, konstitutiven unserer Persönlichkeit, auf deren Vervollkommen Erziehung und Lebensführung unablässig hinarbeiten, haben gleichwohl für *Freud* kein Problem gebildet, keine Erklärungsbedürftigkeit eingeschlossen; er nahm sie als Gegebenheiten hin. Anders ist es bei der zweiten Gruppe psychischer Phänomene, die in unser geordnetes, zweckgerichtetes Wachleben oftmals wie etwas Unerklärliches, Unvereinbares hineinragen. Hierzu gehören die *Träume*, die des Schlafes sowohl wie die *Wachträume* des einsamen Insichversinkens; ferner auch manche unerklärliche Störungen und Unterbrechungen unserer zwecklichen Wachtätigkeit: daß uns plötzlich ein eben noch bewußtseinsberechtigtes Wort nicht einfällt — meist sind es Namen; daß wir uns, gerade im bedeutsamen Momente und auf peinliche Art, *versprechen* oder *verschreiben* oder andere *Fehlhandlungen* begehen; dahin gehören ferner anscheinend zwecklose und unbemerkte *motorische Abläufe*, Gesten usw. Ferner gehören hierher bestimmte Arten psychischer Produktivität, die nicht durch soziale Zwecke gefordert, sondern anscheinend Selbstzweck ist: die Abläufe, die zur *künstlerischen Gestaltung* führen, und ihr Ausdruck im Kunstwerk. Ferner die Bildung von besonderen *Zeremonien*, *Mythen*, *Märchen* und *symbolischen religiösen Grundvorstellungen bei naiven Völkern*. Ferner die Entstehung des adäquaten *Sexualzieles* und *Sexualobjektes*, seiner Ausgestaltung zum *Liebesideal*, und

die Ausbildung der seelischen Einzelbeziehung zu ihm in ihrer Bestimmtheit. Ferner Entstehung und Inhalte von *Symptomen* bei bestimmten, nicht somatisch bedingten *psychischen Erkrankungen*: Wahn, Halluzination, Angst, Zwang, Krampf und Lähmung. Ferner endlich, in unterirdischem Zusammenhang mit einem Teil dieser Phänomene, der *Witz*. Alles dies sind „Freudsche Phänomene“, nach dem Ansprüche seiner Theorie.

Die Heterogenität dieser Zusammenstellung darf nicht übersehen lassen, daß ihnen allen doch ein — negatives — Merkmal gemeinsam ist: ihr Herausfallen aus der Gruppe reflexionsdurchherrschter Abläufe, die von den Aufgaben der Umwelt und des wachen Wollens mit seinen Zielen bestimmt werden. Und *Freud* meinte nun, tieferliegende *positive Gemeinsamkeiten* bei ihnen allen zu finden: in der *gleichartigen dynamischen Genese ihrer Inhalte*. Die *Formen* dieser psychischen Abläufe, ihre *Verknüpfungsweisen* und *Seinsweisen* bilden ihm überhaupt kein Problem; wo er sie notgedrungen, wie in seiner Traumtheorie, einmal berühren muß, ist er recht oberflächlich, z. B. den pseudohalluzinatorischen Charakter der Traumwahrnehmungen will er sich bilden lassen durch einen „Regreß auf die Wahrnehmungen“, die doch auf fundamental andere Funktionsweisen zurückgehen. Daß „Wahn“ Urteilscharakter hat, und daß daher nicht genetisch, wohl aber analytisch, *besondere Funktionsformen* ihm als gestört zugrunde liegen müssen, interessiert ihn garnicht; er will auf die Genese „des Wahns“ los, ohne zu überlegen, warum gerade *Wahninhalte* und nicht etwa überwertige Ideen oder gar Halluzinationen bei dieser Genese entstehen. Mehr noch: auch das Verhältnis von Symptom und Krankheit zu einander, das bei den verschiedenen Psychosen ein sehr wechselndes ist, bildet ihm kein Problem; man weiß bei ihm niemals deutlich: entsteht das Symptom (der Seinsweise nach), entsteht bloß sein Inhalt, oder entsteht die Krankheit selber durch seine genetischen Mechanismen. Und genau den gleichen Radikalismus und die gleiche Problemferneheit zeigt seine Schule bei der Erörterung der Genese von Mythos, Märchen, religiösem Symbol, künstlerischer Leistung; erst ganz neuerdings (*Furtmüller, Putnam, Silberer*) beginnt man langsam einzusehen, daß die *Entstehung* von religiösen oder weltanschaulichen Überzeugungen, von Intuitionen ästhetischer Art, von moralischen Regungen, und ihre *Fundierung* etwas wesensverschiedenes ist.

Man kann aber den schrankenlosen Erklärungsanspruch der Freudschen Lehre auf die Phänomene einengen, denen er, wäre er richtig, völlig zu genügen vermöchte, nämlich auf die *Genese der psychischen Inhalte, welche unabhängig von Wahrnehmung und Reflexion sich bilden*. Zur Lösung dieser Aufgabe hat *Freud*, wie schon unser Beispiel zeigte, eine Reihe von Annahmen machen müssen, die bisher in der Psychologie nicht üblich waren. Er hat die *dynamische Quelle* bestimmen müssen, welche die Verschiebung von psychischen Inhalten ins Bewußtsein erzwingt. Er hat ferner die Hypothese machen müssen, daß diese Kraftquelle ihre

⁴⁾ Nur aus Rummangel wurde von der Wiedergabe einer solchen Abstand genommen, denn zu kürzen sind sie, wegen ihrer Aus schmiegung an die Individuen, an denen sie vollzogen werden, nicht, ohne daß sie an Plausibilität einbüßen.

Energien im Ganzen der Psyche von *Inhalt zu Inhalt* verschieben kann. Er hat weiterhin ein Prinzip bestimmen müssen, das diese „Energiebesetzung“ der psychischen Inhalte regelt: die *Zensur*. Die Wege, in denen sich diese psychische Energie verschiebt, sind zugleich diejenigen, durch welche die einzelnen psychischen Inhalte miteinander verbunden sind: hieraus folgt die Hypostasierung einer bestimmten *Assoziationspsychologie*. Und endlich hat er die Annahme machen müssen, daß nur die Inhalte, welche mit jenen psychischen Energien behaftet sind, ins Bewußtsein gelangen könnten. Diejenigen, von denen die Energien durch das Zensurprinzip entfernt würden, werden eben dadurch vom Bewußtsein ausgeschlossen, verbleiben im *Unbewußten*. Im Unbewußten liegt auch jene dynamische Quelle, von der die Energien dauernd auf andere Inhalte abströmen und verschoben werden und die deshalb niemals selber *bewußtseinsfähig* wird. Hieraus ergibt sich diejenige Hypothese, die Freud als den Zug der „*psychischen Instanzen*“ formuliert hat: aus dem Unbewußten, dem „eigentlich Psychischen“, drängen alle Inhalte je nach ihrer affektiven oder Energiebesetzung ins Bewußtsein. Aber um dahin zu gelangen, müssen sie die Instanz des *Vorbewußtseins* passieren; und hier waltet die *Zensur*. Sie nimmt dem einen Teil der Inhalte die Energiebesetzung und verschiebt diese auf andere Inhalte. Diese werden dadurch bewußt; jene andern Inhalte aber bleiben *verdrängt* und *bewußtseinsunfähig*. Die energiebesetzten Inhalte, die bewußt werden, sind die *Symbole*, die für sie eintreten. Diese Symbole sind durch assoziative Verwandtschaft zu ihrer Vertretung *determiniert*. In einem Symbol *verdichten* sich oft mehrere verdrängte Inhalte. Und eine Rückassoziation muß hinter den bewußten, manifest gewordenen psychischen Inhalten, hinter diesen Symbolen, die verdrängten, determinierenden Inhalte auffinden lassen — mußte es wenigstens, wenn die Zensur sie nicht immer wieder ins Unbewußte zurückstieß, Widerstände einschaltete, neue Symbole produzierte, aus deren Gesamtheit man zuletzt den ätiologischen Kern erst durch mühsame *Deutung* herauschälen kann. Dieses Verfahren, das zu den verdrängten Inhalten des Unbewußten führt, diese Kombination am Assoziationsversuch, Überwindung von Widerständen und Deutung ist *Freuds Methode*: die *Psychoanalyse*.

Welches ist nun die dynamische Quelle, welche diese Mechanismen in Tätigkeit setzt und so alle jene psychischen Inhalte letztlich determiniert? Freud hat früher das *Prinzip der Unvereinbarkeit* bestimmter psychischer Erlebnisse mit allen anderen als Ursache dafür angesehen, daß eine solche Quelle sich bildete. *Peinigende Reminiszenzen*, besonders sexuelle Insulte der frühesten Kindheit, waren es, die ins Unbewußte verdrängt werden und deren unerschöpfliche Unlustenergie im späteren Leben von der Zensur jeweils auf andere symbolbildende Inhalte verschoben wurde und so zur Entladung im Bewußtsein kam. Zuweilen wurde sie auch — als Angst, oder in motorischen und psychisch-nervösen Störungen — ohne den Umweg über das Psychische unmittelbar entladen, *ins Körperliche konvertiert*.

Später war es der *verdrängte Wunsch*, insbesondere der sexuelle, und zwar ebenfalls ein der frühesten Kindheit angehöriger, welcher seine symbolische Verwirklichung in diesen von ihm determinierten Inhalten erfuhr. Zuletzt schuf Freud als quasi uniforme Quelle den Begriff der *infantilen Sexualität* — ohne daran bestimmtere Wunsch- oder Verletzungcharaktere abzugrenzen —, aus der *alle* Energien für psychische Inhalte strömen; diese Sexualität, schrankenlos und polymorph, werde durch die psychische Ausbildung der werdenden Persönlichkeit selber mehr und mehr eingeschränkt, indem ihr Energien entzogen und in *sublimierter* Form für andere psychische Zwecke verwendet würden; sie wirke aber in allen diesen unzwecklichen psychischen Inhalten, die als Freudsche Phänomene gelten, symbolbildend weiter fort. Damit hier nun von den produzierten psychischen Phänomenen aus eine inhaltliche Relation zu dieser Sexualität möglich sei (denn sonst hätten sie ja keinen Symbolcharakter, und das Spezifische ihrer Genese fiel fort), mußte diese wenigstens einen, wenngleich noch so allgemeinen Inhalt erfahren; und sie erhielt ihn im sogenannten *Oedipus-Komplex*, wonach die erste Fixierung des schrankenlos polymorphen infantilen Triebes sich an die Eltern knüpft, die Mutter erotisch gewollt, der Vater negiert, „gehaßt“ wird, und durch diese Objektfixierung der erste dauernde infantile Konflikt sich anbahnt und der ersten Verdrängung anheim fällt.

Es kann an dieser Stelle nicht gezeigt werden, wie die einzelnen Klassen der als Freudsche Phänomene bezeichneten Inhalte von hieraus derivieren; ihre Bildung ist ja gerade das individuell von Fall zu Fall Verschiedene. Eine Flut von Publikationen über diese Frage ventiliert oft die bizarrsten Möglichkeiten.

Wichtiger ist die Frage, was davon zu halten sei. Aber sie ist heute noch nicht eindeutig zu beantworten. In früheren Jahren hat sich ein guter Teil der Fachkritik darauf beschränkt, über den Radikalismus der Konsequenzen und den allerdings unerfreulichen Pansexualismus Witze zu machen oder Entrüstung zu äußern. Neuerdings ist man den Theoriebildungen zu Leibe gegangen (*Isserlin, Kronfeld*) und hat da allerdings recht wenig gefunden, was in seiner jetzigen Fassung einer kritischen Überprüfung standhält. Auch diese Art der Prüfung, so naheliegend sie ist, kann aber definitiv das Freudsche Problemkonvolut nicht klären. Die behaupteten psychischen Zusammenhänge können gewiß zu falschen psychologischen Theorien und Konstruktionen führen — und doch vorhanden und richtig sein. Man muß also, was die *Freudianer* auch heftig verlangen, die Tatsachen selber kritisch prüfen. „Tatsachen“ heißt aber in diesem Fall Tatsachenzusammenhänge, und solche Zusammenhänge sind wiederum *keine* Tatsachen in dem Sinne einer sinnfälligen Gegebenheit, sondern nur reflexionell erschließbar. Was aber die Reflexion der *Freudschule* in bezug auf die Formulierung dieser Zusammenhänge geleistet hat, ist bei genauer psychologischer Kritik bisher nicht haltbar gewesen. Aber eben diese Feststellung beweist wieder nur etwas

gegen die Formulierung dieser Zusammenhänge, nichts gegen die Möglichkeit ihrer Existenz.

Somit muß man objektiv sagen: die Stellung der Psychologie zu diesem neuen, durch *Freud* inaugurierten Problembereich ist noch keine definitive. Man darf die theoretischen Behauptungen seiner Schule ablehnen, die Wissenschaftsreife solcher Theoriebildung überhaupt bezweifeln; aber man wird zugestehen müssen, daß *Freuds* Lehre damit in keiner Weise erledigt ist, sondern in ihrem Anspruch darauf, im Kreise individueller Erlebnis-inhalte eine Reihe neuer Zusammenhänge aufgedeckt und (allerdings fehlerhaft) zu Gesetzen formuliert zu haben, bestehen bleibt; zwar nicht als wirkliche Naturtheorie der psychischen Dynamik, aber vielleicht als erster Keim, um in der Zukunft eine solche zu bilden.

Freilich wird das erste, was mit der vorliegenden Lehre zu geschehen hat, eine Fortsetzung der von *Isserlin*, *Kronfeld* und *Mittenzwey* begonnenen kritischen Aufräumarbeit sein, welche die brauchbaren Keime vom Wust phantastischer Behauptungen in Theorie und Praxis reinigt. Damit wird zugleich Platz geschaffen für die methodologische Vorarbeit an diesem Material, welche fragt, wieweit sich die Wissenschaft psychischer Zusammenhänge mit Evidenz zu bemächtigen vermag, ohne sie alsbald in die explizite Form reflexioneller Konstruktion pressen zu müssen (*Bergmann*, *Geiger*, *Jaspers*). Und währenddem bilden die Arbeitshypothesen der psychiatrischen Praxis, wie sie *Bleulers* bedeutendes Werk über die *Dementia praecox* zur Erklärung der verschiedenartigsten psychotischen Zusammenhänge und Zustände nach *Freudschen* Gesichtspunkten aufstellte, eine zwar vorläufige, aber praktisch sehr bereichernde Erweiterung unseres Verständnisses kranker Menschen.

Zur Ätiologie und Geographie des endemischen Kretinismus¹⁾.

Von Dr. Erich Ebstein, Leipzig.

Es ist noch gar nicht so lange her, daß ausgesprochen wurde, „daß der Verlust der Schilddrüse die gemeinsame Ursache des Kretinismus, des spontanen Myxoedems und der Cachexia strumipriva“ bildet. Diesen Ausspruch tat am 23. November 1883 *Felix Semon*, und zwar vor *Reverdin* und *Kocher*, wie *Semon* jüngst in seinen „Forschungen und Erfahrungen“²⁾ dargetan hat. In diesen dreißig Jahren ist dieses ganze Gebiet ein Teil der Lehre von der sogenannten „inneren Sekretion“ geworden, deren Bedeutung für das Kindesalter *E. Thomas*³⁾ soeben in dem Handbuch von *Brüning* und *Schwalbe* einer eingehenden kritischen Würdigung unterworfen hat. Er hat dort den Schild-

drüsenveränderungen beim endemischen Kretinismus auch ein ausführliches Kapitel gewidmet. *Thomas* betont dort, daß das *Problem des endemischen Kretinismus im Kindesalter und in seinen Anfängen liegt* und schlägt vor, daß, wenn auch wohl manche Schwierigkeiten zu überwinden wären, im Gebiete der Endemie liegende Stationen die Beobachtung der gesunden Kinder, die Feststellung der Anfänge, des Verlaufes und des Ausganges der vielleicht zunächst wenig charakteristisch sich manifestierenden Infektion oder Intoxikation übernehmen müßten.

Auf anderem Wege sind in letzter Zeit *Schittenhelm* und *Weichardt* dieser Frage näher getreten, als sie ihre ausgedehnten Untersuchungen über den endemischen Kropf mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens im Königreich Bayern ausführten. Sie betrachten auch als das einzig sichere Kennzeichen für die Kropffreiheit eines Ortes das Verschontbleiben der Kinder und fordern zum Schluß die Anlage eines Laboratoriums in einer kropffreien Gegend, und den Anschluß von zwei kleineren Außenstationen in zwei Kropfgegenden des verschiedensten Typus, die mit der Hauptarbeitsstätte in Verkehr stehen.

Wie vielseitig und anregend die Fragestellungen sind, die sich auf ein kleines Gebiet, wie auf Bayern, beziehen, zeigt zur Genüge *Schittenhelms* und *Weichardts* Buch, das besonders auf geographisch-medizinischem Gebiete Klarheit schafft. Eine Karte zeigt deutlich die Kropfhäufigkeit in Bayern nach den Angaben der Bezirksärzte und nach eigenen Untersuchungen, und zwar sind mit verschiedenen Farben hervorgehoben die „schwach“, „mittelstark“ und „stark“ befallenen Gegenden. Außerdem sind die Orte, in denen der Kropf häufiger als im umgebenden Bezirk, und diejenigen Plätze, in denen der Kropf früher häufiger war, notiert. — Bei der Betrachtung dieser Karte fällt sofort auf, daß die höher gelegenen Teile (Alpen) durchweg stark befallen sind, und daß im allgemeinen eine allmähliche Abnahme nach der Ebene hin stattfindet. Auch nimmt im Donautal, von Regensburg abwärts, der endemische Kropf zu und erreicht seinen Höhepunkt in Passau und den unterhalb gelegenen Ortschaften. Ganz getrennt von diesen Bezirken ist noch um Rothenburg o. T. eine lokalisierte Kropfendemie zu konstatieren. Was die Abhängigkeit der Kropfhäufigkeit von geologischen Formationen anlangt, so haben *Schittenhelm* und *Weichardt* für Bayern die Überzeugung gewonnen, daß diese nicht das Primäre, Ausschlaggebende für die endemische Verbreitung des Kropfes sind, sondern die Infektion des Wassers. Diese kann allerdings durch gewisse Gesteinsarten begünstigt werden, die aber keinen starren Gesetzen gehorcht. Am meisten fördernd scheint das Gebirge auf die Entstehung des Kretinismus einzuwirken, und ein übertragbares Virus entspricht nach *Schittenhelm* und *Weichardt* den epidemiologischen Beobachtungen und den biologischen Befunden (Immunität, Tierkrankheiten) am meisten. — Zu allen Theorien und ätiologischen Gesichtspunkten haben die beiden Autoren in kritischer Weise Stellung genommen; und in der Be-

¹⁾ *Schittenhelm* und *Weichardt*, Der endemische Kropf mit bes. Berücksichtigung des Vorkommens im Königreich Bayern. Berlin 1912, Julius Springer. 9.— M.

²⁾ 2 Bände. Verlag von A. Hirschwald. 1912.

³⁾ Handbuch der allgem. Pathologie und patholog. Anatomie des Kindesalters II, 1 (1912). *Bergmann* (Wiesbaden).

kämpfungsfrage der Kropfendemie glauben sie an eine Sanierung der vielen Kropforte in Bayern, und sie versprechen sich von einer Erforschung und Bekämpfung, die auf breitester Grundlage nach Art der Typhusbekämpfung Platz greift, allmählich aber sicher zum Ziele führende Erfolge.

So stellt dieses Buch von *Schittenhelm* und *Weichardt* ein Werk dar, das für derartige Untersuchungen in der Folge als grundlegend gelten muß und die nötigen Fingerzeige und Anregungen zur weiteren Betätigung auf diesem Gebiet zu geben berufen ist.

Bleivergiftungsgefahr in Betrieben und Vorkehrungen dagegen¹⁾.

Von Professor Dr. L. Spiegel.

„Es gibt nur wenige Betriebe, die den Menschen mit Gegenständen für sein Leben versorgen, in denen nicht Gifte reichliche Benutzung finden.“ Dieser zweifellos richtige Satz, von *Lewin* vor einigen Jahren in einem Vortrage ausgesprochen, beleuchtet kurz und treffend die Gefahren, die allorten, vielfach unerkannt, die gewerblichen Arbeiter umlauern. Denn es handelt sich nicht immer um grobsinnlich wahrnehmbare Schädlichkeiten, die sich alsbald geltend machen, in ihrer Wirkung genau bekannt sind und gegen die sich einigermaßen zu schützen man schon gelernt hat. Es kommen vielmehr auch solche in Betracht, von denen man bei ihren physikalischen Eigenschaften eine besondere Vergiftungsgefahr unter den Verhältnissen ihrer Behandlung nicht befürchten zu müssen glaubt. Die Umstände, unter denen Verdampfung oder Verstäubung an sich fester oder flüssiger Substanzen in kleinen Mengen stattfindet, sind oft ebenso wenig bekannt wie die Schädigungen, die auch durch solche kleinen Mengen bei immer wiederholter Einführung in den Organismus hervorgerufen werden können. Mit einschlägigen Untersuchungen hat sich namentlich der Würzburger Professor der Hygiene *K. B. Lehmann* in sehr dankenswerter Weise beschäftigt, wobei aber im wesentlichen Laboratoriumsversuche in Betracht kamen. In unmittelbarer Anlehnung an die Praxis eines großen Betriebes, des Kabelwerkes der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, und mit der Tendenz, diesen Betrieb in hygienischer Beziehung auf eine möglichst hohe Stufe zu heben, hat *L. Lewin* neuerdings verschiedene Betriebsgefahren und ihre Abwehr behandelt, so kürzlich die durch Verwendung der Salpetersäure bei der Metallbearbeitung entstehenden und in den vorliegenden Abhandlungen die Bleige-fahr.

Vom Blei weiß man, daß selbst sehr kleine Mengen, wenn der Organismus ihnen dauernd ausge-

setzt ist, die bedenklichen Erscheinungen des Saturnismus zu erzeugen vermögen. Bei der Verhütung der Bleierze gelangen ganz erhebliche Mengen Blei oder Bleioxyd in die Luft. Hier ist die Gefahr bekannt und sind auch Schutzvorrichtungen vorgeschrieben. Wie aber steht es beim einfachen Schmelzen des Metalls und bei der Verarbeitung des geschmolzenen (Verbleiung, Pressen von Kabeln usw.)? Diese Frage ist hier vornehmlich geklärt worden. Beim Schmelzpunkte, über dessen Höhe die Angaben um 300° C. herum schwanken, findet eine Verflüchtigung des Metalles nicht statt, aber auch bei noch wesentlich höheren Temperaturen nicht. *Lewin* hat festgestellt, daß beim Absaugen der Luft, die über dem Spiegel von bei etwa 500° gehaltenem Blei stand, nicht die geringsten Spuren Blei in dieser Luft nachgewiesen werden konnten. In Versuchen mit kleineren Mengen, die in einem Tiegel erhitzt wurden, konnten an einer den Tiegel bedeckenden Porzellanschale erst nach Steigerung der Temperatur auf 850—900° winzige Mengen Blei nachgewiesen werden. Anders liegt es, wenn andere Bestandteile zugegen sind, die beim Erhitzen Gas- oder Dampfbildung bedingen und dann, wie ja von vornherein zu erwarten, kleine Mengen Blei mitreißen lassen. So konnte schon bei etwa 750 bis 800° ein bleihaltiger Beschlag erhalten werden, wenn nicht reines Blei, sondern solches mit 5% Zink oder basisches Bleicarbonat erhitzt wurde. Ob dies unter solchen Bedingungen die Mindesttemperatur ist, ist leider aus der Abhandlung nicht zu ersehen. Jedenfalls könnte es aber nach diesen Feststellungen scheinen, als ob bei Bleischmelzöfen Schutzvorrichtungen überflüssig wären. Indessen weist *Lewin* mit Recht darauf hin, daß bei jeder Hantierung an derartigen Objekten, beim Eintauchen von zu verbleienden Gegenständen oder beim Ausschöpfen, Blei oder Bleioxyd am Kessel verstreut werden kann. Um dies zu verhindern, ist in dem erwähnten Kabelwerk jeder Schmelzkessel vollständig ummantelt. Der eigentliche, aus Gußeisen bestehende Kessel ist mit einem Schamottefutter außen so umkleidet, daß ein Hohlraum für die Heizgase bleibt, deren Verbrennungsprodukte durch Entlüftungsrohre ins Freie geführt werden. Im oberen Teil ist der ganze Ofen mit einer gut passenden Absaugehaube überdeckt, von der ein Entlüftungsrohr zu einem kräftigen Exhaustor und von da ins Freie führt. Die Haube hat eine Schiebetür, durch welche die zu verbleienden Gegenstände bzw. bei den Schmelzkesseln für Kabelpressen die Bleibarren eingeführt werden. Natürlich ist dann die Gefahr, daß das bei Berührung mit der Kesselwand abgeriebene Blei entgegen dem saugenden Luftstrom nach außen gelangt, äußerst gering. Immerhin wird eine mechanische Zuführung der Bleibarren die Schutzvorrichtung noch zu vervollkommen haben. Bei der Weichheit des Metalles kann jede Handhabung mit den Barren zu einer Metallverstäubung führen.

Es will mir übrigens scheinen, daß Schmelzkessel mit flammenloser Gasfeuerung, wie deren einer auf S. 17 dieser Zeitschrift beschrieben ist, den Schutz vor Bleige-fahr in noch vollkommenerer

¹⁾ *L. Lewin*: Die Bedingungen für die Bildung von Bleidampf in Betrieben. — Schutzvorrichtungen gegen die Aufnahme von Blei an Bleischmelzkesseln. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh. Bd. 73, S. 154 u. 161.

Weise als die bisherigen Konstruktionen gestatten würden. Die automatische Zufuhr und der Ablauf müßten natürlich auch hier zweckentsprechend geregelt werden.

Über die wichtigsten Ursachen von elektrischen Unfällen.

Von Professor Dr. H. Zangger, Zürich.

Die elektrischen Unfälle durch Starkstrom gehören der neuesten Zeit an. Sie bringen eine neue unheimliche Gefahr, die in den ganz ungefährlich aussehenden Drähten lauert. Es bestehen jedoch noch eine ganze Reihe anderer zu wenig allgemein bekannter Möglichkeiten der Gefährdung. Der elektrische Unfall hat auch an sich meist etwas äußerst Befremdendes gegenüber dem gewöhnlichen Unfall mit Körperverletzung: Kein Laut, meist kein Schreien, kein Blut, nur ein unheimliches Sausen, Zischen usw., und der Mensch fällt lautlos hin.

Die Tatsache, daß die Unfälle, bedingt durch elektrische Entladungen aus Stromleitungen, parallel der Ausdehnung der elektrischen Anlagen zunehmen, daß ihnen nicht nur damit beschäftigte Arbeiter und Monteur zum Opfer fallen, sondern ebenso viele Menschen, die mit Elektrizität gar nichts zu tun haben, und die nur der Zufall oder außergewöhnliche Arbeitssituationen mit der Elektrizität in unglücklichen Kontakt bringt, lenkt die Aufmerksamkeit immer wieder auf diese Gefahren.

Die Bedingungen, unter denen ein elektrischer Unfall, d. h. Stromdurchgang durch den menschlichen Körper erfolgt, sind bei den gewöhnlichen Spannungen, speziell bei Lichtleitungen, von ganz entscheidender Bedeutung für die Gesamtwirkung. Gerade diese, dem Laien wenig bekannten Bedingungen, die den Effekt modifizieren, sollen hier untersucht werden, um so mehr, als die Verlegung der Gefahr in die Drähte allein und die Vernachlässigung der Bedeutung der übrigen Einflüsse die Veranlassung zu zahlreichen Unglücksfällen bildet. Besonders beunruhigend sind eine Reihe von Unglücksfällen der letzten Zeit, die Kinder betreffen.

Zunächst fassen wir die allgemeinen physiologischen Voraussetzungen für schwere elektrische Unfälle kurz zusammen: Es muß eine elektrische Spannung (Volt) von bestimmter Höhe vorhanden sein, weil der Körper selber dem Stromdurchgang (hauptsächlich durch die obere Hautschicht) einen großen Widerstand entgegengesetzt und weil ein tödlicher Effekt nur eintritt, wenn diejenigen Organe getroffen werden, deren Funktionseinstellung momentanen Tod zur Folge hat, wie das Gehirn, der oberste Teil des Rückenmarks und das Herz.

Die Empfindlichkeit gegen den elektrischen Strom ist bei den animalen Wesen sehr verschieden und wird beim Menschen am größten. Beim erwachsenen Menschen scheint es, daß in den meisten Fällen, sobald z. B. das Herz getroffen wird, eine bestimmte Menge Elektrizität den das Leben erhaltenden rhythmischen Herzschlag stören oder aufheben kann.

Diese Menge Elektrizität ist ca. 0,05 Amp für den Querschnitt des ganzen Körpers. Daraus ergibt sich, daß, wenn der Körperwiderstand gerade nur 1000 Ohm beträgt und die Oberfläche gut durchfeuchtet ist, der elektrische Strom bei einer Spannung von 50 Volt an aufwärts schon gefährlich werden kann.

Warum passiert nun aber so wenig, trotzdem wir in unseren Häusern Lichtstromleitungen haben von 100 bis 250 Volt Spannung? An dem Umstand, daß wir einerseits, wenn wir einmal eine solche Leitung berühren, sie nur mit einer kleinen Hautoberfläche berühren und weil wir für gewöhnlich auf Stoffen stehen, die die Elektrizität schlecht weiterleiten. Der Strom kann nur dann durch den Menschen durchfließen, wenn er an einer Stelle hinein, an einer anderen Stelle hinausgelangen kann. Wir sehen also unmittelbar, daß es nicht nur auf diejenigen Verbindungen ankommt, die der menschliche Körper mit den geladenen Leitungen bekommt, sondern auch auf diejenigen mit der Erde oder anderen Leitungen. Je breiter die Verbindung der Haut mit den Leitungen ist, um so mehr Strom kann in den Körper *eintreten*, geradeso wie durch ein weiteres Rohr bei gleichem Druck mehr Flüssigkeit fließt.

Beim menschlichen Körper kommt noch besonders hinzu, daß die Haut die Elektrizität schwer durchläßt, daß aber im allgemeinen um so mehr Elektrizität eintritt, je größer die Hautoberfläche ist, auf welche die Elektrizitätsspannung wirkt. Dasselbe gilt für die *Austrittsstelle* aus dem Körper.

Beim Stehen und Gehen kommt die Fußsohle und die Fußbekleidung als Austrittsstelle in Betracht. Schon bei geringen Spannungen kann ein Unglück passieren, wenn man z. B. barfuß auf Metall steht, das eine metallene Fortsetzung bis in die Erde hat, wie z. B. Dachtraufen, Krane, Eisenbahnschienen usw., während die Gefahr kleiner wird, wenn man auf trockenem Holz, Gummi, Glas steht. Aber nicht der unmittelbar an dem Fuß liegende Gegenstand ist für den Elektrizitätsdurchgang endgültig ausschlaggebend, denn es kommt darauf an, was für Schichten der Strom noch weiter zu durchfließen hat, bis er in ein Gebiet kommt, in dem er sich leicht verteilen kann (wie feuchte Erde, Leitungen usw.). Auch hier läßt ein Vergleich mit einer Wasserleitung die Vorgänge für die Elektrizität verständlich machen. Wenn auch durch eine weite Leitung größere Mengen Wasser fließen könnten unter einem bestimmten Druck, wird die absolute Durchflußmenge stark reduziert, wenn sich in der Fortsetzung der Leitung enge Stellen befinden, bevor der Ausfluß erfolgen kann, also große Widerstände eingeschaltet sind. Solchen engen Stellen entsprechen für die elektrische Leitung Schichten von Glas, Kautschuk, trockenem Holz, Linoleum, kurz Schichten der sog. Isolation. Größere Mengen Elektrizität lassen dagegen durchtreten: feuchte Gegenstände und metallische Leitungen in die Erde. Es kommt also für den Gesamteffekt darauf an, wie groß die ganze Summe aller Widerstände zwischen dem menschlichen Körper und der stromgebenden Leitung und gleichzeitig zwischen dem menschlichen Körper

und der Erde ist, weil die *Elektrizitätsmenge*, die durch den Körper durchgeht, um so kleiner ist, je größer die *Summe aller Widerstände* ist, durch welche die gleiche *Elektrizitätsmenge* passieren muß, die durch den menschlichen Körper geht.

Gewöhnlich liegen nun die Verhältnisse z. B. für die Widerstände an den Füßen und an den Händen sehr ungleich, speziell in bezug auf die Möglichkeit, sie absichtlich zu beeinflussen, und deshalb sind die Vorstellungen über die Bedeutung dieser Widerstände wenig geklärt. Wir sind gewohnt, darauf achtzugeben, daß wir nicht mit den Händen oder mit dem Kopf an eine elektrische Leitung geraten — weil diese Vorsichtsmaßregel für das gewöhnliche Leben genügt; sie verwendet eben die Tatsache, daß die Luft einen sehr großen Widerstand bietet und daß wir solchen gefährlichen Berührungen meistens mit Leichtigkeit ausweichen können. Unter diesen Umständen brauchen wir auf den Kontakt mit den Füßen gar nicht besonders zu achten; wir haben ja im allgemeinen auch gar nicht die Möglichkeit, mit den Füßen immer auf isolierten Gegenständen zu stehen. In dem Moment, in dem eine zufällige Berührung, z. B. des Oberkörpers, mit einem elektrisch geladenen Leiter zustande kommt, kann aber die Beziehung der Füße zur Erde oder zu andern gut leitenden Substanzen für die Gesamtwirkung direkt entscheidend werden. So läßt sich bei allen Unglücksfällen, die sich bei Lichtleitungen ereigneten, nachweisen, daß der tödliche Effekt regelmäßig dann eintrat, wenn der betreffende Mensch auf feuchtem Boden, besonders auf salzhaltigem feuchtem Boden stand oder mit bloßen Füßen einen eisernen Kessel, eine Blitzleitung, eine metallene Wasserleitung, eine Dachtraufe oder dgl. berührte. Wenn geringe Spannungen tödlich wirken, finden wir regelmäßig außerordentliche Bedingungen der Ableitung durch den Körper in die Erde. Beispiele: Ein Dachdecker rutscht aus und berührt mit den bloßen Füßen ein Eisenblech oder die Dachtraufe und will sich an einer Lichtleitung halten; oder: es fällt ein Draht herunter, man steigt auf die eisernen Radiatoren der Zentralheizung, indem man sich mit einer Hand an diesem metallischen und mit der Erde verbundenen Gegenstand hält und mit der anderen Hand den Draht faßt, der zufällig eine Lichtleitung berührt. Dann geht der Strom durch die eine Hand, quer durch die Brust und durch die große berührende Handfläche in den eisernen Heizkörper und die Erde, und das Unglück ist geschehen. Der Grund liegt darin, daß die Berührungsflächen der Hände durch das Zugreifen und den Druck sehr groß sind, also dem Strom einen geringeren Widerstand bieten, so daß auch eine kleine Spannung relativ große Mengen Elektrizität durch den Körper durchzutreiben imstande ist. Analog sind die Verhältnisse in dem Fall, wo ein Arbeiter in einem mit Salzlösung gefüllten Kessel stand und beim Auswechseln einer elektrischen Lampe die hintere Messingfassung berührte.

Ganz gefährliche Situationen sind nun solche, in welchen ein großer Teil des Körpers von gut leitenden Flüssigkeiten umgeben ist, Bäder, Sol-

bäder in Badewannen mit direkter Ableitung. Wenn unter diesen Umständen eine defekte Lichtleitungsschnur berührt wird, so sind die Widerstände für den Abfluß der Elektrizität so gering, daß stärkere Wirkungen schon bei ganz geringen Berührungsflächen zustande kommen.

Die Statistik ergibt in der Tat tödliche Unglücksfälle ganz besonders häufig in denjenigen Industrien, in welchen der Boden feucht ist und reich an löslichen salzartigen Substanzen. Überhaupt sind die Unglücksfälle, bei welchen eine Verminderung des Widerstandes das entscheidende Moment ist, viel häufiger, als diejenigen durch eine außergewöhnliche, stärkere Spannung in einem *Niederspannungsnetz* (wie den Lichtleitungen), die etwa dadurch zustande kommt, daß Drähte von höheren Spannungen auf Drähte niederer Spannungen fallen oder daß atmosphärische Elektrizität in Niederspannungen hinein gerät. Die atmosphärischen und Überspannungen ableitenden Einrichtungen (der Grobschutz und Feinschutz, die Sicherungen) sind heute so entwickelt, daß eine länger dauernde Überspannung zu den Seltenheiten gehört.

In ganz seltenen Fällen ist dagegen sogar ein Kontakt mit 5000 Volt vollständig unschädlich, wie z. B. wenn in den Bergen 2 bis 3 m gefrorener Schnee liegt: man kann dann eine Hochspannungsleitung, die Strom führt, gefahrlos berühren. In diesem Beispiel sehen wir in einem extremen Fall die große Bedeutung der Isolierung der Füße illustriert, denn gefrorenes reines Wasser und Schnee sind in solchen Dicken außerordentlich gute Isolatoren und schützen gegen Stromdurchgang.

Aus den gleichen Gründen ist allgemein eine Berührung mit einer Starkstromleitung im Ballon ungefährlich. Doch ist natürlich auch im Ballon eine Berührung von 2 Phasen eines Wechselstromes, Drehstrom oder von Drähten von zwei verschiedenen Netzen gefährlich.

Auch bei *Starkstrom* (von 500 und mehr Volt) spielt der Widerstand oder anders ausgedrückt, die Isolierung des Menschen gegen die Leitungen die entscheidende Rolle. Da die Isolierung an den Füßen nicht in so weiten Grenzen schwankt wie die Isolierung der Hände und des Oberkörpers gegenüber Leitern, so sind bei Starkstromunfällen in der Mehrzahl der Fälle die Umstände entscheidend, ob der Mensch mit einer Starkstromleitung in direkte Berührung kommt, also den Luftwiderstand ausschaltet, so daß die Funken überspringen können, weil der Gesamtwiderstand des Körpers und die Isolierung bis zum Boden im allgemeinen, d. h. in den gewöhnlichen Lebenssituationen, doch nicht so groß ist, daß nicht die erwähnte minimale Quantität Elektrizität durch den Körper durchfließen könnte, die eine Schädigung oder Tötung erzeugt. Allerdings muß man bei diesen allgemeinen Angaben immer in Betracht ziehen, daß der wesentliche Effekt bedingt wird durch die Art der getroffenen Organe (Herz, Gehirn) und daß sehr große Ströme den Körper passieren können, wenn diese Organe nicht getroffen werden (von Bein zu Bein, rechte Rückenabschnitte und rechtes

Bein, rechter Arm, rechte Achsel), ohne daß das Leben unmittelbar gefährdet wird.

Die *Unfälle durch Starkstrom*, wie ihn die Industrie, die Eisenbahnen, die Straßenbahnen usw. verwenden, erforderten von Anfang an spezielle auf der menschlichen Psychologie basierende Schutzmaßnahmen, weil gerade die durchschnittliche Isolierung resp. Widerstandsverhältnisse nicht zum Schutz der Menschen ausreichen. Man hat von Anfang an, hauptsächlich seit 1890 (erste Fernleitung), die Anforderungen an die Sicherheitseinrichtungen im allgemeinen so präzise gestellt, daß nur wenige neue Regulierungen notwendig wurden, ja, daß einige Anforderungen nicht ausführbar erschienen. Andererseits beweist die Tatsache, daß gerade in der Technik die Unfälle mit der Ausdehnung der Industrie ganz gleichmäßig zugenommen haben, daß ein wesentlicher Fortschritt in den Schutzmaßregeln auch nicht zu verzeichnen ist.

Zahlreiche *Unglücksfälle* ereignen sich, wenn provisorische Gerüste und Bauten gemacht werden, besonders beim Aufrichten von eisernen Masten, die dabei mit Leitungen in Berührung kommen. Feuerwehrleute können bei Löscharbeiten mit dem Wasserstrahl oder aber mit den metallenen Wendrohren mit Starkstromleitungen in Berührung kommen. Interessant und wichtig sind diejenigen Unglücksfälle, die auf Eisenbahnlinien mit elektrischer Traktion erfolgen. So ist es vorgekommen, daß Heizer der Dampflokomotiven solcher Linien mit ihren langen Heizinstrumenten eine Leitung treffen und dann meistens infolge der metallischen Leitung zu den Händen und zu den Füßen schwere Verletzungen davon tragen. Wo psychologische Umstände den inneren Grund dieser Verletzungen bilden, hätten sie sich bei genügender Kenntnis der Situation vermeiden lassen.

Diesen Fällen gegenüber stehen nun elektrische Unfälle, die auch von Kennern der ganzen Anlage nicht erwartet werden und die *etwas ganz besonders Unheimliches* haben, da sie auf prinzipielle Unzulänglichkeiten des Materials und der Anlage hinweisen, also tiefgreifende Forderungen und Mahnungen in sich schließen. Gegenüber den mechanischen Zufälligkeiten, wie Bruchgefahr von Drähten, hat man sich sukzessive immer mehr vorgesehen. Ebenso schützt man sich gegen atmosphärische Entladungen und Verteilung auf weite Distanzen, indem z. B. lange Leitungen, die in Reparatur sind, auf kurze Distanzen unterbrochen werden, in sog. Sektionen zerlegbar sind; gegen andere Umstände dagegen kann man sich nicht so leicht vorsehen.

Eine der erschreckendsten Gefahren liegt in der Instabilität und Veränderlichkeit der harzartigen Isoliermaterialien, da sie meist Kolloidsubstanzen sind, die sich in ihrer inneren Struktur verändern, und zwar viel schneller als alles andere Material, das zur Konstruktion verwendet wird. Es ist hauptsächlich beeinflussbar durch Temperaturwechsel, Lichteinwirkungen oder auch empfindlich gegen Wechselstrom und Gleichstrom. Die Erfahrungen zeigen, daß gerade die aus Harzen und anderen ähnlichen kolloiden Massen bestehenden Dielektrika,

speziell bei Wechselströmen gleich im Anfang leicht versagen, währenddem der Gleichstrom erst sukzessive auf diese Isolatoren wirkt, zumal, wenn sie dauernd oder temporär mit Flüssigkeiten umgeben sind, so daß elektrolytische Zersetzungen durch den Gleichstrom entstehen können.

Der große Konsum dieser Isolationsmassen war die Veranlassung, daß eine ungeheure Zahl von Ersatzstoffen gesucht worden ist, so daß wir heute in den meisten Fällen nicht wissen, welche Mischung für eine bestimmte Isolation verwendet wurde. Auch liegen die Erfahrungen mit solchen bekannten Mischungen noch nicht sehr viele Jahre zurück.

Man vergißt so leicht, daß gerade dieses scheinbar tote Sicherungsmaterial zum fragilsten in der ganzen elektrischen Anlage gehört, eben weil es aus Mischungen meist organischer kolloider Substanzen besteht, die auf eine sehr große Zahl von Einwirkungen empfindlich sind. So sind die letzten Jahre geübte, vorsichtige Ingenieure zugrunde gegangen, weil sie sich auf Isolierungen durch diese Materialien verließen.

Man hat früher in Einzelfällen auch versucht, das gesamte Innere von Fabriken auf eine bestimmte Spannung zu laden und die ganze Fabrik zu isolieren gegenüber der Erde, so daß es unmöglich war, im Fabrikraum zwei leitende Gegenstände zu finden, zwischen denen ein Potentialgefälle bestand (natürlich Gleichstromanlage). Eine solche Anlage hatte über 12 Jahre keinen Unfall, man vertraute ihr, und plötzlich fällt ein Arbeiter tot hin. Der isolierende Boden hatte an dieser Stelle einen leitenden Inhalt und war bis auf diesen herunter abgenutzt.

Eine andere Art Gefahren, die nicht bestand, solange in einer Gegend *nur eine* elektrische Anlage vorhanden war, häufen sich in der letzten Zeit ganz besonders. Die elektrischen Anlagen verlangen von Anfang Sicherheit gegen Überspannungen. Zufällig auftretende Überspannungen wurden in die Erde durch die sog. *Erdungen* abgeleitet, indem gutleitende Platten oder Kupferdrähte in die Erde versenkt wurden, die mit Funkenstrecken mit den Hauptleitungen verbunden sind. Diese Erdungen mußten, wenn möglich in feuchtem Erdreich angebracht werden. Man hat sich gewöhnt, diese Erdungen mit allen möglichen, zufällig bei den Grabungen getroffenen Metallgegenständen zu verbinden, sehr häufig ohne jede Rücksicht, ob diese Metallgegenstände eine weite Fortsetzung haben und wohin sie reichen. Durch die große Zahl der Erdungen in den Städten kommt es nun vor, daß Erdungen ganz verschiedener Spannungen einander sehr nahe kommen, so daß nicht selten bei einem hochgespannten Netz Ströme in die Erde gehen und statt sich dort zu verteilen, aufsteigen und die Quelle schwerer Unglücksfälle werden. Da die Erde nicht überall so zusammengesetzt ist, daß sie große Mengen Elektrizität auf geringe Distanzen zu verteilen vermag, können in der Nähe von Erdungen gefährliche Stromabstürze selbst ohne direkte Berührung der Leitung zustande kommen. So wurden auch Tiere getötet, die mit den Vorderfüßen in die Nähe von Erdungen in schlecht leitendem Erdreich

kamen. Beim Betreten einer großen eisernen Brücke fielen alle Tiere hin, als sich eine gewöhnliche Lichtstromleitung daran erdete.

Eine eigenartige Form der Gefahr besteht darin, daß sich die Elektrizität, wenn auch sehr schlecht, im gewöhnlichen Wasser verteilt, so daß von solchen Erdungsplatten aus, die nicht selten in der Nähe von Bächen usw. vergraben sind, größere Ströme durch das Wasser gehen. Auf diese Gefahr, die badende Kinder treffen kann, machte uns ein sehr schwerer Unglücksfall, dem drei Knaben zum Opfer fielen, besonders aufmerksam.

Das große Interesse, welches die relativ häufigen *Verletzungen von Kindern* verdienen, führte dazu, besonders die Bedingungen dafür näher zu untersuchen.

In einzelnen wenigen Fällen sind Verletzungen der Kinder bekannt geworden infolge eines Kontaktes einer Starkstromleitung mit einer Drachenschnur, natürlich besonders einer durchnässten, oder wenn längere Stücke aus dünnem Draht waren (also das Franklinsche Experiment).

Halbe Kenntnis der Gefahr schützt natürlich hier noch weniger wie anderwärts, indem man dann, um die Gefahr zu vermeiden, ganz falsche Mittel in Anwendung bringt. So hat sich ein Knabe verleiten lassen, um einen in elektrischen Drähten hängenden großen Vogel zu erlangen, eine Schere zu holen, um ihn abzuschneiden. Er bekam Strom, verbrannte sich die rechte Hand, speziell Zeigefinger und Daumen sehr stark und fiel bewußtlos vom Mast herunter.

Aber nicht nur falsche Vorstellungen verleiten die Kinder, sich den Gefahren des elektrischen Schlages auszusetzen, sondern es gibt gewissenlose Leute und vielleicht noch mehr solche, die aus Unkenntnis der Gefahr die Kinder auffordern, etwas Ungeschicktes zu tun, um die Kinder zu erschrecken, speziell halb-erwachsene Kinder.

Eine ungefährliche Art und Weise, sich elektrischen Wirkungen, speziell von Lichtströmen, auszusetzen, betreiben die Kinder, indem sie zwei Finger einer Hand in die Steckkontakte der Lichtleitungen stecken. Dieses Experiment ist ungefährlich, weil der Strom nicht den Körper passiert, sondern durch den einen Finger in den Körper hinein geht und ihn durch den anderen verläßt, so daß die inneren Organe nicht vom Strome getroffen werden. In dem Moment jedoch in welchem die Kinder die Finger beider Hände verwenden, ist die Situation ganz anders, denn dann passiert der Strom die Brust, indem er von einem Arm zum andern übergeht. Bei den gewöhnlichen Steckkontakten und trockener Haut ist im allgemeinen nur eine sehr wenig ausgedehnte und sehr schlecht leitende Kontaktfläche möglich. Auch wird z. B. durch Wechselstrom die Stellung im ersten Moment des Stromdurchganges verändert, die Finger zurückgezogen, weshalb ein weiterer Stromdurchgang ausgeschlossen ist. Es kann aber doch zu schwereren Störungen kommen, wenn die Kinder die Finger netzen oder Metallgegenstände verwenden und sie mit voller Hand anfassen können, so daß sie dann sehr gute Leitung haben von Handfläche zu Handfläche. Die Situation wird dann eine äußerst ge-

fährliche, da der Strom eben gerade das Herz trifft. Zum Glück sind die Steckkontakte meistens in einer solchen Höhe angebracht, daß die Kinder nicht so leicht dazu kommen, und die Steckkontakte sind auch nicht herausfordernd, wenn die Kinder nicht auf diese Möglichkeit aufmerksam gemacht werden.

Ganz besonders will ich schließlich auf den oben erwähnten Unfall eingehen, in dem es nur ganz zufällige Umstände verhindert hatten, daß 20 bis 30 Kinder beim Baden durch eine elektrische Entladung tödlich verletzt wurden; die drei *betroffenen* Kinder von 6, 11 und 14 Jahren wurden sofort getötet.

Die Ursache dieser Todesfälle bildeten die früher behandelten Schutzeinrichtungen, die bei elektrischen Leitungen angebracht werden müssen, damit in ihnen keine wesentlich höheren Spannungen eintreten resp. sich halten können, als die Leitungen normalerweise führen sollen. Diese sog. Erdungen sind ein notwendiges Übel, die der Kraftproduktion gar nichts nützen und nur in seltenen Ausnahmefällen und dann auch nur für Sekunden in Funktion treten. Wenn sie in Funktion treten, werden sie häufig oder fast immer zum Teil zerstört. Aus diesem Grunde ist es verständlich, daß sie in möglichst billiger Ausführung und möglichst einfach gemacht werden und ferner, daß man Stellen und Verbindungen in der Erde aufsucht, die den Überschuß an Elektrizität möglichst schnell und ohne große Extraeinrichtungen in der Erde verteilen. Da diese Einrichtungen im allgemeinen direkt zur Erde geführt werden, ferner keine besonderen Beziehungen zur Außenwelt haben, wird die Erdung fast vollständig dem Ermessen des Installateurs überlassen, wenn sie keine offensichtliche Gefahr bietet, denn gut leitenden Boden und genügend Kontakt aufzusuchen, liegt im Interesse jeder Erdung, weil sie sonst vollständig wertlos bliebe.

Ich führe nun kurz den Unglücksfall selbst an, dem die drei Knaben zum Opfer fielen: In einem kleinen Bach von 2½ bis 3 m Breite und 50 bis 70 cm Wassertiefe, der mit sehr geringem Gefäll durch ein Dorf zieht, badet die Schuljugend der Gegend gewöhnlich im Sommer. An diesem Bach liegt ein kleines elektrisches Werk (früher Gleichstrom, seit einigen Jahren 3-Phasen-Wechselstrom, 3000 Volt und 30 bis 40 Kilowatt). Die Ufer des Baches sind durch alte, zum Teil verfallene Kalksteinmauern eingefast. Man kann über diese Steine ohne weiteres zum Bach heruntersteigen, dessen Spiegel ca. 1 bis 1,20 m unter dem oberen Rand der Böschung liegt. Gewöhnlich badeten am Nachmittag 10 bis 20 und mehr Kinder in diesem Wasserlauf in der Nähe des Turbinenhauses. Am 15. Juli 1912 badeten an dieser Stelle nur drei Knaben. Plötzlich bemerkten die in der Nähe arbeitenden Männer, daß die Knaben regungslos unterm Wasser blieben. Trotzdem kein Gewitter war, keine Blitze niedergingen, nahm man wegen der Nähe des Elektrizitätswerkes doch sofort an, daß es sich um ein durch Elektrizität bedingtes Unglück handeln müsse. Die Knaben waren ohne jeden Schrei getötet worden. Bei den Rettungsversuchen spürte der ins Wasser steigende Arbeiter ein Vibrieren und Elektrisieren

in den Beinen in dem Moment, in dem er mit dem einen Fuß ins Wasser kam und mit dem anderen noch auf der Erde stand. Wie er gegen die Mitte des Baches vorschritt, verlor sich dieses Gefühl; beim Anfassen der Leiche eines Knaben, der an dem entgegengesetzten Ufer lag, verspürte er eine so starke elektrische Wirkung, daß er Hände und Arme nicht gebrauchen konnte. Wie er aber näher an die Leiche des Knaben heran kam, und ihn wieder faßte, war die Wirkung geringer und hörte plötzlich auf (Ausschalten der Maschinen). Was für Vorgänge sind nun der Grund dieses merkwürdigen Ereignisses, das nach den Sensationen des die Leiche aus dem Wasser holenden Mannes ein längeres Nachspiel geringer Intensität gehabt hat? Dieses Nachelektrisieren (das allerdings erst nach Rekonstruktion des Vorganges mitgeteilt worden ist) gibt uns Anhaltspunkte zur Kontrolle der Vorstellungen über den Verlauf der elektrischen Kraftlinien in der Erde und im Wasser. Wie kam nun diese Elektrizität ins Wasser?

Voraussetzung eines elektrischen Unfalls ist, daß Elektrizität durch den Körper durchgeht, oder mit anderen Worten: daß ein Körperteil unter hoher Spannung steht und ein anderer Körperteil unter niedriger oder entgegengesetzter Spannung. Es ist also notwendig, daß wir irgendwo eine Elektrizitätsquelle haben, und daß die Elektrizität durch das Wasser abfließt, daß also im Wasser selber verschiedene Potentiale auftreten. Aus Verbrennungsspuren in der Transformatorenstation und im Generatorenhaus war mit Sicherheit zu schließen, daß große Mengen Elektrizität durch die Erdungen in den Boden gegangen waren und zwar gerade in derjenigen Zeit, in welcher das Unglück erfolgte, das registrierten auch die Kontrollinstrumente in der Zentrale um diese Zeit. Die Erdleitung, durch welche Elektrizität in die Erde abgeflossen sein muß, durchsetzt die Mauer des Turbinenhauses, verläuft dann zum Teil auf den Kalksteinen der Böschungsmauer, dann an der Stelle, an welcher die Knaben in den Bach stiegen, in einem Rohr unter dem Wasser und ist dann unter dem Wasserspiegel etwa 4 m weit an Eisenpflocken in den Kalksteinen befestigt. Dann wird sie an der unteren Seite einer alten steinernen Brücke auf die andere Seite geführt (weil andere Erdungen in der Nähe). In der Nähe der Brücke geht die Leitung senkrecht ins Wasser zu einer kupfernen Erdungsplatte, die etwa $\frac{1}{2}$ m unter dem Bachbett vergraben ist. Von dieser Leitung aus muß Elektrizität ins Wasser gelangt sein.

Die Erdungseinrichtung soll erst in Funktion treten, wenn die Spannung in der Hauptleitung über 8000 Volt steigt; es muß also in einem Moment diese Spannung geherrscht haben, sie kann aber natürlich auch viel höher gewesen sein. Der Verlauf und der Abfall der Spannung der Elektrizität erfolgte naturgemäß nach den verschiedenen Richtungen, jedoch mehr in den Richtungen, in welchen der Widerstand klein war. Es ist auch als sicher anzunehmen, daß eine relativ große Menge Elektrizität durch das Wasser hindurch in die Erde abfloß, zumal der Kontakt mit dem Wasser durch die unter

Wasser geführte Leitung auf beiden Seiten des Baches und in großer Ausdehnung vorhanden war. Da diese Erdleitung andererseits auf lange Strecke infolge des großen Widerstandes der Steine fast isoliert aufgehängt war, entstand zwischen ihr und dem Schmutz des Bachbettes ein starker Stromdurchgang und gleichzeitig Stromabfall, trotz des relativ großen Widerstandes des zwar stark kalkhaltigen Wassers; es erklärt sich also, warum die Knaben auch ohne in direkten Kontakt mit der Leitung zu kommen, doch in ein so großes Stromgefälle kamen, daß eine tödliche Menge Elektrizität durch ihre Körper den Weg suchte. Nach der Situation zweifelt niemand daran, daß der Grund des Unglückes in einer Entladung durch die Erdleitung ins Wasser zu suchen ist.

Ist nun die Konstruktion der Erdung fehlerhaft, konnte das Unglück vorausgesehen werden? Sicher ist in dem Fall, daß niemand an eine solche Möglichkeit dachte und daß die ganze Anlage, speziell auch diese Erdung, vom Starkstrominspektorat untersucht und genehmigt worden war. War die Chance überhaupt groß, daß ein solches Unglück passierte und sind solche Fälle bekannt? Was für prinzipielle Fragen werden durch diesen Fall wachgerufen?

Daß niemand an diese Möglichkeit dachte, ist absolut sicher, sonst wäre der Zugang von der Brücke abgeschlossen worden, oder man hätte eine Warnungstafel angebracht und die Kinder auf eine Stelle weiter entfernt vom Maschinenhaus verwiesen. Über die Verteilung der Elektrizität bei einem ev. Übergang hoher Spannungen durch diese Erdungen hatte man und hat man auch heute noch keine genaue Vorstellung, zumal man nach den allgemeinen Lehren anzunehmen berechtigt scheint, daß bei so großen Erdungsplatten der Strom auf sehr kurze Distanz in der feuchten Erde auf Null abfalle und nur unmerklich durch reines Wasser durchgehe. Es ist aber ohne weiteres einleuchtend, daß bei großen Spannungen und großen Elektrizitätsmengen eine so unglückliche Verteilung zustande kommen kann, wie in unserem Fall. Da man jedoch die Erdleitungen eigentlich nur für Gewitterwirkungen berechnet, wenn atmosphärische Elektrizität in die Hochspannungsleitung gerät, so ist die Gefahr des Stromdurchganges zeitlich außerordentlich beschränkt, also war die Wahrscheinlichkeit, daß die Erdleitungen im Moment ihrer Funktion berührt wurden, außerordentlich gering, und das Unglück kam auch hier nur zustande, weil die Kinder durch den langen Akt des Badens längere Zeit gewissermaßen in einen Zweig der Leitung eingeschlossen waren.

Verwendungsarten für duktiles Wolfram¹⁾.

Von Dr. C. G. Fink, Newark, N. J.

Noch vor weniger als 10 Jahren betrachtete man ganz allgemein das Wolfram als ein sehr sprödes Metall. Seit

¹⁾ Diese Mitteilung wurde dem achten internationalen Kongreß für angewandte Chemie, New York, September 1912 vorgetragen.

der Einführung des duktilen Wolframs¹⁾ jedoch werden täglich große Mengen von gezogenem Draht, biegsam und stark, für die Fabrikation von Glühlampen hergestellt.

Wir haben die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieses neuen Wolframs untersucht und sind dabei zu sehr interessanten Ergebnissen gekommen.

Das duktile Metall ist praktisch unlöslich in allen gewöhnlichen Säuren²⁾, sein Schmelzpunkt liegt höher als der irgendeines anderen Metalles³⁾, seine Zugfestigkeit übertrifft die von Eisen und Nickel; es ist nicht magnetisch und kann bis zu geringeren Stärken ausgezogen werden als irgendein anderes Metall, dabei ist sein spezifisches Gewicht um 70 % höher als das des Bleis.

Es war natürlich, daß ein Metall mit solch überraschenden Eigenschaften bald auch zu anderen Zwecken Verwendung finden müßte, als für Glühlampen.

Elektrische Kontakte.

Geschmiedetes Wolfram ist mit Erfolg an Stelle von Platin und Platin-Iridium als Kontakt in Funkeninduktoren, Spannungsregulatoren, Telegraphenrelais und zu anderen Zwecken⁴⁾ verwendet worden. Die Lebensdauer übertrifft hierbei die der Kontakte aus Platin und Platin-Iridium bei weitem infolge der größeren Härte, des höheren Wärmeleitvermögens und des geringeren Dampfdruckes von Wolfram gegenüber dem des Platins.

Wolframöfen.

Es gibt zwei Typen dieser Öfen. Die neuerdings von *Winne* und *Dantsizen*⁵⁾ beschriebene Form besteht aus einem mit Wolfram oder Molybdän umwickelten Aluminiumrohr. Um Oxydation zu verhüten, ist das Rohr von einem luftdichten Kasten umgeben, der Einlaß und Auslaß für Wasserstoff besitzt. Dieser Ofen ist außerordentlich gut für Laboratoriumsversuche geeignet. Man kann darin stundenlang Temperaturen von 1600—1800° aufrechterhalten, während Platin bei diesen Temperaturen schnell zerstißen würde.

Eine zweite Form des Wolframofens⁶⁾ ist in ähnlicher Weise gebaut wie der Vakuumofen von *Arsem*. Ein Wolframmetallrohr nimmt den Platz des schraubenförmigen Kohlewiderstandes ein. Das Rohr ist von einem Schirm umgeben, und das Ganze befindet sich in einem luftdichten Behälter, fast genau wie bei der Arsemischen Konstruktion. Das Gehäuse ist entweder leer gepumpt, oder es wird mit einer geringen Menge Gas, wie Wasserstoff, beschickt. Dieser Ofen eignet sich ganz ausgezeichnet für die Untersuchung von Reaktionen bei sehr hohen Temperaturen, wie etwa bei der Herstellung künstlicher Edelsteine.

Wolframgaze.

Wir haben diese Gaze mit Erfolg benutzt, um feste Stoffe von sauren Flüssigkeiten zu trennen. Diese Versuche wurden im Laboratoriumsmaßstab ausgeführt, aber die Gaze kann auch wohl in der Technik Verwendung finden, z. B. für die Entfernung von Schlamm aus Kupferraffinationsbädern und für Centrifugen, ganz allgemein also, wo es sich um die Behandlung saurer Flüssigkeiten oder saurer Gase handelt.

¹⁾ C. G. Fink, Trans. Am. Electrochem. Soc. 17, 229; W. D. Coolidge, Trans. Am. Elec. Inst. Eng. 29, 961.

²⁾ W. E. Ruder, Journ. Amer. Chem. Soc. 1912, 387.

³⁾ J. Langmuir, Trans. Amer. Electrochem. Soc. 20, 237.

⁴⁾ W. D. Coolidge, Trans. Am. Inst. Elec. Eng. 31; 870; Journ. Ind. Eng. Chem. 4, 2.

⁵⁾ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 20, 287.

⁶⁾ U. S. Pat. 1 006 620.

Überdies kann sie in den Apparaten Anwendung finden, die *Cottrell*¹⁾ für die Entfernung von Schwefelsäurenebeln aus Gasen beschrieben hat. Die Elektroden von *Cottrell* bestehen aus drei konzentrischen Zylinderschirmen von Eisendraht, von denen der innere und der äußere als Entladungselektroden dienen, während der mittlere und das einschließende Gefäß von verbleitem Glas als Sammelelektroden wirken, von denen die niedergeschlagene Säure in eine darunter gestellte Bleipfanne tropft. Wolframgaze wird von Schwefelsäure nicht angegriffen und muß demnach eine längere Lebensdauer besitzen als Eisengaze.

Bearbeitete Wolframantikathoden für Röntgenröhren.

Diese Anwendung hat sich als eine der interessantesten erwiesen. Wolfram ist sehr gut geeignet für Antikathoden, und der Anwendungsbereich sowie die Wirksamkeit der Röntgenröhren werden dadurch sehr erhöht.

Wie *Coolidge* gezeigt hat, ist Wolfram infolge seines hohen spezifischen Gewichts sowie des hohen Schmelzpunktes, des großen Wärmeleitvermögens, und des geringen Dampfdruckes wegen eine wirksamere Antikathode als irgendein anderes Material.

Thermoclemente.

Wir untersuchten die thermoelektrischen Eigenschaften des Paares Wolfram-Molybdän. Die elektromotorische Kraft nimmt mit der Temperatur bis etwa 540° zu, verringert sich dann und geht durch 0 Millivolt bei etwa 1300°. Dies Element hat sich als sehr zweckmäßig zur Messung hoher Temperaturen im Wolfram-Wasserstoff-Ofen erwiesen.

Normalgewichte.

Ein für Normalgewichte geeignetes Material muß vorzugsweise hart, aber plastisch sein; es darf nicht leicht zerkratzt oder sonstwie verletzt werden, darf andererseits aber auch nicht so hart sein, daß es zerbrechlich ist; überdies muß es den Einwirkungen der Atmosphäre widerstehen, und schließlich darf es nur einen geringen Raum einnehmen. Nun kann bearbeitetes Wolfram so hart gemacht werden, daß es leicht Glas ritzt und doch noch duktil ist; überdies ist die Dichte hoch (19,3 bis 21,4), und es wird von der Atmosphäre nicht beeinflusst. Wolframgewichte bleiben wundervoll konstant.

Wolframzellen.

Wir haben die Untersuchung des elektrochemischen Verhaltens von Wolfram aufgenommen und eine Reihe von Elementen und Kombinationen hergestellt. Alle Messungen wurden ausgeführt bei 25° und mit der Calomelektrode als Normalen verglichen. Unsere Messungen für das Element: Wolfram-Natriumhydroxyd-Lösung-Kaliumchloridlösung-Calomel-Quecksilber sind: 5 N-NaOH, 0,68; 2 N, 0,62; N, 0,57; 0,2 N, 0,525; 0,1 N, 0,50; 0,05 N, 0,48; 0,025 N, 0,455; 0,0062 N, 0,445; 0,0031 N, 0,380; und 0,00 N, 0,06 Volt. Bei dem letzten Element tauchte der Wolframstab in destilliertes Wasser ein.

Durch Zusatz geringer Mengen von Verunreinigungen zum Wolframmetall kann man bewirken, daß die Wolfram-Natriumhydroxyd-Elektrode elektromotorische Kräfte annimmt, die sich denen von Zink in Zinksulfat nähern.

Die Werte für das Potential von Wolfram in Kaliumhydroxyd sind denen in Natriumhydroxyd ähnlich. Die

¹⁾ Journ. Ind. Eng. Chem. 3, 542.

elektromotorische Kraft der Zelle $\text{Hg-Hg}_2\text{W}_3\text{O}_{11}\text{-Na}_2\text{WO}_4$ (fest)- Na_2WO_4 (gesättigte Lösung)- Na_2WO_4 (fest)-W wurde zu 0,505 Volt gefunden, und diese Kombination scheint eine gute Normalzelle zu versprechen.

Verschiedenartige Anwendungen.

Abgesehen von den hier erwähnten Verwendungsmöglichkeiten für Wolfram sind viele andere nur z. T. durchgearbeitet worden, und wieder andre nur in Vorschlag gebracht worden.

Wegen ihrer chemischen Beständigkeit sind die feinsten Drähte bis zu einem Durchmesser von 0,005 mm gut geeignet für Galvanometeraufhängungen und für das Fadenkreuz in Teleskopen. Es ist auch vorge schlagen worden, diese feinen Drähte für chirurgische Operationen anstatt der gröberen Gold- und Silberdrähte zu verwenden. Ein weiterer Vorschlag betrifft die Anwendung des Drahtes in Musikinstrumenten. Zugfestigkeit und Elastizität von Wolfram sind außergewöhnlich groß (s. die untenstehende Tabelle).

Es könnte mit Vorteil in den Klimaten verwendet werden, wo Stahl leicht zerstört wird.

Wir sind damit beschäftigt, die Bildung von Cyanwasserstoffgas durch Überleiten von Stickstoff und Acetylen oder Methan über erhitzten Wolframdraht zu untersuchen¹⁾.

Die Bildungswärme von HCN ist:



Wir stellen säurefeste Schalen und Rohre aus Wolfram her. Überdies empfiehlt sich Wolframdraht als Widerstandseinheit, da sie leicht vollkommen rein hergestellt werden kann, sich leicht vervielfältigen läßt und nicht korrodiert wird.

Da Wolfram nicht magnetisch aber elastisch ist, so hat man es in Elektrizitätsmessern anzuwenden versucht zum Ersatz der Federn aus Phosphorbronze.

In ähnlicher Weise könnten Uhrfedern daraus gemacht werden, die nicht magnetisch werden können. Schließlich möchten wir noch erwähnen: Wolframfeder spitzen, Wolframdüsen (für die Drahtzieherei), Wolframmesserklingen, mit Wolfram verstärkte Vorhänge und feuersichere Decken aus Asbest usw.

Tabelle der physikalischen und chemischen Eigenschaften von duktilem Wolfram.

Dichte: 19,3 bis 21,4.

Zugfestigkeit: 322 bis 427 kg/qmm.

Youngs Elastizitätsmodul: 42 000 kg/qmm (Stahl hat 20 000). Wolfram ist also zweimal so elastisch wie Stahl.

Schmelzpunkt: 3177° (Langmuir). $3100^\circ \pm 60^\circ$ (von Pirani und Meyer).

Siedepunkt: 3700° (?).

Wärmeleitvermögen: 0,35 g-cal/cm/sec/ 10° (Platin hat 0,166). Berechneter Wert s. Fußnote 2.

Ausdehnungskoeffizient: $4,3 \cdot 10^{-6}$ (Pt: $8,8 \cdot 10^{-6}$). Spez. Wärme: 0,0358 (Weiß).

Widerstand bei 25° ; hart: 6,2 Mikroh/cm; angelassen; 5,0 Mikroh/cm.

Temperaturkoeffizient des Widerstandes: 0,0051 (0° — 170°).

Härte: 4,5 bis 8,0 der Skala von Mohs.

Unlöslich in HCl, H_2SO_4 , HNO_3 , HF, NaOH, KOH (gelöst), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (s. Fußnote 2); löslich in Gemischen von HF und HNO_3 , sowie in geschmolzenen Nitraten, Nitriten und Peroxyden.

Der Siedepunkt des Metalls ist noch nicht bestimmt worden.

Der Youngsche Elastizitätsmodul wurde bestimmt mit einem Draht von 0,00648 cm Durchm. und 748,86 cm Länge. Das kleinste Gewicht (P) war 250 und das größte 1125 g. Die elastische Verlängerung betrug 0,35 cm für das kleinste und 1,65 cm für das größte Gewicht. Der Mittelwert bei 5 verschiedenen Gewichten war 42 200.

Die Härtewerte wurden bestimmt mit dem Skleroskop und die gefundenen Werte in die Mohsskala umgerechnet.

General Electric Co., Newark, N. J.

(Übersetzt von J. Koppel, Berlin.)

Die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen.

Von Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg,
Clausthal i. H.

Die Metallographie hat gezeigt, daß alle Metalllegierungen ein heterogenes Gemenge je nach den Umständen gleichartiger oder verschiedenartiger Kristalle darstellen, und daß die Eigenschaften der Legierungen durch die chemische und physikalische Natur der in ihnen enthaltenen Kristallarten wesentlich bestimmt werden. In einem im Gleichgewichte befindlichen binären, d. h. aus zwei elementaren Metallen bestehenden Legierungssystem können im allgemeinen gleichzeitig nicht mehr als zwei verschiedene Kristallarten vorhanden sein: entweder 1. Kristalle der beiden elementaren Metalle oder 2. Kristalle eines von ihnen und gleichzeitig diejenigen einer Verbindung oder 3. Kristalle von zwei verschiedenen Verbindungen. Die Kristallarten selbst können von konstanter oder von variabler Zusammensetzung sein. Fügen wir z. B. zu einem reinen elementaren Metall A eine kleine Menge eines zweiten reinen elementaren Metalles B, das mit A keine chemische Verbindung zu bilden imstande ist, so finden wir bei der mikroskopischen Untersuchung der durch Einsmelzen des Gemisches entstandenen Legierung neben der ursprünglichen Kristallart entweder eine neue, aus reinem B bestehende Kristallart oder Mischkristalle, die dadurch entstanden sind, daß die Kristalle von A das zugesetzte B in homogener Lösung in sich aufgenommen haben. Erhöhen wir die relative Menge von B mehr und mehr, so wird im ersten Falle die Menge der Kristalle von B immer mehr wachsen; im zweiten Falle werden, falls die Fähigkeit der A-Kristalle zur Aufnahme von B-Kristallen in homogener fester Lösung begrenzt ist, jenseits dieser Grenze B-Kristalle auftreten, falls sie aber unbegrenzt ist, wird eine zweite Kristallart auch bei den größten relativen Mengen von B nicht entstehen. Prinzipiell die gleichen Beobachtungen werden wir machen, wenn die beiden Metalle A und B eine oder mehrere Verbindungen miteinander zu bilden vermögen, denn auch eine Verbindung bildet sowohl mit den freien Elementen, aus denen sie besteht, als auch mit einer zweiten, stöchiometrisch anders zusammengesetzten Verbindung derselben Elemente oft Mischkristalle.

¹⁾ Vgl. Berthelot und Lipinski, ZS. Elektrochem. 17, 287.

²⁾ v. Wartenberg, ZS. anorg. Chem. 52, 299.

ohne daß indessen die Mischkristallbildung immer eintreten müßte. In einer binären Legierung kann also eine Veränderung der Zusammensetzung der Legierung entweder eine Veränderung in der Zusammensetzung der einzelnen Kristallindividuen bewirken — das ist der Fall bei Mischkristallbildung — oder nur eine Veränderung der relativen Menge der einzelnen Kristalle zur Folge haben.

Die Eigenschaften einer Legierung werden natürlich sowohl von der Zusammensetzung als auch von der relativen Menge der einzelnen Kristallarten bestimmt. Die Gesetze, die den Einfluß dieser beiden Faktoren regeln, werden im allgemeinen auch bei derselben Eigenschaft ganz verschieden sein; es scheint eine *Regel* zu existieren, nach der sich die Eigenschaften der aus zwei verschiedenen Kristallarten bestehenden Legierungen annähernd *additiv* aus den Eigenschaften der einzelnen Kristallarten zusammensetzen, hingegen bei *Mischkristallbildung*

als eine kompliziertere Erscheinung erweist. Die Deutung dieser Tatsachen mit Hilfe der Ergebnisse der Metallographie wurde zuerst an allerdings wohl nicht ausreichendem Versuchsmaterial von *Le Chatelier* versucht und dann mit vollem Erfolg von *Guertler* durchgeführt. Das Resultat der Vergleichung von metallographisch ermittelter Konstitution und elektrischer Leitfähigkeit der Legierungen läßt sich dahin zusammenfassen, daß die erste Gruppe von *Matthießen* die binären Legierungen, die aus den Einzelkristallen der beiden reinen Elemente bestehen, und die zweite Gruppe die Legierungen mit unbeschränkter Mischkristallbildung umfaßt, während in die dritte Gruppe, die stets als eine Kombination der beiden ersten Gruppen aufgefaßt werden kann, die Legierungen mit chemischen Verbindungen zwischen den einzelnen elementaren Metallen oder mit beschränkter Mischbarkeit der Komponenten einzuordnen sind.

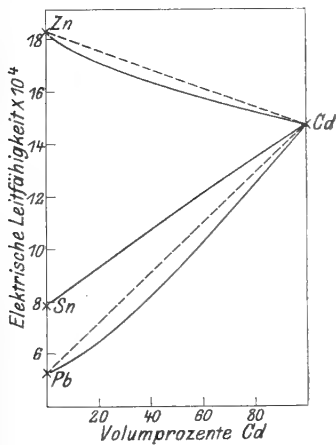


Fig. 1. Die elektrische Leitfähigkeit der binären Legierungen des Cadmiums mit Blei, Zinn und Zink. Nach *Guertler*.

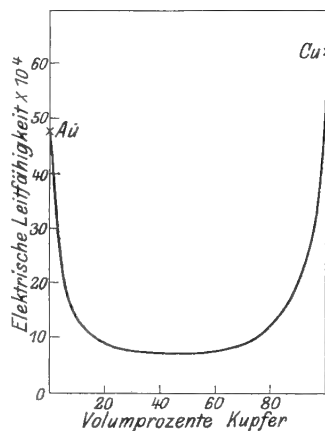


Fig. 2. Die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen des Goldes mit dem Kupfer. Nach *Guertler*.

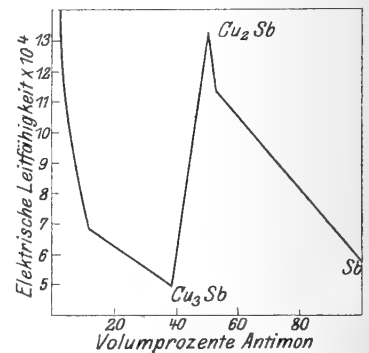


Fig. 3. Die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen des Kupfers mit dem Antimon. Nach *Schenck*.

häufig sehr starke *Abweichungen* von dieser einfachen Beziehung auftreten. Näher studiert worden ist in dieser Hinsicht besonders die Härte der Legierungen und vor allen Dingen ihre elektrische Leitfähigkeit.

Die ersten systematischen Untersuchungen über die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen, der übrigens nach dem Gesetz von *Wiedemann* und *Franz* die Leitfähigkeit für die Wärme vollkommen parallel geht, sind bereits lange vor Entwicklung der Metallographie und damit vor der Zeit, die der Wissenschaft einen Einblick in den inneren Aufbau, in das Gefüge der Legierungen ermöglicht hat, von *Matthießen* ausgeführt worden. *Matthießen* stellte fest, daß unter den Legierungen in bezug auf ihre elektrische Leitfähigkeit drei Gruppen zu unterscheiden sind: erstens die Legierungen, deren elektrische Leitfähigkeit sich annähernd additiv aus der Leitfähigkeit der elementaren Metalle berechnen läßt, zweitens die Legierungen, deren elektrische Leitfähigkeit wesentlich geringer als die nach der Mischungsregel berechnete Leitfähigkeit ist, und drittens die Legierungen, deren Leitfähigkeit sich

Einige Beispiele mögen das Gesagte näher erläutern:

Die binären Legierungen des Cadmiums mit Blei, Zinn und Zink bestehen in allen Mengenverhältnissen aus einem Konglomerat reiner Cadmium- mit reinen Blei-, Zinn- oder Zinkkristallen: Die elektrische Leitfähigkeit dieser Legierungen ist eine annähernd lineare Funktion ihrer Zusammensetzung (vgl. Fig. 1).

Gold und Kupfer bilden eine ununterbrochene Reihe von Mischkristallen, und dementsprechend ist die tatsächlich beobachtete elektrische Leitfähigkeit weit von dem theoretisch berechneten Mittelwert entfernt. Wie die Fig. 2 zeigt, hat schon ein verhältnismäßig kleiner Zusatz von Gold zum reinen Kupfer oder von Kupfer zum reinen Gold eine starke Abnahme der Leitfähigkeit zur Folge. Die Kurve mit dem steilen Absturz und dem flachen Minimum ist für die elektrische Leitfähigkeit von Legierungen mit Mischkristallen durchaus charakteristisch.

Binäre Systeme endlich, die je nach den Mengenverhältnissen aus einer oder aus zwei Kri-

stallarten bestehen, zeigen im Gebiete der Mischkristalle den für diese charakteristischen Verlauf der Leitfähigkeitskurve, die in dem Augenblick, wo neben dem gesättigten Mischkristall eine zweite Kristallart auftritt, mit einem Knick, also diskontinuierlich, in eine fast gerade Linie übergeht. Als Beispiel dient die aus den beiden elementaren Metallen Kupfer und Antimon gebildete Legierungsreihe (vgl. Fig. 3). Das Kupfer nimmt zunächst unter Mischkristallbildung Antimon auf, und infolgedessen sinkt seine Leitfähigkeit rapide: von dem gesättigten Mischkristall, der etwa 12 Gewichtsprozent Antimon enthält, sinkt die Leitfähigkeit in gerader Linie bis zu der Verbindung Cu_3Sb und steigt dann, ebenfalls in gerader Linie, bis zu der Leitfähigkeit der Verbindung Cu_2Sb an. Nun folgen Mischkristalle, indem die Verbindung Cu_2Sb elementares Antimon in fester Lösung aufnimmt; aber die Aufnahmefähigkeit der Verbindung für das elementare Metall ist nur gering, bald tritt Sättigung ein, neben dem gesättigten Mischkristall erscheinen Antimonkristalle, und darum geht die Leitfähigkeit nun wieder in gerader Linie von der des gesättigten Mischkristalls auf die Leitfähigkeit des reinen, zur Bildung von Mischkristallen mit der Verbindung Cu_2Sb nicht befähigten Antimons zu.

Die kleinen Abweichungen vom berechneten Mittelwert der Leitfähigkeit, die bei den aus einem mechanischen Konglomerat zweier Kristallarten bestehenden Legierungen auftreten, lassen sich nach *Lord Rayleigh* und nach *Liebenow* durch Übergangswiderstände zwischen den einzelnen Kristallen, insbesondere durch *Peltiereffekte*, erklären. Die starke Abnahme der Leitfähigkeit bei Mischkristallbildung hingegen sucht *Schenck* durch eine starke Erhöhung der Reibung zu deuten, die die den Transport der Elektrizität durch die Metallmasse besorgenden Elektronen in Mischkristallen erleiden sollen.

Der Leitfähigkeit der Legierungen geht, wie schon *Matthiessen* gefunden hat, der Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit vollkommen parallel. Bezeichnet man die wirklich beobachtete Leitfähigkeit einer Legierung mit l , ihren wirklich beobachteten Temperaturkoeffizienten mit k , die nach der Mischungsregel berechnete Leitfähigkeit mit l_m und ihren nach derselben Regel berechneten Temperaturkoeffizienten mit k_m , so gilt nach *Matthiessen* das Gesetz

$$\frac{l}{l_m} = \frac{k}{k_m}.$$

Nun ist — eine Erfahrungstatsache, deren Deutung durch die Elektronentheorie auch möglich ist — für alle elementaren Metalle der Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit gleich 29 ± 2 , d. h. nennen wir die Leitfähigkeit eines Metalles bei 0° l_0 und bei 100° l_{100} , so ist

$$\frac{l_0 - l_{100}}{l_0} = 29 \pm 2.$$

Ebenso wie für die reinen Metalle muß natürlich auch für alle ihre Legierungen der nach der

Mischungsregel berechnete Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit, also der Wert k_m gleich 29 ± 2 sein, d. h. es ergibt sich die einfache Beziehung

$$\frac{l_m}{l} \cdot k = 29 \pm 2.$$

Das Gesetz von *Matthiessen* gilt ohne Ausnahme für alle Legierungen, mögen sie nun ein Konglomerat einzelner Bestandteile sein oder aus Mischkristallen bestehen. Trägt man daher für eine Legierungsreihe ähnlich wie die Leitfähigkeit selbst ihren Temperaturkoeffizienten als Funktion der Zusammensetzung der Legierung in ein Koordinatensystem ein, so erhält man den Leitfähigkeitskurven vollkommen entsprechende Kurven. Von Interesse ist insbesondere der Fall, daß in der Gleichung

$$k = (29 \pm 2) \frac{l}{l_m}$$

l infolge von Mischkristallbildung sehr klein wird, denn dann wird ja auch k sehr klein, d. h. man erhält Legierungen, deren an sich geringe elektrische Leitfähigkeit von der Temperatur innerhalb nicht zu weiter Temperaturgrenzen praktisch unabhängig ist, also als Material zur Herstellung von Rheostaten und Normalwiderständen geeignete Legierungen.

Die Leitfähigkeit der in den Legierungen auftretenden chemischen Verbindungen kann sehr verschiedene Werte haben; eine Möglichkeit, sie aus der Leitfähigkeit der reinen elementaren Metalle zu berechnen, hat sich bis jetzt nicht gefunden, nur eine Erfahrung scheint allgemeingültig zu sein: Die Leitfähigkeit einer intermetallischen Verbindung ist stets kleiner als ihre aus ihrer stöchiometrischen Zusammensetzung nach der Mischungsregel berechnete Leitfähigkeit. Als Beispiel und Beleg für das Gesagte diene die folgende, einer zusammenfassenden Darstellung von *W. Guertler* entnommene Tabelle:

Zusammensetzung der Verbindung	Leitfähigkeit	
	gemessen	nach der Mischungs- regel berechnet
Au Sn	$9 \cdot 10^{-4}$	$28 \cdot 10^{-4}$
Au Sn_2	3	20
Au Sn_4	4	15
Cu Sn	7,5	35
Cu_3Sn	9	43,5
Cu_4Sn	3	51
Cu_3Sb	5	48
Cu_2Sb	12	43
Cu Zn	32	42

Die angegebene Regel über die Leitfähigkeit von Legierungen hat darum eine erhebliche Wichtigkeit, weil es nach ihr als ausgeschlossen angesehen werden muß, daß einst eine Legierung gefunden werden könnte, deren Leitfähigkeit größer wäre als die der elementaren Metalle, aus denen sie besteht. Kupfer und Silber sind also nicht nur zurzeit unter den bekannten elementaren Metallen die bestleitenden, sondern werden es auch in Zukunft bleiben.

Der durch Mischkristallbildung bewirkte starke Abfall der elektrischen Leitfähigkeit der Legie-

rungen macht die Messung der Leitfähigkeit zu einer besonders empfindlichen Methode zum Nachweise von Mischkristallen, und in der Tat ist es mit Hilfe der Leitfähigkeit gelungen, das Auftreten von Mischkristallen auch in solchen Legierungen, in denen sie nach den bisherigen Verfahren nicht nachgewiesen werden konnten, festzustellen. Es ist daher zu erwarten, daß in Zukunft die Leitfähigkeitsmessung in weiterem Umfange als bisher zur Ermittlung der Konstitution der Legierungen herangezogen werden wird, und zwar um so mehr, als die recht erheblichen Schwierigkeiten, die sich bisher infolge der Brüchigkeit der meisten Legierungen der praktischen Durchführung der Methode entgegenstellten, durch neuere Arbeiten von *Guertler* und von *Stepanow* im wesentlichen überwunden zu sein scheinen.

Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der positiven Strahlen.

Von Privatdozent Dr. J. Baerwald, Darmstadt.

(Schluß.)

Die Lichtemission der Kanalstrahlen.

21. Die zweite Gruppe der Arbeiten über positive Strahlen beschäftigt sich mit ihrer Lichtemission. Wie die erste Gruppe behandelt auch sie zwei Aufgaben, die eine beschäftigt sich mit spektralanalytischen Fragen, die andere mit dem *Wesen* und dem *Ursprung* des Leuchtens. Der leuchtende Streifen, den die Kanalstrahlen durch den Gasraum ziehen, hatte überhaupt zu ihrer Entdeckung geführt. Bestand aber der Kanalstrahl aus geschleuderten, leuchtenden materiellen Teilchen, deren Geschwindigkeit gegenüber der des Lichtes durchaus nicht als sehr klein anzusehen war, dann mußte nach dem Dopplerschen Prinzipie beim Visieren *entgegen* der Richtung der Strahlen die einzelne Linie nach *Violett*, beim Visieren *in* der Richtung der Strahlen nach *Rot* verschoben erscheinen. Diese Ueberlegung brachte *J. Stark*¹⁾ dazu, an den vom Kanalstrahl emittierten Spektrallinien nach dem *Dopplereffekt* zu suchen. Die Erwartung bestätigte sich, aber *nicht alle* Linien des Spektrums zeigten den Effekt, sondern nur diejenigen, die man als *Linienserien* zusammenfassen gewohnt war. Zweitens bestand der *Dopplereffekt* nicht aus der einzelnen Linie in verschobener Stellung, sondern im allgemeinen aus zwei Linien, deren eine die normale Lage hatte, während die andere, verschobene, durch ihre Unschärfe auffiel. Bei den leichteren Stoffen, z. B. beim Wasserstoff, war zwischen beiden Linien ein Intensitätsminimum, bei den schwereren, wie Quecksilber, zeigte sich der *Dopplereffekt* mehr als Asymmetrie der unverschobenen Linien.

22. Zur Zeit der Entdeckung des *Dopplereffektes* waren diese Erscheinungen nur zum Teil er-

klärlich. Die Kanalstrahlen galten noch als wesentlich positive Strahlen, und *Stark* sprach demgemäß die Fähigkeit, Serienlinien zu emittieren, nur den positiv geladenen Atomen zu. Die Entdeckung des *Dopplereffektes* wurzelte sogar geradezu in der Annahme, daß der Kanalstrahl allein aus schnell bewegten, positiv geladenen Teilchen bestehe. Allein als mit der Erkenntnis der Umladungsvorgänge bewiesen wurde, daß der größere Teil der Kanalstrahlen aus neutralen Teilchen bestehe, mußte die Hoffnung, schon jetzt über die elektrische Natur der leuchtenden Teile sicheres aussagen zu können, aufgegeben werden.

23. Der *Dopplereffekt* erlaubt, die verschiedenen Linien eines Spektrums zu klassifizieren und ihren Trägern zuzuordnen. Wir sagten schon, daß man ihn bisher nur an den Serienlinien hat konstatieren können, also an Gruppen von Linien, die man wegen ihres Aussehens und weil ihre Orte im Spektrum als Funktion der Wellenlänge in Formeln zusammengefaßt werden konnten, also nicht aus tieferen physikalischen Gründen, von den Bandenspektren und Außerserienlinien trennen gelernt hatte. Der *Dopplereffekt* gab dieser Einteilung eine physikalische Bedeutung: Offenbar gehören, nach ihm zu urteilen, sämtliche Linien einer Serie zu *einem* Träger. Weiterhin müssen wir schließen, daß allein dieser Träger in schneller Bewegung existenzfähig bleibt, und die Annahme ist wohl begründet, daß es das Atom ist, welches durch die Bewegung aus seinem Verbands befreit, die Linienserien allein zu emittieren vermag.

Die Bandenspektren haben in keinem Falle den *Dopplereffekt* gezeigt. Wir erblicken in den Banden schon seit längerer Zeit die für die Atomverbände, die Moleküle und ihre Gruppen, charakteristischen Schwingungsmöglichkeiten, und eine wohlfundierte Theorie *J. Starks* rückt die bekannten Tatsachen in das Licht einer einfachen Beschreibung. Darüber hinaus sagt uns nun das Ausbleiben des *Dopplereffektes*, daß diese *Atomkomplexe* in *schneller* Bewegung nicht mehr existenzfähig sind.

24. Die Linienklassifikation, die der *Dopplereffekt* ermöglicht, vertieft also zugleich unseren Einblick in den Bau und in die Schwingungsmöglichkeiten der Träger der Spektrallinien. Wir sind zu den neuen Schlüssen, zu welchen schon die qualitativen Beobachtungen führten, auch durch Messungen berechtigt. *J. Stark* zeigte durch Messungen am *Dopplereffekt*, daß die maximale Geschwindigkeit des Trägers der Serienlinien für alle Linien gleich groß ist, daß also für alle Linien einer Serie derselbe Träger angenommen werden müsse.

Können aber andererseits die Bandenspektren nur von Molekülen, von Teilchen des ruhenden Gases ausgesandt werden, so muß die Anregung zum Leuchten offenbar durch die Nähewirkung, den Stoß der rasch bewegten Kanalstrahlteilchen geschehen. Sie wird in zweierlei Weise geschehen können. Einmal kann das Randelektron eines Atoms oder seiner Komplexe — vom *Zeemaneffekt* wissen wir, daß das negative Elementarquantum der Elektrizität der Lichterreger ist — durch Nachbarfelder vorbeistreichender Atome aus seiner Ruhelage entfernt

¹⁾ *J. Stark*, Ann. d. Phys., 21, p. 401, 1906.

werden, ohne vom eigenen Atom abzureißen, und nun, um seine Ruhelage schwingend, die Licht-erregung bewirken, ähnlich wie bei der Ton-erzeugung beim Streichen einer Saite. Oder das schwingungsfähige Elektron eines ruhenden Moleküls wird tatsächlich durch die Nähewirkung rasch bewegter Atome des Strahls abgerissen und strahlt erst nach einer solchen vorausgegangenen Ionisation des Gases bei seiner darauffolgenden Wiedervereinigung mit dem Molekül die Lichtschwingungen aus.

Diese Vorstellungen werden durch Tatsachen gestützt: Läßt man den Strahl mit steigender Geschwindigkeit auf das ruhende Gas wirken, so zeigen die spektrographischen Aufnahmen, daß erst oberhalb 300—500 Volt Bandenspektren auftreten, oberhalb einer Grenze, von der ab erst Ionisation möglich ist. Bei weiterem Anwachsen der Strahlgeschwindigkeit wächst auch die Intensität der Bandenlinien. Die Ionisation des ruhenden Gases durch Nähewirkung des bewegten Strahls ist, wie früher bei der Umladung, nunmehr auch spektral-analytisch bewiesen.

Was aber von den die Banden aussendenden ruhenden Molekülen gilt, gilt auch von den die Serienlinien aussendenden ruhenden Atomen. Auch sie werden durch Nähewirkung zur Lichtemission um so stärker angeregt werden, je schneller der Strahl ist und je größer die Zahl der ruhenden Atome, auf die der Strahl trifft. Erst in letzter Zeit hat *L. Vegard*¹⁾ die Proportionalität der ruhenden Intensität der Serienlinien im *Dopplereffekt* mit dem Druck und der Entladungsspannung wirklich nachgewiesen, während schon früher *J. Stark* das gleichzeitige Anwachsen der Bandenspektren mit der ruhenden Intensität im *Dopplereffekt* der Kanalstrahlen betonte.

25. Wir sind damit bereits zu dem inneren Mechanismus der Vorgänge gelangt, die überhaupt zur Lichtemission führen. Schon, daß der Effekt nicht an allen Linien auftritt, zeigt die hohen Strahlengeschwindigkeiten in Parallele mit gewissen Einschränkungen in den Existenzmöglichkeiten der Atome und ihrer Verbände und zwingt uns zu Annahmen, die mit der Erklärung des Wesens der Lichterregung zugleich Aussagen über den Bau des Atoms und die Stärke seiner Kraftfelder verbinden. Hauptsächlich jedoch haben Messungen am *Dopplereffekt* selbst unsere Kenntnis dieser Vorgänge vertieft. Die Parallelstellung der Bandenemission mit der ruhenden Intensität im *Dopplereffekt* ließ vermuten, daß die ruhende Intensität mit dem bewegten Strahl nicht direkt zusammenhänge. Bewiesen hat das kürzlich *H. Wilsar*²⁾ durch eine Untersuchung der spektralanalytischen Gesetzmäßigkeiten, welche die Lichterregung eines Kanalstrahls in einer chemisch heterogenen Atmosphäre charakterisieren: Die Linien des Kanalstrahls zeigten nur die nach dem Dopplerschen Prinzip verschobenen Intensitäten, die der ruhenden Atmosphäre nur die ruhenden Intensitäten oder die Banden; ohne das Vorhanden-

sein einer Gasatmosphäre war ein Leuchten des Kanalstrahls im Beobachtungsraum nicht zu konstatieren. Damit war bewiesen: Das Leuchten entsteht wirklich nur durch jene (s. S. 357) Wechselwirkung der ruhenden und der bewegten Atome. Die ruhende Intensität des *Dopplereffektes* wird von der ruhenden Gasatmosphäre ausgesandt, die den Kanalstrahl zum Leuchten anregt und von ihm ihrerseits zum Leuchten gebracht wird. Die Fortbewegung der fliegenden Atome wird endlich durch die Begegnung mit ruhenden nicht gehemmt. Dies letzte Resultat ist für das Verständnis des Atombaues besonders wichtig. Wenn ein Wasserstoffkanalstrahl in einer Sauerstoffatmosphäre nur die ruhende Intensität der Sauerstofflinien hervorruft, auch derjenigen, die den *Dopplereffekt* haben können, so kann bei der Bewegung eines fliegenden Teilchens durch die ruhenden Atome nicht darauf gerechnet werden, daß das bewegte Atom bei Aufprall auf ein ruhendes diesem seine kinetische Energie abgibt und nun selbst in Ruhe bleibt. Dieser Fall des mechanischen Stoßes zweier Billardkugeln gilt offenbar für zwei Atome nicht, die sich mit annähernd Lichtgeschwindigkeit treffen. Hier ist die Materie nicht mehr undurchdringlich, das bewegte Atom fliegt durch das ruhende Atom hindurch, ohne ihm eine nennenswerte Geschwindigkeit zu erteilen. Wir können aber diesen Vorgang nicht anders abbilden als durch jene eingangs gegebenen Vorstellungen vom Aufbau des Atoms aus Dynamiden und deren Kraftfeldern.

Dasselbe, was die Kathodenstrahlforschung uns lehrte, daß nämlich die Durchdringbarkeit der Materie gegenüber den Elektronen eine Funktion der Strahlgeschwindigkeit sei, finden wir hier bei den Kanalstrahlen wieder. Denn die Fähigkeit, Sekundärstrahlen oberhalb einer durch die Entladungsspannung von ca. 500 Volt gegebenen Grenze zu erzeugen, sagt aus, daß von dieser Grenze an die Nähewirkung beginnt und die gegenseitige Undurchdringbarkeit der Atomkraftfelder aufhört. Je schneller nun das Kraftfeldsystem durch den Raum eilt, desto weniger bedeuten ihm fremde Äthergebilde, als welche wir die Materie ansehen, noch ein Hindernis; für die schnellsten Bewegungen, die Lichtgeschwindigkeit, gibt es bis auf einen verschwindenden Rest, die Elektronkerne, nur noch den homogenen Ätherraum, die singulären Gebiete der Materie existieren für sie nicht mehr. Das sagen uns die Versuche *H. Wilsars* über den *Dopplereffekt* der Kanalstrahlen aus, die unter anderem auch zeigten, wie aus einem Strahlenbündel beim Durchgang durch den Gasraum die schnelleren Teile herausgesiebt werden und schließlich allein übrig bleiben, während die langsameren absorbiert werden, sagen uns auch die Versuche *J. Königsbergers*, in denen es gelang, Kanalstrahlen durch dünne, lochfreie Aluminiumfolie treten zu lassen. Daß die α -Strahlen des Radiums, die schon längst als sehr schnell bewegte positive Teilchen erkannt sind, die Materie zu durchsetzen vermögen, gilt seit Jahren als sicheres Ergebnis der Forschung, ebenso wie die Tatsache, daß wir in ihnen materielle Teilchen zu erblicken haben. So können wir sie also, wenngleich ihre Verwandelbarkeit in Helium dies auch bedenklich erscheinen lassen mag, als die schnellsten Kanalstrahlen ansprechen, die wir kennen, und die an ihnen gewonnenen Resultate zum Aufbau unserer Atomvorstellungen mit jenen zusammen verwenden, die uns die positiven Strahlen an die Hand gaben. Über die Analogien, welche sich auf

¹⁾ *L. Vegard*, Ann. d. Phys., 39, p. 111, 1912.

²⁾ *H. Wilsar*, Dissertation. Würzburg 1912.

die Sekundärstrahlungsauslösung bei Nähewirkung und Durchquerung von Atomen beziehen, hat *C. Ramsauer*¹⁾ erst jüngst auf quantitative Belege gestützte Ausführungen veröffentlicht.

26. Die weiteren Ergebnisse der Spektroskopie der Kanalstrahlen besitzen nicht die gleiche Sicherheit wie die der Wilsarschen Versuche; aber auch sie sind schon wegen der Probleme, die sie behandeln, von Bedeutung. *J. Stark* hatte für die Lichtemission des bewegten Kanalstrahls, also für die bewegten Intensitäten, des Dopplerstreifs in den Serienlinien, speziell des Wasserstoffs, ein der Temperaturstrahlung analoges Gesetz aufgestellt, welches aussagte, daß innerhalb der Serie mit wachsender Strahlgeschwindigkeit das Intensitätsmaximum der Lichtstrahlung nach kürzeren Wellenlängen zu wandern, daß man also von einer Temperatur der Strahlen sprechen und ihren Betrag dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit proportional setzen könne. Aber die Grundlage dieses Satzes ist nicht einwandfrei. *Stark* zieht seine Folgerungen aus spektrophographischen Aufnahmen, in denen die bewegte Intensität des Strahls und die ruhende des umgebenden Gases infolge senkrecht zum Strahl genommener Visionsrichtung *zusammenfielen*. Nun ist aber der Hauptunterschied zwischen dem Kanalstrahlleuchten und der Temperaturstrahlung gerade der, daß bei dieser die Atome im Mittel alle gleiche Geschwindigkeit haben, bei jener dagegen die Atome in zwei Gruppen sehr verschiedener Geschwindigkeit zerfallen. Man war also nicht sicher, ob nicht bei dem Leuchten der Kanalstrahlen eine Superposition der Wirkungen bewegter und ruhender Atome eine Analogie mit der Temperaturstrahlung vortäuschte; es gab bei der Verschiedenheit der physikalischen Bedingungen der beiden Fälle keinen Beweis, der zur Aufstellung eines Wienschen Verschiebungsgesetzes für Kanalstrahlen berechnete.

In der Tat hat *L. Vegard* in der schon früher erwähnten Veröffentlichung nachgewiesen, daß, während die ruhende Intensität des Dopplereffektes mit steigender Spannung und steigendem Drucke proportional wächst, die bewegte Intensität sich mit steigender Spannung proportional vermindert und mit abnehmendem Drucke sich in der Weise verringert, daß das pro Stoß erzeugte Selbstleuchten des Kanalstrahlteilchens bei geringerer Gasdichte größer wird. Die beiden Komponenten der gesamten Lichtintensität verhalten sich also ganz verschieden, ihre Superposition täuscht jene Analogie mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz der Temperaturstrahlung vor, tatsächliche Wesensgleichheit ist nicht vorhanden. Uns interessiert hier besonders die neue Einsicht, daß die Lichterregung an einem ruhenden Atom sich von der an einem bewegten unterscheidet. Es dürfte schwer fallen, diese Tatsache bei unserer mangelhaften Kenntnis der Vorgänge zu deuten. Wenn sie sich bestätigt, so wäre damit ein Anzeichen gegeben, daß die Bewegung der Materie durch den Raum nicht allein relativ gefaßt werden darf,

sondern daß ihr eine physikalische Bedeutung zu geben ist; man könnte versucht sein, hierin ein Anzeichen für die Existenz des Äthers zu erblicken.

27. Von besonderem Interesse ist die Lichtemission bei sehr großen und bei sehr kleinen Geschwindigkeiten des Kanalstrahls. Für große Geschwindigkeiten hatten die Beobachtungen an Wasserstoffkanalstrahlen schon früher ergeben, daß die aus dem Dopplereffekt berechneten maximalen Geschwindigkeiten stets kleiner ausfallen als die nach der Ablenkungsmethode gefundenen. Die Unschärfe des Dopplereffektstreifens weist ebenso auf die Inhomogenität der Strahlen hin, wie sie vorher bei ihrem Verhalten im elektrischen und magnetischen Felde besprochen worden war, allein für die extremen Werte der Geschwindigkeiten, die in beiden Fällen gut definiert sind, müßten doch beide Methoden gleiche Werte liefern. Wenn nun aber nach *Vegards* Befund die bewegte Intensität eines Dopplerstreifs mit steigender Spannung abnimmt, so ist zu erwarten, daß die schnellsten, mit der Ablenkungsmethode noch ermittelten Strahlteilchen gar nicht mehr leuchten, also durch den Dopplereffekt nicht mehr aufzufinden sind.

Es erinnert dies Aufhören des Leuchtens bei hohen Strahlgeschwindigkeiten an die Abnahme der Auslösung von Sekundärstrahlen mit steigender Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen. Aus der Ähnlichkeit der Fälle auf eine solche in der Mechanik des Vorganges zu schließen, liegt nahe. Wie bei der Sekundärstrahlung von sehr schnellen Kathodenstrahlen, so mag auch bei den schnellsten Kanalstrahlen die große Rasananz bei der Durchquerung eines ruhenden Atoms das eigene Emissionselektron nicht mehr recht zur Erzitterung kommen lassen. Aber wenn man auch die Abnahme des Leuchtens sich so erklären mag, ein Grund für die Verschiedenheit im Verhalten ruhender und bewegter Atome ist darin nicht zu erblicken.

28. Bei sehr langsamen Kanalstrahlen des Wasserstoffs, solchen bis zu 800 Volt Geschwindigkeit, hat *Paschen* eine andere Eigentümlichkeit entdeckt; der Dopplereffekt weist nicht einen, sondern zwei verschobene Intensitäten auf. Der Erklärungsmöglichkeiten hierfür gibt es mehrere. Man könnte sagen, daß bei kleinen Geschwindigkeiten die Molekularverbände im Strahle noch existenzfähig bleiben und ihrerseits die Serienlinien ausstrahlen, daß also der weniger verschobene Dopplerstreif dem Wasserstoffmolekül, der stärker verschobene dem Wasserstoffatom zuzuordnen sei, da bei derselben Entladungsspannung dieses eine größere Geschwindigkeit annehmen wird als jenes. Nach unseren Anschauungen, die dem Atom die Emission der Serienlinien, dem Molekül die Banden zuordnen, halten wir die Erklärung für weniger wahrscheinlich als die andere, die dem stärker verschobenen Dopplerstreif ein doppelt geladenes, dem weniger verschobenen ein einfach geladenes Atom zuweist. An und für sich ist die Berechtigung der Annahme, daß ein fliegendes Strahlteilchen im Umladungsprozeß, statt eines Elektrons, deren zwei und mehrere verlieren kann, sehr naheliegend, und tatsächlich sind durch die Beobachtungen der Herren *J. Königsberger*, *H. v. Dechend* und *W. Hammer* in zahlreichen Fällen mehrfache

¹⁾ *C. Ramsauer*, Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik, 9, p. 515, 1912.

Atomladungen nachgewiesen worden. Aber wir geben gerne zu, daß damit das Verschwinden des einen der beiden verschobenen Dopplerstreifen bei höheren Geschwindigkeiten wenig plausibel wird. Wir verzeichnen die Paschensche Beobachtung mehr als Tatsache, deren Erklärung heute noch streitig ist, ohne damit einen Zweifel zu verbinden, daß ihre Erklärung durch die gegebenen Anschauungen vom Bau des Atoms möglich werden wird.

Eine dritte Erklärung zieht die Lichtquantenhypothese heran. Sie glaubt, sowohl in dem Auftreten zweier Maxima im Dopplerstreifen — in Einzelfällen meint *Stark* sogar drei Maxima beobachtet zu haben — wie in der Tatsache, daß der Dopplerstreif erst bei einer gewissen, von Null verschiedenen Geschwindigkeit ansetzt, eine Bestätigung ihrer Grundannahme erblicken zu können. Nach dieser Theorie geschieht die Lichtemission eines Atoms nicht in beliebigen Energiemengen, sondern nur in bestimmt abgeteilten Quanten, deren Betrag das Atom erst in sich aufgenommen haben muß, ehe die Abgabe in Form von Lichtenergie beginnen kann. Die Erörterung über die Lichtquantenhypothese steht in keinem engen Zusammenhange mit unserem Thema, und wir erwähnen die Heranziehung des *Dopplereffektes* zu ihrer Bestätigung nur kurz. Ob diese dritte Erklärung für das Auftreten mehrfacher Maxima im Dopplerstreifen mit Hilfe der Lichtquantenhypothese berechtigt ist, muß die Zukunft entscheiden, als gesichert darf sie ebensowenig wie die beiden vorher angeführten hingestellt werden, zumal auch sie nicht das Verschwinden des einen Maximums bei höheren Strahlgeschwindigkeiten zu deuten vermag.

29. Nehmen wir übrigens die Lichtquantenhypothese für das Verständnis der Vorgänge bei der Lichtemission der Kanalstrahlen zu Hilfe, so kommen wir auf eine interessante Beziehung zwischen Lichterregung und Umladung. Unter der Annahme, daß diese letztere durch Zusammenstöße zwischen bewegten und ruhenden Atomen, deren Nähewirkung oder Durchquerung, gegeben sei, findet *W. Wien*¹⁾ in seiner letzten Veröffentlichung die freie Weglänge der Kanalstrahlteilchen von derselben Größenordnung, wie sie in der kinetischen Gastheorie bekannt ist. Da nun die Lichtintensität einer der Wasserstoffserienlinien schon früher bestimmt, die Zahl der auf der Einheit der Wegstrecke von einem Atom im Mittel ausgesandten Energieelemente also bekannt war, so ließ sich das Verhältnis der Zusammenstöße eines bewegten Atoms zu der Zahl der ausgesandten Energieelemente berechnen. Es findet sich, daß auf je 275 Zusammenstöße, welche Umladung bewirken können, nur ein solcher kommt, der Lichterregung hervorruft.

Was uns hier die Lichtquantentheorie sagt, erscheint auch an und für sich plausibel. Die Zahl der Atombegegnungen darf als gleichbedeutend angesehen werden mit der Zahl der Umladungen; denn der gewöhnliche Fall wird eben doch der sein,

daß ein Elektron bei gegebener Nähewirkung ein Atom verläßt oder zu ihm zurückkehrt. Verhältnismäßig selten wird die Erschütterung des Elektrons gerade eine solche sein, daß es Lichtschwingungen in den Raum hinauszusenden vermag, ein Fall, der sich nur als einer von mehreren Möglichkeiten darstellt. Die andere Deutung der obigen Beziehung, die darin bestehen könnte, daß man die Energie von 275 Zusammenstößen sich in einem Atom aufspeichern läßt, ehe sie aus ihm in Form von Lichterregung sich explosionsartig befreit, lassen wir als die unwahrscheinlichere beiseite.

30. Kehren wir nun noch einmal zu der schon angedeuteten Frage nach der elektrischen Natur der leuchtenden Teilchen zurück, so finden wir nirgends einen Anhalt, der zu sicheren Aussagen führte. Wir sahen, daß die Träger der Banden sehr wahrscheinlich neutrale Moleküle sind. Es liegt aus diesem Grunde nahe, anzunehmen, daß die Träger der Linienspektren Atome sind. Soweit herrscht Übereinstimmung, ebenso wie darüber, daß positiv geladene Atome strahlungsfähig sind und insbesondere die höheren Nebenserien zu emittieren vermögen. Die Spaltung der Meinungen gibt sich erst bei der Frage kund, ob neutrale Atome Träger für Linienserien sein können. *Lenard* kommt bei seinen an Flammen und elektrischen Lichtbögen gemachten Beobachtungen, *W. Wien* auf Grund seiner an leuchtenden Kanalstrahlen angestellten Messungen zu einer bejahenden Antwort. *J. Stark* widerstreitet dem, wohl in der Absicht, den neutralen Zustand den Trägern der Banden allein zu wahren. Unter seinen Argumenten nehmen die von *E. Gehrke* und *O. Reichenheim* entdeckten Anodenstrahlen eine wichtige Stellung ein. Die Natur dieser positiven Strahlen ist leicht durch ihre Entstehungsweise gekennzeichnet. Bildet man nämlich eine Anode, statt aus Metall, aus einem Halogen-salz, am besten der Alkali- oder Erdalkalimetalle, so werden bei eintretender Erhitzung, wie sie die Entladung mit sich bringt, die entstehenden elektro-negativen Halogendämpfe die massenhaft auf die Anode zueilenden Elektronen absorbieren und mit-hin einen abnorm hohen Anodenfall schaffen. Dadurch bekommt das elektrische Feld vor der Anode eine genügende Stärke, um es den die Anode erreichenden negativen Teilchen zu ermöglichen, dort die Salzmoleküle zu dissoziieren und positive Metall-atome frei zu machen, die alsdann durch das positive Potential ihre Beschleunigung erhalten. Bis zu end-gültiger Gewißheit ist der Vorgang noch nicht geklärt, aber jedenfalls liegt die Analogie mit den Versuchen *H. Wilsars* über Kanalstrahlen in fremden Atmosphären klar zutage. Es handelt sich bei den Anodenstrahlen um die Bewegung ursprünglich positiver Metallteilchen in heterogenen Atmosphären, die also ganz offenbar ebenso der Umladung unterworfen sind wie die Kanalstrahlen. Sie weisen denn auch Ablenkungserscheinungen auf, die jenen genau entsprechen, leuchten wie die Kanalstrahlen, nur eben, analog den Metaldämpfen in Flammen, schon bei sehr geringen Geschwindigkeiten, und zeigen nach *O. Reichenheim* nur die bewegte Intensität des *Dopplereffektes*, wie es die Versuche

1) *W. Wien*, Ann. d. Phys., 39, p. 519, 1912.

Wilsars an Kanalstrahlen im gleichen Falle dargestellt haben. Mithin kann man die Anodenstrahlen ebensowenig zu einer endgültig sicheren Beantwortung der Frage nach der Existenz neutraler Serienlinienträger heranzuziehen, wie jede andere Variation der Versuchsanordnung, die etwa darauf ausgeht, durch Einflüsse elektrischer oder magnetischer Felder auf den *Dopplereffekt*, d. h. also auf die Lichtträger, die Grundlage zu weiteren Schlüssen zu schaffen. Stets und überall kann infolge der Umladung, die jedes Leuchten der positiven Strahlen begleitet, die Erscheinung im Sinne der Existenz positiver wie neutraler Atome als Träger von Linienserien gedeutet werden. Und in der Tat ist es sehr wohl möglich, daß beide Fälle vorkommen; das Streitobjekt ist jedenfalls kein solches, welches den Bestand der Elektronentheorie bei ihrer Anwendung auf die Lichtemission der positiven Strahlen gefährdete.

31. Wir haben damit die wichtigsten Tatsachen, welche die Erforschung der positiven Strahlen zutage gefördert hat, auf ihre Bedeutung hin besprochen, die sie für die Kenntnis vom Bau des Atoms besitzen. Das Hauptergebnis dürfte dies sein, daß die positiven Strahlen die hauptsächlich aus dem Gebiet der Kathodenstrahlforschung hervorgegangene Elektronenhypothese bestätigt haben. Aus ihr heraus lassen sich alle wichtigen Erscheinungen im elektrischen und magnetischen Felde, wie der Lichtemission, die Umladung und die Struktur des *Dopplereffektes* unter den verschiedenen Bedingungen, wie die Intensitätsverhältnisse der Banden und Linienserien in den einzelnen Fällen, auf die einfachste Weise beschreiben. Das ist aber die Erfüllung der Hauptbedingung, die man einer Theorie stellen kann, welche der Zusammenfassung der verschiedensten Erscheinungen dienen soll. Wo sich noch Lücken in der Erklärung zeigten, handelte es sich um Einzelfragen, die den Gesamtaufbau nicht gefährdeten. Auch von ihnen läßt sich heute schon voraussagen, daß ihre Beantwortung aus der Elektronentheorie heraus wird gegeben werden können, die einen Unterschied zwischen Elektrizität und Materie nicht kennt, diese aus jener aufbaut und es als Hauptverdienst für sich in Anspruch nehmen kann, der neueren Physik ein vollkommen einheitliches Gepräge gegeben zu haben.

Zuschriften an die Herausgeber.

Bemerkung zu J. Matulas Artikel „Zur Kolloidchemie der Muskelkontraktion“ (Heft 5, S. 109).

Matula referiert über eine neue von Wolfgang Pauli aufgestellte Theorie der Muskelkontraktion. Nur diejenige Seite dieser Theorie soll uns hier beschäftigen, die einer Prüfung durch das mikroskopische Studium der Muskelfaser zugänglich ist. Pauli nimmt an, daß der Kontraktionsvorgang in einer Quellung der Muskelfibrille auf Kosten der Sarkoplasmaflüssigkeit bestehe, und stützt sich hierbei auf histologische Untersuchungen M'Dougalls. Des letzteren Auffassung aber, die neuerdings von Meigs geteilt wurde, beruht auf einer irrüm-

lichen Deutung mikroskopischer Präparate, wie ich nachweisen konnte (Zur Histologie der quergestreiften Muskelfaser, insbesondere über deren Querschnittsbild bei der Kontraktion. *Arch. f. mikroskop. Anatomie*, Bd. 75, 1910). Einige Sätze aus dieser Publikation seien angeführt. „Eine kurze Betrachtung erfordern unsere Ergebnisse am Muskelquerschnitt noch in bezug auf die Frage, ob aus ihnen eine Aufnahme von Sarkoplasmabestandteilen in das Muskelsäulchen hinein bei der Kontraktion zu folgern sei Mit aller Entschiedenheit ist zu betonen, daß eine derartige Auffassung nur auf Grund der Bilder des fixierten Muskels entstehen kann, nicht aber bei Heranziehung frischen Materials. Tatsächlich ist die Sarkoplasma menge eine so minimale, daß keine irgendwie nachweisbare Quellung der kontraktilen Substanz infolge von Wasseraufnahme aus dem Sarkoplasma anzunehmen ist. Nachdem Hürthle auf Grund seiner Messungen an der überlebenden Faser eine Quellung der anisotropen Schicht weder auf Kosten der isotropen Schicht noch des Sarkoplasmas konstatieren konnte, findet auch in unseren Ergebnissen die Quellungstheorie keine Stütze.“

Wollte man unter diesen Umständen noch an einer Quellungstheorie der Muskelkontraktion festhalten, so bliebe nichts anderes übrig, als den Boden der Tatsachen zu verlassen und sich auf das gefährliche Gebiet der „Metastrukturen“ zu begeben. Zurzeit ist die einzige physikalisch-chemische Theorie der Muskelkontraktion, die nicht mit Tatsachen der Histologie in Widerspruch steht, die von Jensen, Bernstein u. a. vertretene Auffassung, daß die Oberflächenspannung zwischen Fibrille und Sarkoplasma die Energiequelle für die Muskelkontraktion darstelle.

Dr. S. Guthertz, Bonn.

Besprechungen.

Dölter, C., *Handbuch der Mineralchemie*. Bd. II. Lieferung 1 (Bogen 1—10). Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1912. Preis M. 6,50.

Die neue Lieferung bietet besonders interessante und wichtige Abschnitte; sie enthält Allgemeines über Silikate sowie den Abschnitt über Quarz. Ein erstes Kapitel von F. Becke behandelt den *Zusammenhang der optischen Eigenschaften mit der chemischen Zusammensetzung der Silikate*. Für die Silikate als die wichtigsten der gesteinsbildenden Mineralien ist ja die genaue mikroskopisch-optische Identifizierung von besonderer Bedeutung. Besprochen wird die Gültigkeit der Gladstoneschen Regel, welche aber für Silikate nur eine angenäherte ist. Eingehend werden dann die optischen Eigenschaften isomorpher Mischungen behandelt, wovon besonders die Artikel über Kalk-Natron-Feldspate, über die Pyroxen- und Amphibolgruppe sowie über Zoisit und Epidot hervorgehoben seien. Ein weiterer Abschnitt von J. Königsberger ist der *Paragenesis der natürlichen Kieselsäuremineralien* gewidmet. Behandelt sind vorwiegend die schön kristallisierten Vorkommnisse in den Hohlräumen der Gesteine, deren Studium im Gegensatz zu den gesteinsbildenden Mineralien die eigentliche Mineralogie ausmacht. Es liegt wohl hier der erste Versuch einer paragenetischen Klassifikation der Silikatmineralien überhaupt vor. Es werden fünf Hauptgruppen unterschieden: 1. Protogene Mineralbildungen gleichzeitig mit der Erstarrung eines Eruptivgesteins (besonders die protopneumatolytischen Mineralien werden ausführlich behandelt). — 2. Epigenetische Mineralien, die noch mit der Erstarrung der Eruptivgesteine zusammenhängen; es handelt sich um die Bildungen auf Erzgängen, in

Fumarolen und in Thermen. — 3. Protogene Mineralbildungen gleichzeitig mit der Entstehung der Sedimentgesteine. — 4. Epigenetisch-dynamometamorphe Mineralbildungen; hierher gehören namentlich die alpinen Mineralklüfte. — 5. Epigenetisch-meteorische, d. h. mit Verwitterungsprozessen zusammenhängende Bildungen. Diese Gruppen werden an der Hand von Beispielen besprochen. Ein weiterer Abschnitt über die *Konstitution der Silikate* von C. Dölter selbst gibt einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Ansichten auf diesem schwierigen und noch wenig geklärten Gebiete. Nach einem geschichtlichen Überblick und der Besprechung der Methoden zur Erkennung der Konstitution werden ausführlicher die Theorie der Alumokieselsäure und Alumosilikate von Vernadsky, die Thuguttischen Ansichten, die Theorien über die Tonmineralien, die Ansichten von Clarke und die Aschische Hexit-Pentit-Theorie behandelt. Zum Schluß werden die verschiedenen Hauptgruppen der Silikate bezüglich ihrer Konstitution genauer besprochen. — Die Einzelbesprechungen beginnen mit derjenigen der Kieselsäuremineralien. Ein kürzeres Kapitel von M. Dittrich behandelt die *Analysenmethoden von Quarz, Chalcedon, Opal*. Dann folgt der Abschnitt *Siliciumdioxid* von C. Dölter, wovon in diesem Heft nur noch der Quarz erledigt wird. Es werden besprochen: die chemischen Analysen desselben, fremde Beimengungen (besonders solche, welche die verschiedene Färbung bedingen), Löslichkeit in Wasser und verschiedenen chemischen Agentien, physikalische Eigenschaften (optische, thermische, elektrische Eigenschaften, Magnetismus, Radioaktivität, Verhalten beim Bestrahlen mit Radium-, Röntgen- und ultraviolett Strahlen), die Synthese des Quarzes, Verwitterung und Entstehung in der Natur. — Den Beschluß der Lieferung bildet ein kürzerer Abschnitt: *Chemisch-Technisches über Quarzglas* von M. Herschkowitsch. — Dem Text sind reichlich Diagramme, Tabellen und Figuren beigelegt, außerdem eine Tafel mit Abbildungen synthetischer Quarze. Besonders zu erwähnen sind noch die ausführlichen Literaturnachweise.

J. Uhlig, Bonn.

Dakin, H. D., Oxidations and reductions in the animal body. London, Longmans, Green and Co., 1912. 135 S. (Aus der Sammlung: Monographs on biochemistry.) Preis 4 sh.

Das Buch von Dakin enthält eine Schilderung der Reaktionen, in welchen sich der Aufbau und der Abbau von Fettsäuren, Aminosäuren, Kohlehydraten und Purinkörpern im tierischen Organismus vollzieht. Diejenigen Reaktionen, welche in hydrolytischen Spaltungen von Estern, Amiden, Äthern und den diesen Spaltungen entgegengesetzten Anhydrierungen beruhen, werden nicht besprochen: der Gegenstand des Buches beschränkt sich auf die Oxydationen, Umlagerungen, Reduktionen, sowie die Spaltungen der Kohlenstoffketten der einfachsten Bausteine lebendiger Substanz.

Der Stoff ist nach Gesichtspunkten der organisch-chemischen Reaktionslehre behandelt; der Verfasser erörtert — ohne auf die biologische Bedeutung und die physikalisch-chemischen Bedingungen der Vorgänge einzugehen — lediglich die Frage: welche chemischen Veränderungen (mit der oben gemachten Einschränkung) erleidet eine bestimmte Substanz (oder wo Verallgemeinerung statthaft ist, eine Körpergruppe) im tierischen Organismus. Von diesem Gesichtspunkt aus ist der Stoff des Buches von Dakin in außerordentlich klarer und interessanter Weise bearbeitet.

In dem einleitenden Abschnitt: Über die Natur der oxydierenden und der reduzierenden Agentien des Tierkörpers behandelt Dakin nur den allgemeinen Charakter

und den vermutlichen Mechanismus der Oxydationsreaktionen, indem er die Analogie der vitalen Oxydationen mit denjenigen hervorhebt, welche durch Wasserstoffsuperoxyd bewirkt werden und andererseits die Rolle der Hydroperoxydderivate in den Vorgängen der Autoxydation. Der in der letzten Zeit durch Arbeiten von H. Wieland erschlossene Mechanismus der Oxydation organischer Verbindungen durch direkte Dehydrierung, dem vielleicht neben der Sauerstoffaufnahme eine biochemische Bedeutung zukommt, wird in dem Dakinschen Buche noch nicht behandelt. Auf die oxydierenden Fermente, deren Funktion und Beziehungen zum energieliefernden Stoffwechsel weder sichergestellt noch irgendwie aufgeklärt ist, geht Dakin nicht ein. In bezug auf den Mechanismus der Reduktionsvorgänge beschränkt sich Dakin auf den Hinweis auf die wahrscheinliche Rolle der Aldehyde in diesen Reaktionen.

In einem weiteren Kapitel wird die Art erläutert, wie aus Stoffwechselversuchen an gesunden und kranken Organismen sowie an isolierten Geweben unter Wahl geeigneter Versuchssubstanzen Aufklärungen über die chemischen Vorgänge des intermediären Stoffwechsels gewonnen werden. Dann folgen die speziellen Kapitel, in welchen die Reaktionen einzelner Körperklassen besprochen werden.

Die von Knoop an aromatischen Karbonsäuren entdeckte Regel der Oxydation am β -Kohlenstoffatom bildet den Ausgangspunkt der Betrachtung; es folgt die Bestätigung dieser Regel an aliphatischen Säuren mit normaler Kette, von welchen stets nur die mit paariger Anzahl von Kohlenstoffatomen — von der Buttersäure aufwärts — in der überlebenden Leber und im Organismus des Diabetikers zur Bildung von Acetessigsäure führen. Ein besonders interessantes Kapitel enthält die Diskussion der Frage nach dem Mechanismus des oxydativen Angriffs des β -Kohlenstoffatoms der Karbonsäuren: ob durch direkte Einführung eines Sauerstoffatoms in das Kohlenstoffatom zunächst eine β -Oxysäure entsteht und aus dieser erst durch weitere Oxydation die Ketonsäure wird, oder ob der erste Eingriff in einer Dehydrogenierung, der Bildung einer $\Delta\alpha\beta$ -ungesättigten Fettsäure, besteht, aus welcher durch weitere Oxydation und Umlagerung die Ketonsäure, durch Reduktion dieser die β -Oxysäure entsteht.

In den weiteren Abschnitten werden von den gleichen Gesichtspunkten aus die Schicksale der ungesättigten Fettsäuren, der Säuren mit verzweigten Ketten und der zweibasischen Säuren beschrieben; es folgt ein Kapitel über die gegenseitigen Beziehungen der Aminosäuren, der Ketonsäuren und der Oxysäuren, worin als Hauptproblem der Aufbau und der Abbau von Aminosäuren an Hand der Arbeiten von O. Neubauer und von Knoop besprochen wird. Weiter wird der Abbau des Phenylalanins und des Tyrosins zu Homogentisinsäure (Hydrochinonessigsäure) im Organismus des Alkaptonurikers und der normale Abbau dieser Körper zu Acetessigsäure behandelt.

Ein eingeschaltetes Kapitel enthält den Abbau der Aminosäuren durch Mikroorganismen; weniger inhaltsreich und weniger kritisch als die anderen ist das Kapitel über Kohlehydrate. Schließlich werden die Oxydationen und Spaltungen der Purinkörper und die Umwandlungen von Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, Phenolen, Aldehyden, Aminen und von Indolderivaten besprochen.

Das Buch von Dakin ist in den vom Verfasser gezogenen Grenzen des Gegenstandes vollständig und erschöpfend, die Darstellung außerordentlich kritisch, klar und interessant geschrieben. Daß der Verfasser selber große Verdienste um das Gebiet, welches er bespricht,

erworben hat und auch öfters auf eigene, unveröffentlichte Erfahrungen zurückgreift, erhöht den Wert des Buches. Das Verständnis setzt nur die Elemente der organischen und physiologischen Chemie voraus.

Eine Literaturzusammenstellung schließt das Buch.

Parnas, Straßburg i. E.

Henrich, Ferdinand, Theorien der organischen Chemie.

Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1912. 401 S. Preis geb. M. 11,—.

Das vorliegende Werk erscheint als zweite Auflage des 1908 von *F. Henrich* geschriebenen Buches: Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der organischen Chemie.

Die erste Auflage des Buches wurde seinerzeit allgemein freudig aufgenommen, war doch eine Geschichte der Entwicklung der Theorien der organischen Chemie geeignet, eine Lücke in der chemischen Literatur auszufüllen. Es ist deshalb zu begrüßen, daß sich der Verfasser der Aufgabe unterzogen hat, sein Werk durch Einfügung der in den letzten Jahren gemachten Fortschritte zu ergänzen und zu erweitern.

Die Einteilung des Stoffes ist dieselbe geblieben. Ausgehend von der durch *Lavoisier* vertretenen dualistischen Auffassung chemischer Verbindungen und von den elektrochemischen Theorien von *Berzelius* wird zunächst in eingehender Weise die Entwicklung der Strukturchemie erläutert. Es folgt eine kurze Betrachtung der von *H. Hoffmann* Hypothese von der Gestalt des Kohlenstoffatoms und eine ausführliche Behandlung der Thieleschen Theorien von den Partialvalenzen. Im Anschluß an diese werden die Willstätterschen Arbeiten über das Cyclooctatetraen besprochen, einen dem Benzol in gewisser Weise ähnlichen Achtring, aus dessen wesentlicher Verschiedenheit im chemischen Verhalten gegenüber dem Benzol sich ganz neue Gesichtspunkte für die Auffassung von der Konstitution des letzteren ergeben, die mit den Thieleschen Anschauungen im Gegensatz stehen.

Weiter seien genannt ein Abschnitt über Tautomerie und Desmotropie, ein solcher über Pseudosäuren und Pseudobasen, dann die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution chemischer Verbindungen, die Beziehungen zwischen Konstitution und Fluoreszenz, die molekularen Umlagerungen, die theoretischen Anschauungen *A. Werners*, die neueren elektrochemischen Ansichten in der organischen Chemie usw.

Der Vergleich mit der ersten Auflage zeigt, daß das Kapitel über Substitution im Benzolkern neu eingefügt ist, ebenso dasjenige über physikalisch-chemische Einflüsse, in welchem gezeigt wird, wie auch in der organischen Chemie die Anwendung physikalischer Meßmethoden von Tag zu Tag an Bedeutung gewinnt und wie die Ermittlung physikalischer Eigenschaften wie Molekulargewicht, Lichtbrechungsvermögen, Dispersion, optisches Drehungsvermögen, Verbrennungs- und Bildungswärme, elektrische Leitfähigkeit usw. zur Erkennung wichtiger Zusammenhänge und zur Erweiterung der theoretischen Vorstellungen führt.

Völlig neu bearbeitet sind schließlich das Kapitel über Farbe und Konstitution und dasjenige über die neueren elektrochemischen Ansichten, in welchem namentlich die Anschauungen *I. Starks* über die Beteiligung der Elektronen am molekularen Aufbau Berücksichtigung finden.

Das mit großer Sorgfalt durchgearbeitete Buch wird sicherlich nicht nur dem Studierenden und dem ausgebildeten Fachchemiker von Nutzen sein, sondern wird sicherlich auch in weiteren Kreisen, die sich für die neueren Anschauungen in der Chemie interessieren, zahlreiche Leser finden.

G. Just, Berlin.

Walther, Johannes, Lehrbuch der Geologie Deutschlands.

II. Auflage. Leipzig, Quelle & Meyer, 1912. 429 S., 242 Bilder und eine geologische Karte. M. 8,40.

Der heutigen Geologie ist unter den exakten Naturwissenschaften ein besonderes Los geworden. Zu einer Zeit, wo die Schwesterswissenschaften, wie die Chemie und Mineralogie, über einen wohl ausgebildeten Canon gesicherter Ergebnisse verfügen, steckt unsere Disziplin noch in den Kinderschuhen spekulativer Ideen. Es gibt heute nicht zwei Geologen, die sich über grundlegende Fragen, wie über das Klima der Vergangenheit, über die Wirkung erodierender Kräfte oder über die Bewegungen der Erdrinde vollkommen einig wären, ganz abgesehen von Theorien über die Ursache der Gebirgsbildung oder über das Alter der Erde.

Zu einer solchen Zeit ist eine starke Dosis von Phantasie zur Verwertung der lückenhaften Tatsachen erforderlich, und gerade unsere besten populärsten Darstellungen sind daher in einer Weise vom subjektiven Geiste des Verfassers erfüllt, wie sie in jedem anderen naturwissenschaftlichen Fache undenkbar wäre.

Der Hallenser Geologe *Johannes Walther* verfügt über ein ungewöhnliches Talent in der angedeuteten Richtung. Sein Lehrbuch der Geologie Deutschlands, welches nach zwei Jahren bereits in zweiter Auflage vorliegt — für ein geologisches Lehrbuch ein außerordentlicher Erfolg — muß ungeteilten Beifall finden, wenn wir es als eine Propagandaschrift auffassen, welche in Kreisen etwa der Mittelschulen für geologische Probleme Interesse hervorrufen soll.

Kaum jemals — scheint mir — ist über die gestaltenden Kräfte der Landschaft (S. 1—50) und über die Geschichte des Paläozoikums in Deutschland (merkwürdigerweise ist für *Walther* das Cambrium nicht paläozoisch, sondern eozoisch) in gleich flüssiger Form geschrieben worden.

Daß *Walther* in der Beurteilung der Salzlager des Zechsteins und der Sandsteinbildungen der Trias seine Erfahrungen aus heutigen Wüsten zu weitgehend verallgemeinert hat, ist ein gegen den Autor oft erhobener Vorwurf, welcher bei der Lektüre der folgenden Kapitel nicht außer acht gelassen werden darf. Die Abschnitte über Jura, Kreide und Tertiär sind prägnant und anregend zugleich geschrieben. Sehr willkommen sind auch maßstäblich gehaltene typische Schichtenprofile aus den in Deutschland vertretenen Formationen.

Die eiszeitlichen Erscheinungen (Verf. spricht hartnäckig von einer Schneezeit) sucht *Walther* durch eine lange Sonnenfleckenperiode und Verschiebung des Nordpols nach Grönland zu erklären. Wäre letzteres richtig, so müßte in der Nähe des Gegenpols Australien eine stärkere Vergletscherung zeigen, als sie wirklich vorhanden ist. Bei der Karte der vorzeitlichen Flußverbindungen (S. 166) ist zu erinnern, daß der Main aus mehreren gegen die Donau — nicht gegen den Rhein — gewendeten Nebenfluß-Talstücken besteht, und daß überhaupt die große Zahl der gegen Süden zu der Donau tributären Nebenflüsse fehlt, welche heute zum Teil rheinwärts abgezapft worden sind.

Im Abschnitt vom ältesten Menschen wäre ein näheres Eingehen auf die besonders von *Klaatsch* unterschiedenen drei fossilen Menschenrassen (Neandertal, Aurignac, Cro-Magnon) willkommen, während die Abstammungsfragen in knapper, aber einwandfreier Form zur Darstellung gelangen.

In der geologischen Übersicht, welche der Beschreibung der deutschen Einzellandschaften vorausgeht, findet sich die auf der letzten Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft fast allseitig abgelehnte Vorstellung, daß seit der Jurazeit die Schrumpfung der Erdrinde in Deutschland zu heftigen

Konvulsionen des Seitenschubes führte. Ref. vertritt mit *E. Suez* die Ansicht, daß die tektonischen Formen in Norddeutschland auf Senkung, nicht auf Seitenschub-Faltung weisen.

Die Definition der Fastebene (S. 181) durch Zuschüttung oder Zertalung von Ebenheiten steht im Widerspruch mit dem Davisschen Begriff und mit der an anderer Stelle des Buches (S. 32) gegebenen Erklärung.

Die Tektonik der deutschen Landschaften wird an der Hand von stark schematisierten Profilen erklärt. In Profil 93 durch den Südrand des westfälischen Kohlenbeckens kommt die starke Faltung der Karbonschichten nur ungenügend zum Ausdruck. Hier, wie im ober-schlesischen Steinkohlenbecken, stehen in den neueren Lehrbüchern von *Dannenberg* und *Frech* bessere Vorlagen zur Verfügung. Dankenswert sind hingegen die nur in schwarz gehaltenen und doch übersichtlichen Kärtchen, besonders die des Siebengebirges und des badi-schen Schwarzwaldes.

Profil 28 zeigt den Meißner mit unterlagerndem Vulkan-schlot, bringt also nicht die Beyschlagsche, sondern die entgegengesetzte Moestasche Auffassung zur Dar-stellung. Daß der Kupfergehalt des in ganz Mittel-deutschland bis nach England und Rußland ausgebrei-teten Kupferschieferflözes aus dem beschränkten und wahr-scheinlich erst seit dem Tertiär angeschnittenen Rammelsberger Erzlager stammen soll, ist eine quan-titativ unmögliche Annahme. Der Domberg bei Suhl verdient wohl die Bezeichnung „Horst“, während „Fenster“ einem durch Erosion geöffneten überschobe-nen Gebirgsteil vorbehalten werden muß. Die Profile besonders in Thüringen sind zu stark überhöht, um über die wirklichen Lagerungsverhältnisse Aufklärung zu geben. Das Profil von Ebersdorf (S. 341) müßte nach der Frechschen Darstellung in der Lethaea und nach der neuen Meßtischblattaufnahme revidiert werden. Die Verwerfungen der Beuthener Mulde sind größtenteils prätriassisch, was aus dem Profil 201 nicht genügend deutlich hervorgeht. Endlich fehlen auf der Über-sichtskarte die bedeutenden ober-schlesischen Störungen, besonders der Orlauer Bruch.

Der Aufbau der Alpen (S. 379 ff.) würde wohl bei einer späteren Bearbeitung etwas eingehenderer Be-handlung würdig sein, welche wir besonders mit Hin-blick auf das unter dem Eindruck unmittelbarer An-schauungen frisch hingeworfene 40. Kapitel über die Dolomiten vermissen.

Was die Abbildungen anlangt, so sind manche Tier-rekonstruktionen bewegungslos. Statt mancher Zeich-nungen wären auch Photographien vorzuziehen. Dafür entschädigt aber eine große Fülle von Landschafts-bildern besonders aus Mittel- und Norddeutschland, welche einen auch ästhetisch überaus befriedigenden An-blick gewähren.

Im ganzen liegt ein verdienstvolles und zeitgemäßes Werk eines zur Popularisierung der geologischen Wissen-schaft in erster Linie berufenen Autors vor, das aller-dings in manchen Einzelheiten Widerspruch herausfor-dert, und bei dem man sich zu vergegenwärtigen hat, daß es weniger als Lehrbuch, denn als Lesebuch zu be-trachten ist, welches zu gründlicherer Belehrung an-regen soll.

R. Lachmann, Breslau.

Astronomische Mitteilungen.

Über den kürzlich verstorbenen amerikanischen Astronomen *Lewis Swift*, der zuerst Direktor des War-ner-Observatoriums im Staate New York und dann Direk-

tor des Lowe-Observatoriums auf dem 900 m hohen Mount Echo in der süd-kalifornischen Sierra Madre war, veröffentlicht Prof. *Barnard* von der Yerkes-Sternwarte bei Chicago in den *Astron. Nachr.* Nr. 4693 einen in-teressanten Lebenslauf. Nicht weniger als 12 Kometen hat *Swift* in den Jahren 1862 bis 1899 entdeckt, und den letzten Kometen 1899 a sogar im 79. Lebensjahre. Außer-dem hat *Swift*, der sich zahlreicher Auszeichnungen von wissenschaftlichen Gesellschaften aus der alten wie der neuen Welt erfreute, mehrere Hunderte von Nebelflecken in seinem arbeitsreichen Leben aufgefunden.

Auf der unter Prof. *Wolfs* Leitung stehenden Königs-stuhl-Sternwarte bei Heidelberg wurden drei neue kleine Planeten entdeckt, von denen der Planetoid 1913 QZ 11. Größenklasse, der Planetoid 1913 RA sogar 9. Hellig-keitsklasse und der Planetoid 1913 RB nur 14. Größen-klasse, also ganz lichtschwach ist.

Der von *Gale* entdeckte Komet 1912 a, für dessen Bahn-bewegung in den Monaten April, Mai in den *Astr. Nachr.* Nr. 4639 von *M. Ebell* eine Ephemeride gegeben ist und der gegenwärtig nur noch von der 11½. Größen-klasse erscheint, konnte von *H. Kritzinger* auf der Stern-warte Bothkamp beobachtet werden. Danach zeigt dieser Komet im Fernrohr einen etwa 2½ Bogenminuten breiten Kopf mit sternartigem Kern. Seine in der Ebellschen Bahndarstellung bezeichneten Positionen stimmen bis auf 2 Zeitsekunden in Rectascension und bis auf etwa 2 Bogenminuten in Deklination mit den faktischen, im Fernrohr gemessenen Kometenörtern überein.

Von der *Neuen Alleghany-Sternwarte*, die mit der nordamerikanischen Universität Pittsburgh zusammen-längt und an Stelle des alten, von *Langley*, begründeten Observatoriums, das noch mitten in der rauchigen Fa-brikstadt stand, außerhalb der Stadt errichtet wurde, liegt eine interessante Widmungsschrift vor. Aus der-selben ist ersichtlich, daß diese nunmehr in günstiger Lage außerhalb der Fabrik- und Kohlenstadt errichtete und unter Leitung von Prof. *Schlesinger* stehende Stern-warte zwei große Fernrohre zur erfolgreichen Durch-führung der Himmelsforschung besitzt, nämlich ein 30zölliges Spiegelteleskop, zur Erinnerung an den allzu-früh verstorbenen amerikanischen Astronomen *Keeler* „The Keeler Memorial Telescope“ genannt und einen 30zölligen Refraktor, der einem der Stifter zu Ehren als „The Thaw memorial Telescope“ bezeichnet wird.

Die Verteilung der Sterne verschiedener Spektral-typen erörtert Professor *Seeliger* in den *Astron. Nachr.* Nr. 4640 auf mathematischer Grundlage. Er kommt zu dem interessanten Ergebnis, in Übereinstimmung mit den Arbeiten von *Schwarzschild* und *Pickering*, daß die Verteilung der helleren Sterne bis zur sechsten Größen-klasse, die verschiedenen Spektraltypen angehören, sich mathematisch nach bestimmten Funktionen darstellen läßt. Ferner konstatiert er die wichtige Tatsache, daß ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Leuchtkraft und der Größe der Eigenbewegung bei den Fixsternen vorhanden ist. Die Leuchtkraft nimmt nämlich sehr merklich ab mit zunehmender Eigenbewegung. Endlich folgert Professor *Seeliger*, daß die mittleren Parallaxen-werte der Sterne, insbesondere für die lichtschwächeren Fixsterne, erheblich gegen die Zone der Milchstraße hin abnehmen.

Sechs neue veränderliche Sterne sind in den letzten Wochen entdeckt worden, zwei von *Rambaut* auf der bei Oxford gelegenen Radcliffe-Sternwarte und vier von *d'Esterre* auf dem Tatsfield-Observatorium. Es handelt sich nach der in den *Astron. Nachr.* Nr. 4640 gemachten Mitteilung einmal um zwei lichtschwache Sterne im „Stier“ und „Widder“ von der 11. Größenklasse, von denen der erstere photographisch und visuell etwa um eine halbe Helligkeitsstufe (11,0 bis 11,6) variiert, wäh-

rend der zweite nur photographisch aufgenommen werden konnte, und um etwa zwei Größenklassen (von der 11. bis zur 13.) variiert. Die vier anderen veränderlichen Sterne liegen im „Perseus“ (drei Sterne) und im „Cepheus“ (1 Stern). Die Veränderlichen im „Perseus“ sind so beschaffen, daß der erste 6,1913 Persei in einer Periode von 4,6 Tagen zwischen der Größenklasse 9,8 und 11,2 schwankt, der zweite 7,1913 Persei in 5,5 Tagen zwischen 9,8 und 11,5 und der dritte 8,1913 Persei in 450 Tagen zwischen der 10,6. und 12,5. Größenklasse variiert. Der veränderliche Stern im „Cepheus“ endlich 9,1913 Cephei scheint in einer Periode von 360 Tagen zwischen den Helligkeitsstufen 10,4 und 11,6 seine Leuchtkraft zu ändern, was auch durch Beobachtungen von *Pickering* auf der Harvard-Sternwarte bei Cambridge (Nordamerika) bestätigt ist. A. M.

Kleine Mitteilungen.

Über die Entwicklungsgeschichte der Zündholz-Industrie macht Dr.-Ing. *Fischer* in der *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1913, S. 73 interessante Angaben. Im Jahre 1812 kamen die ersten Tunkhölzchen auf den Markt, deren aus Schwefel und chlorsaurem Kali bestehende Köpfe durch Eintauchen in konzentrierte Schwefelsäure zur Entzündung gebracht wurden. Sie waren bis zum Beginn der 30er Jahre allgemein in Anwendung, doch suchte man eifrig nach einer Verbesserung der Zündhölzer, weil das Hantieren mit Schwefelsäure im Haushalt zu gefährlich war. 1832 gelangten dann die sogenannten *Congreveschen* Reibzündhölzer zur Einführung, deren Köpfe aus einem Gemisch von chlorsaurem Kali und Schwefelantimon bestanden und die durch Abziehen an einem harten Papier, das bisweilen noch mit Glaspulver überzogen war, in Brand gesetzt wurden; sie sind als die Vorläufer unserer heutigen schwedischen Zündhölzer zu betrachten. Bereits seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts hatte man versucht, den Phosphor zur Herstellung von Zündhölzern zu verwenden, diese Versuche hatten jedoch auch erst in den dreißiger Jahren Erfolg, und man gab den giftigen und leichtentzündlichen Phosphorzündhölzern bald auch vor den technisch vollkommeneren *Congreveschen* Reibzündhölzern den Vorzug. Im Laufe der Jahre gelang es, durch verbesserte Fabrikationsmethoden die Selbstentzündlichkeit der Phosphorzündhölzer sehr erheblich zu vermindern, so daß man sie auch in größeren Mengen ohne Gefahr versenden konnte. Im Jahre 1845 wurde der ungiftige und weniger leicht entzündliche rote Phosphor erfunden, durch dessen Verwendung die Zündhölzer wesentlich verbessert wurden. Diese Phosphorzündhölzer erfreuten sich einer so großen Beliebtheit, daß die im Jahre 1848 von dem deutschen Chemiker *Böttcher* erfundenen phosphorfreien Zündhölzer, die unseren heutigen vollkommen glichen, in Deutschland keinen Eingang fanden. Der Hauptgrund hierfür war wohl der, daß die *Böttcherschen* Zündhölzer nur an einer besonderen Reibfläche entzündet werden konnten. In Schweden dagegen, wohin *Böttcher* sich wandte, wurde der Wert dieser Erfindung besser erkannt, und es entwickelte sich dort eine blühende Industrie. Eine einzige Fabrik in Jönköping erzeugt mit 800 Arbeitern heute täglich 1 Million Schachteln, d. s. 15 000 kg im Werte von 10 000 M. ohne Steuer. Als dann die Verwendung des Phosphors in den meisten Ländern verboten wurde, wurde diese Fabrikation bald auch in Deutschland aufgenommen. S.

Auf der am 17. Dezember vorigen Jahres seitens der Physikalischen Gesellschaft in London veranstalteten Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente wurde eine von *C. V. Boys* angegebene **Regenbogen-schale** vorgeführt. Dies war eine Messingschale von 5 Zoll (127 mm) Durchmesser, über deren Öffnung ein Häutchen aus Seifenlösung hergestellt wurde. Bei Drehung dieser Schale mittels eines Gyrostaten wurden die schweren Teile der Seifenlösung nach außen geschleudert. So entstand auf dem Häutchen eine Reihe prachtvoller farbiger Ringe und bei weiterer Beschleunigung der Drehgeschwindigkeit in der Mitte ein dunkler Fleck, dessen Auftreten dann das Zerreißen des Häutchens zur Folge hatte. (*Engineering* 94, 855, 1912.) Mk.

Die im Jahre 1867 von *Kelvin* angegebene **Heberschreibvorrichtung** (siphon recorder) zum Telegraphieren durch Unterseekabel ist seinerzeit so vorzüglich durchkonstruiert worden, daß sie erst jetzt eine Vervollkommnung erfahren hat, und zwar durch *S. G. Brown*, der den Heber verkürzte und die Drehspule verkleinerte. Hierdurch ist eine Beschleunigung im Telegraphieren erzielt worden, die bei den größten atlantischen Kabeln 30 Prozent beträgt. (*Engineering* 94, 854, 1912.) Mk.

In dem Jahresbericht der internationalen Atomgewichtskommission für 1913 ist bemerkt, daß in die **Atomgewichtstabelle** das *Holmium* (*Ho*) = 163,5 (nach *Holmberg*) eingefügt werden soll. Von weiteren Änderungen ist Abstand genommen worden, um diese nicht zu oft vornehmen zu müssen. An Neubestimmungen seit dem vorjährigen Jahresbericht werden aufgezählt: N = 14,0068 (*Wouurtzel*); K = 39,097 und Cl = 35,458 (*Stähler* und *Meyer*); F = 19,0176 und 19,0133 (*Mc Adam* und *Smits*); P = 31,027 (*Baxter*, *Moore* und *Boylston*); Hg = 200,64 (*Easley* und *Braun*); Se = 79,26 (*Kuzma* und *Krehlik*); Te = 127,54 (*Harcourt* und *Bakker*); Ra = 225,95 (*Hönigschmid*) und Ra = 226,36 (*Gray* und *Ramsay*); Ta = 181,80 (*Chapin* und *Smith*); Ir = 192,613 (*Hoyerermann*). (*Z. f. Elektrochem.* 19, 36, 1913.) Mk.

Die **kritische Temperatur des Quecksilbers** hat *J. Koenigsberger* bestimmt, indem er 5 mg Hg in einer Quarzglaskapillare von 0,1–0,2 mm lichter Weite durch ein Gebläse erhitzte. Die kritische Temperatur ergab sich zu 1270° und der Druck wurde auf mehr als 1000 Atmosphären geschätzt. Die Kapillare hielt den Druck nur wenige Sekunden aus und explodierte dann mit lautem Knall. (*Chem. Ztg.* 36, 1321, 1912.) Mk.

Im Berliner Zoologischen Garten ist es gelungen, einige an der holländischen Küste gefangene **Trauerenten** einzugewöhnen, so daß sie jetzt auf dem großen Teich an der Waldschenke wohl und munter ihre Tauchkünste zeigen. Sie haben ihren Namen von dem samt schwarzen Gefieder des Männchens, von dem die rotgelbe Schnabelfirste mit dem Höcker am Grunde desto mehr absticht. Diese Meerenten halten sich meist in Gefangenschaft schlecht, durch Garneelenfütterung kann man ihnen aber hier über die Krisis hinweghelfen. Sie bewegen sich auch auf dem Lande schlecht, da ihr Beine sehr kurz und weit hinten am Körper eingelenkt sind. Desto besser tauchen sie, und zwar senkrecht hinab, indem sie sich durch einen Hochsprung den nötigen Nachdruck geben, und suchen so ihre meist tierische Nahrung in der Tiefe des Meeres.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 17.

25. April 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Entwicklung und Stand der Forschung über die Röntgenstrahlen. Von *Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.* S. 393.

Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogen- gangapparat des inneren Ohres. Bogengang- apparat und Kleinhirn. (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.) Von *Univ.-Doz. Dr. Robert Bárány, Wien.* S. 396.

Leo Frobenius' Forschungen zur Kulturgeographie des nördlichen West- und Innerafrika. Von

Prof. Dr. Max Friederichsen, Greifswald. S. 401.

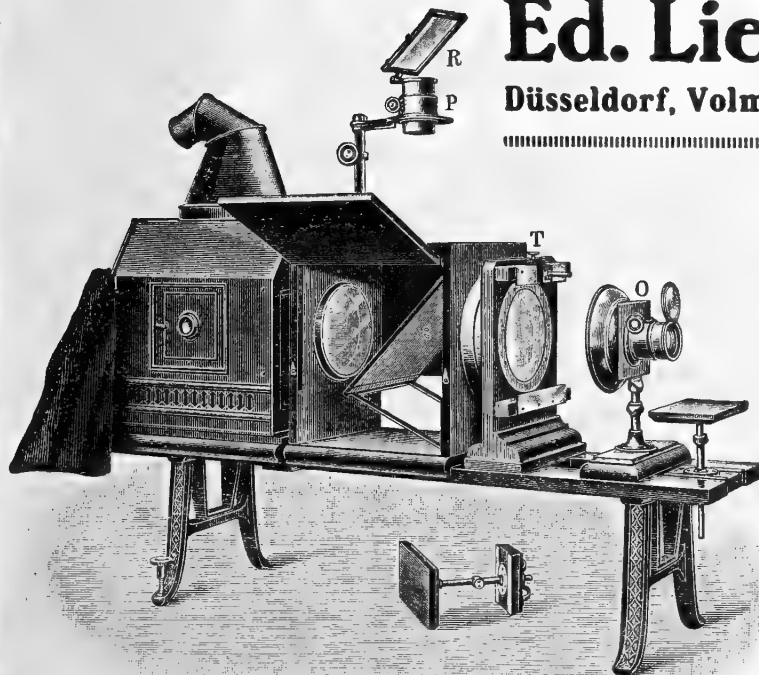
Expedition nach Les Eyzies. Von *Privatdozent Dr. M. Hiltzheimer, Stuttgart.* S. 405

Ausgleichsfläche und Erdbebtiefe. Von *Prof. Dr. M. P. Rudzki, Krakau.* S. 406.

Besprechungen. S. 407.

Astronomische Mitteilungen. S. 413.

Kleine Mitteilungen. S. 414.



Ed. Liesegang
Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

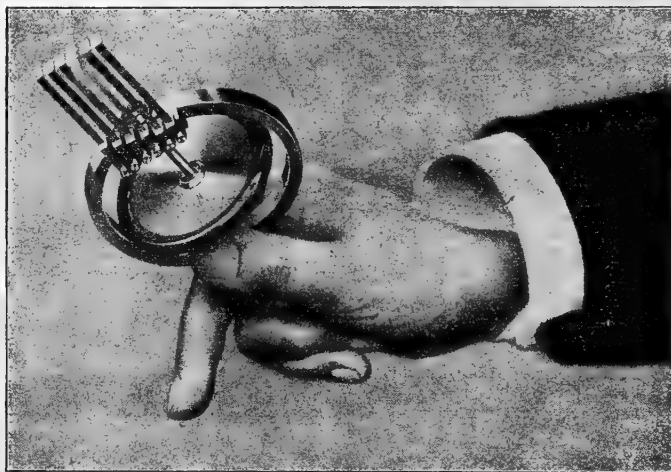
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

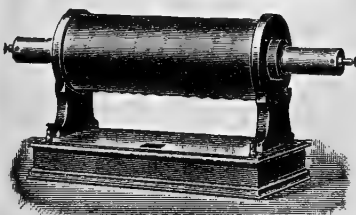
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, anders-

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W 35/9, Steglitzerstr. 58

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Über Rassenhygiene.

Von **Dr. Kurt Goldstein**,
Universitäts-Professor in Königsberg i. Pr.

Preis M. 2.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite IV.

Entwicklung und Stand der Forschung über die Röntgenstrahlen.

Von Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.

Die eminente praktische Bedeutung der Röntgenschen Entdeckung gab der Technik den Anlaß, sich der weiteren Entwicklung dieses neuen Gebietes der Physik anzunehmen. Der Einblick in das Innere des Organismus, die Erfüllung des alten Traumes, daß dem Arzte der Zukunft der menschliche Körper durchsichtig wie ein Gebilde aus Glas erscheinen würde, lassen auch den ganz fernstehenden Laien die ungeheure Tragweite der Entdeckung erkennen. Die Entwicklung der Funkeninduktoren, die neue Technik der an Größe und Durchdringungskraft immer wachsenden Röhren, haben ganze Industrien neu ins Leben gerufen.

Dem trägt die Literatur über diesen Gegenstand natürlich Rechnung. So gibt es eine Reihe guter Bücher über Röntgentechnik. Die eigentliche *physikalische* Seite der neuen Strahlen ist dadurch etwas in den Hintergrund gedrängt worden. Es entsprach daher sicherlich einem dringenden Bedürfnis, als aus berufener Feder ein Buch über die Physik der Röntgenstrahlen angekündigt wurde, das über die Fortschritte auf diesem Gebiet berichten sollte.

Es liegt jetzt vor als Band 45 der Monographiensammlung „Die Wissenschaft“, Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Der Verfasser, Herr Privatdozent Dr. R. Pohl, Berlin, ist aus mancherlei Gründen für diese Aufgabe prädestiniert. Wir wollen hier nur kurz darauf hinweisen, daß er zusammen mit Professor Walter (Hamburg), der auch für die technische Entwicklung der Röntgenstrahlen bahnbrechend gewirkt hat, in den Streit über die Beugung der Strahlen eingegriffen hat und hier aufklärend tätig war, daß er ferner die heißumstrittene Frage nach der Richtigkeit der Geschwindigkeitsbestimmung durch Marx zusammen mit Franck in ein neues Stadium gebracht hat.

Die ursprüngliche Absicht des Schreibers dieser Zeilen, über dieses Pohlsche Buch zu referieren, hätte der Wichtigkeit dieser Publikation wohl nicht genügend Rechnung getragen. So soll im Einverständnis mit und auf Wunsch der Leitung dieser Zeitschrift der Rahmen eines Referates überschritten werden, und in gekürzter Form ein Überblick über den jetzigen Stand des neuen Zweiges der Physik gegeben werden. Wir werden uns dabei eng an das Pohlsche Buch halten, und hoffen, das wohlverdiente Interesse für dasselbe gebührend zu steigern. Ebenso wie der Verfasser dürfen auch wir hier die Technik der Strahlen als bekannt voraussetzen. Man hat ja auf Kongressen fast jedes Jahr Gelegenheit, die wunderbaren Fortschritte auf dem Gebiet des Induktorium- und Röhrenbaus zu bewundern. Man weiß, daß Aufnahmen von Bruchteilen von Sekunden genügen, um sogar bewegte Organe in den verschiedenen Stadien und Phasen zu verfolgen.

Die physikalische Seite der Röntgenstrahlen ist gerade in letzter Zeit durch die Entdeckung von Laue und seinen Mitarbeitern in ein ganz neues Stadium getreten. Dieser Punkt, der in dem Pohlschen Buch nur noch als Anhang behandelt werden konnte, und über den die Diskussion noch nicht abgeschlossen ist, rückt die bis dahin in vielen Punkten dunkle Strahlung in ein ganz neues Licht, insofern die ersten ganz unbestrittenen Interferenzen einen sicheren Schluß auf den wellenförmigen Charakter zulassen. Daß weit über die engere Bedeutung für die Röntgenstrahlen hinaus die Lauesche Entdeckung uns einen Einblick in das Innere der Kristalle gestattet, sei hier nur erwähnt und später ausführlich besprochen.

Die Entstehung von Röntgenstrahlen ist an eine plötzliche Geschwindigkeitsänderung von Elektronen geknüpft. Wird ein Vakuumrohr genügend weit evakuiert, so geht von allen Teilen, die von der vom negativen Pol ausgehenden Kathodenstrahlung getroffen werden, eine neue charakteristische Strahlung aus. Bei den ersten klassischen Versuchen von Röntgen diente die Glaswand als Quelle der neuen Strahlung; bei den vervollkommenen Röhren bedient man sich einer metallischen „Antikathode“. Die wichtigsten Eigenschaften der „neuen Art von Strahlen“ sind alle von Röntgen selbst in seinen Originalmitteilungen beschrieben. Die Strahlen erregen die photographische Platte, den Leuchtschirm und andere fluoreszierende Stoffe, sie ionisieren die Luft, sie durchdringen auf Grund der verschiedenen Absorbierbarkeit die inhomogenen Hindernisse unter Schattenbildung. Die von einer Antikathode ausgehende Strahlung ist nicht homogen. Schon die erzeugenden Kathodenstrahlen sind je nach der Art der Erzeugung mehr oder weniger inhomogen.

Wenn die bewegten Elektronen auf ein Hindernis stoßen, so werden sie nicht sofort ihre ganze Geschwindigkeit verlieren, sondern sie dringen in das Atomgefüge der Antikathode ein und werden dort auf den verschiedensten Bahnen zickzackförmig vordringen, bis endlich ihre Geschwindigkeit null geworden ist. So resultiert eine regellos verteilte Emission. Dazu gesellt sich eine Sekundärstrahlung, die die Verhältnisse noch verwickelter gestaltet. Durch geeignete Filter läßt sich die inhomogene Strahlung von der geringen Reststrahlung homogener Art trennen. Es bleiben dann wenige Prozente einer homogenen oder gerichteten Strahlung übrig.

Die bei Elektronenstrahlung angezeigte Analyse durch ein Magnetfeld lieferte bei der neuen Strahlung ein durchaus negatives Resultat. Die genauesten Versuche hierüber hat Walter angestellt. Ein Feld von 19 000 Gauß ergab keine Ablenkung. Dies ist ein Grund dafür, daß die R-Strahlen¹⁾ häufig mit den γ -Strahlen des Radiums in Beziehung gebracht

¹⁾ Im weiteren Verlauf gebrauchte Abkürzung für Röntgenstrahlen.

werden. Auch der Nachweis einer Brechung verlief resultatlos. Haben wir es mit einer Wellenstrahlung zu tun, so ist jedenfalls die Wellenlänge eine sehr kleine, woraus folgt, daß der Brechungsexponent sich nur wenig von eins unterscheiden kann. Die Versuche, eine Beugung der R-Strahlen nachzuweisen, bilden den Gegenstand einer Reihe von Arbeiten, von denen in erster Linie die Versuche von *Haga* und *Wind*, dann die von *Walter* und *Pohl* Erwähnung verdienen. Die positiven Ergebnisse der ersteren führten die letzteren auf eine optische Täuschung zurück. Die einwandfreihere Ausmessung der Photogramme nach dem Verfahren von *Koch* schaltet solche Fehler aus; doch ließen sich auch hiermit keine ganz sicheren Belege für eine Beugung finden. Sie ist zwar bei den Aufnahmen von *Walter* und *Pohl* nicht unwahrscheinlich, doch müssen dabei zwei Bedingungen erfüllt sein: es darf bei der sechsstündigen Exposition der Träger der Apparatur nicht gewackelt haben oder sich durchgebogen, noch darf eine erhebliche Diffusion des Bildes in der empfindlichen Schicht der Platte aufgetreten sein. Theoretisch hat *Sommerfeld* die Beugung der R-Strahlen behandelt. Die Verhältnisse liegen anders als bei gewöhnlichem, sicher periodischem Licht. Es ist keine seitliche Abweichung der Linien absolut gleicher Intensität zu erwarten, sondern nur ein Abrücken derselben von der Mittellinie. Die Verhältnisse bei den *Walter-Pohlschen* Aufnahmen stehen in Einklang mit der Theorie, sind aber den oben genannten Einschränkungen unterworfen.

Auf diesem Wege war man also nicht zu einer Bestimmung der Größe, die sowohl für eine periodische Strahlung als *Wellenlänge* wie für einen *Impuls* als *Breite* desselben charakteristisch ist, gelangt. Solange der periodische Charakter der R-Strahlung nicht nachgewiesen war, konnte man nur von einer Impulsbreite sprechen. Als Ergebnis der *Walter-Pohlschen* Photogramme ergibt sich als oberer Grenzwert $= 4 \cdot 10^{-9}$ cm.

Die allererste Deutung der R-Strahlen als longitudinale Strahlung ist nicht von Bestand gewesen. In der Richtung des Bremsweges, in der nur eine longitudinale Strahlung auftreten könnte, ist die Strahlung gleich null.

Die Polarisation ist naturgemäß sehr schwer nachzuweisen, da die Strahlung, wie schon erwähnt, inhomogen ist, und nur wenige Prozente die Bedingung einer gerichteten Strahlung erfüllen. Die Abhängigkeit der Impulsbreite vom Emissionswinkel wurde mit Sicherheit von *Friedrichs* nachgewiesen, die Polarisation mit Sicherheit durch *Barkla*. Statt der photographischen Intensitätsmessung dient die elektrometrische, bei welcher die erhöhte Leitfähigkeit der Luft in einer Ionisationskammer der Messung zugrunde liegt. Spätere Messungen, in erster Linie die von *Baßler*, bestätigen das Ergebnis, daß die R-Strahlung polarisiert ist. Die Ebene der maximalen Intensität der Emission ist senkrecht zur Bahn der erzeugenden Kathodenstrahlen. Mit wachsender Entladungsspannung wird diese Bevorzugung weniger deutlich, da dann der Anteil der inhomogenen

Strahlung zunimmt, und die Verhältnisse weniger einwandfrei liegen.

Die Beobachtungen von *Baßler* boten der theoretischen Behandlung durch *Sommerfeld* das nötige Material zur Nachprüfung der von ihm berechneten Energieverteilung. Auch die Erscheinung, daß hinter der Antikathode eine Strahlung auftritt, läßt sich durch die Theorie erklären.

Die wichtige Größe der Impulsbreite ist zuerst von *Wien* auf theoretischem Wege abgeleitet worden, und zwar liegt der Ableitung eine von *Abraham* stammende Gleichung für die Emissionsenergie bei der Bremsung zugrunde. Ist die Impulsbreite $\lambda = c \tau$, und ist die Energie gegeben als Funktion von Elektronenladung, Verzögerung, Lichtgeschwindigkeit, und endlich Verhältnis der Geschwindigkeit des Elektrons zur Lichtgeschwindigkeit, ist ferner der Nutzeffekt der R-Strahlung in Prozenten der Kathodenstrahlung bekannt, so läßt sich λ berechnen unter Zugrundelegung der klassischen Werte für e/m und e . Man erhält so für λ den Wert $1,15 \cdot 10^{-10}$ cm.

Auf einem anderen Wege hat *Wien* und ebenso *Stark* aus einer von *Einstein* stammenden Gleichung, nach welcher die kinetische Energie eines durch Schwingungen von der Frequenz ν ausgelösten Elektrons nur gleich $h \cdot \nu$ oder gleich einem ganzen Vielfachen dieser Größe sein kann, die Impulsbreite berechnet. *Planck* hat bekanntlich die neue Hypothese von der quantenhaft erfolgenden Energieemission in die Theorie der Strahlung eingeführt. Der Grundgedanke ist der, daß die Emissionsenergie gestaffelt sei, d. h. aus nicht weiter unterteilbaren Quanten bestehe. Die Größe des Planckschen Wirkungsquantums ist aus Strahlungsmessungen bekannt.

Ist

$$\frac{h}{\tau} = h \nu = \frac{1}{2} m v_0^2 = \epsilon V,$$

so ist, da $\frac{1}{\tau} = \frac{c}{\lambda}$ ist,

$$\lambda = 300 \frac{h c}{\epsilon V} = 1,26 \cdot \frac{10^{-4}}{V};$$

da nun h nach *Planck* gleich $6,55 \cdot 10^{-27}$ erg/sek. ist, so ergibt sich für harte Strahlen mit $V = 60\,000$ Volt

$$\lambda = 2 \cdot 10^{-9} \text{ cm.}$$

Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit dem oberen Grenzwert aus den Beugungsversuchen von *Walter* und *Pohl*. Freilich divergiert er stark von dem anderen Wert, der sich aus dem Nutzeffekt ableiten ließ. Nach *Sommerfeld* aber läßt sich diese Diskrepanz so erklären, daß der Nutzeffekt zu groß angenommen war. Er muß in dem Verhältnis der gerichteten zu der ungerichteten Strahlung reduziert werden. Es ergibt sich durch die Rechnung 5,4 % für das Verhältnis E_R/E_K , was wiederum mit den experimentellen Ergebnissen von *Baßler* gut in Einklang steht. Die universelle Bedeutung des Planckschen Wirkungsquantums läßt also auch hier, ebenso wie bei der Deutung des photoelektrischen und des *Haber-Justschen*

Reaktionseffekts eine Anwendung zu, die fern von der ursprünglichen Domäne, der Thermodynamik liegt, ein Beweis für die große Fruchtbarkeit dieses Gedankens. Nach *Poincaré* ist die Quantenhypothese die kühnste Idee der Physik seit *Newtons* Tagen.

Wir betrachten weitere Eigenschaften der R-Strahlen:

Wie schon *Röntgen* festgestellt hat, erregen R-Strahlen, die auf irgend ein Medium treffen, dieses in der Art, daß eine neue Strahlung von ihm ausgeht. *Sagnac* hat sie sekundäre R-Strahlung genannt. Nach *Barkla*, *Sadler* u. a. setzt sich diese Strahlung aus zwei Phänomenen zusammen; einer Art Zerstreuung der primären Strahlen, und daneben einer zweiten, stark von der Natur des durchstrahlten Mediums abhängigen Strahlung. Dividiert man die relative Intensität der senkrecht zur Primärstrahlung zerstreuten Sekundärstrahlung durch die Dichte des Gases, in dem der Versuch ausgeführt wird, so ergibt sich, solange das Atomgewicht des Gases unter 32 bleibt, mit Ausnahme des Wasserstoffes, für 12 verschiedene Gase der gleiche Wert. Gleiche Massen von Elementen ($A < 32$) emittieren also relativ gleiche Sekundärstrahlung. Es deutet dies auf eine Art Verwandtschaft zwischen der Strahlung und dem Bau des Atoms. Vielleicht mag die Hoffnung, mittels R-Strahlen das Gefüge des Atombaus in der Art eines radioaktiven Vorgangs zu lockern, hierdurch bestärkt werden. Freilich bedürfen die Aufsehen erregenden Mitteilungen von neueren Umwandlungen, die *Ramsay* mittels R-Strahlen erzielt haben will, noch der Bestätigung.

Der Zerstreuungsfaktor läßt sich in Beziehung bringen zu der schon mehrfach erwähnten Energie der Primärstrahlung. Aus dem gemessenen Wert läßt sich dann ableiten, wieviel Elektronen in jedem einzelnen Atom der zerstreulenden Substanz vorhanden sein müssen. Es ergeben sich $\frac{2}{3} A$ Elektronen, wenn A das Atomgewicht der Substanz ist. Diese Zahl ist für das Verständnis vom Bau der Atome von fundamentaler Bedeutung. Die Frage nach der Zusammensetzung der Atome aus materiellen Bestandteilen und Elektronen hat bekanntlich durch die Berechnungen von *Nicholson*, über die vor kurzem *Fajans* in dieser Zeitschrift ausführlich berichtet hat, große Bedeutung gewonnen, insofern die Uebereinstimmung zwischen den berechneten und den bestbekannten Atomgewichten zahlreicher Elemente mit kleinem Atomgewicht eine Aufsehen erregend gute ist.

Eine weitere Eigentümlichkeit der R-Strahlen haben *Barkla* und *Sadler* entdeckt. Außer dem Streuungsvermögen besitzen die Elemente die Fähigkeit, eine Sekundärstrahlung zu emittieren, deren durch ihre Absorbierbarkeit definierte Impulsbreite einen für jedes Element ganz charakteristischen Wert besitzt. Diese Strahlung ist vollständig homogen, und ihre Absorption folgt einem einfachen Exponentialgesetz:

$$J = J_0 \cdot e^{-\mu x}.$$

So ist bereits für eine große Anzahl von Grundstoffen eine typische Absorptionskonstante gemessen worden, die ebenso charakteristisch für die betreffende Substanz ist wie beispielsweise eine bestimmte Spektrallinie.

Auch eine selektive Absorption hat sich nachweisen lassen; doch lag hier bisher die große Schwierigkeit vor, daß die Impulsbreite nicht mit der gleichen Schärfe bekannt war wie die Wellenlänge in der Optik. Das Maximum der Durchlässigkeit beim Eisen z. B. liegt bei einer Impulsbreite, der eine Kathodenstrahlgeschwindigkeit von etwa $5,6 \cdot 10^9$ cm entspricht. Der Zusammenhang der charakteristischen Strahlung mit der selektiven Absorption ist ein Analogon zur Optik, wo ebenfalls das Auftreten einer Fluoreszenzstrahlung an das einer selektiven Absorption gebunden ist.

Noch deutlicher aber ist die Analogie zwischen R-Strahlen und Licht auf dem Gebiet der Elektronenemission durch beide. Wie *Dorn* gefunden hat, ist die Absorption von R-Strahlen verknüpft mit einer Emission von Kathodenstrahlen. Nach *Bestelmeyer* ist für letztere $e/m = 1,72 \cdot 10^7$ ein Wert, der sich wenig von dem Standardwert $1,76 \cdot 10^7$ unterscheidet. Die Messung erfolgt durch magnetische Ablenkung. Die so gemessene Geschwindigkeit ergibt sich als unabhängig von der Intensität der erzeugenden R-Strahlen, was bekanntlich beim Licht seit langem erwiesen ist. Die Zahl der Elektronen ist der Intensität der R-Strahlen proportional und ebenso der bolometrisch gemessenen Energie derselben.

Einige weitere Eigenschaften der Röntgenstrahlung mögen noch kurz angeführt werden. Die Kondensation übersättigten Wasserdampfes an Kernen, die durch R-Strahlen erzeugt werden, ist durch die klassischen Versuche von *J. J. Thomson* zur Bestimmung des Elementarquantums bekannt geworden. Wenn man sich auch jetzt lieber der Radiumpräparate zur Bildung von Ionen bedient, so ist doch die Erzeugung durch R-Strahlen keineswegs ganz zur Seite gedrängt. Die Sichtbarmachung der Elektronenbahnen durch *Wilson* gibt einen reizvollen Einblick in die Mikrowelt. Auch feste und flüssige Dielektrika werden durch R-Strahlen ionisiert.

Der photoelektrische Effekt der R-Strahlen gab *Marx* ein Mittel an die Hand, die Ausbreitungsgeschwindigkeit derselben zu messen mit dem Ergebnis, daß sich R-Strahlen mit genau gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen wie die elektrischen Wellen an Drähten, d. h. mit Lichtgeschwindigkeit. Wenn *Pohl* und *Franck* auch an der Richtigkeit dieses Resultats keine Zweifel hegen, so glauben sie doch, daß die Meßmethode nicht einwandfrei ist. Die Diskussion hierüber ist noch nicht abgeschlossen. Es wäre zu bedauern, wenn die scharfsinnigen und eleganten Messungen von Herrn *Marx* auf nicht einwandfreier Basis aufgebaut wären. Da der Streit noch nicht beendet ist, so sei hier nicht weiter darauf eingegangen.

Die Versuche von *Blondlot*, die Geschwindigkeit zu messen, haben kein einwandfreies Resultat gehabt.

Von chemischen Wirkungen der R-Strahlen ist in erster Linie die Wirkung auf die photographische Platte zu nennen; ferner die Wirkung auf Glas, das sich färbt und blau wird, ebenso wie unter dem Einfluß der Becquerelstrahlung. Man führt dies zurück auf eine Manganausscheidung. Die physiologischen Wirkungen intensiver R-Strahlung sind leider früher unterschätzt worden. So sind öfters sehr schwere Verbrennungen, die sogar Amputationen notwendig machten, beobachtet worden. Die Dosierung der Strahlung ist schwierig. Sorgfältiges Abblenden durch Bleischirme ist dringend geboten.

Was wir in dem Pohlischen Buch vermissen, ist ein Hinweis auf die interessanten Versuche von *Jensen* über Münzabbildungen durch R-Strahlen. Sehr merkwürdig ist die Abbildung beider Prägnungen auf der Photographie. Diese dürfte ihre endgültige Erklärung gefunden haben (s. Photograph. Jahrb. 1909, p. 55 u. ff). Dagegen bedarf es nach den Mitteilungen *Jensens* noch genauerer Untersuchungen darüber, welcher Natur die Strahlen sind, die — und zwar vor allem bei den zur Silber- und Platingruppe gehörigen Metallen — beim Negativ die den Vertiefungen entsprechenden hellen und den Erhabenheiten entsprechenden dunklen Stellen geben. So viel konnte allerdings einwandfrei gezeigt werden, daß diese „Umkehrerscheinung“ mittelbar herbeigeführt wird durch eine sekundäre Röntgenstrahlung, welche vom Boden der hölzernen Kasette ausgeht, in dem die Photographische Platte mit den darauf befindlichen Münzen bzw. Medaillen oder sonstigen Metallen liegt, und welche dann, von der Rückseite her, das Glas der photographischen Platte durchdringend, die der Schichtseite anliegende Seite der angewandten Metallgegenstände trifft.

Ein hervorragender Fortschritt in der Physik der R-Strahlen datiert von der Entdeckung *Laues* und seiner Mitarbeiter, denen es gelang, eine Interferenz der R-Strahlen nachzuweisen. Damit eine Interferenz an gitterartigen Gebilden zustande kommt, darf die Gitterkonstante nicht wesentlich größer sein als die Wellenlänge der zur Interferenz gelangenden Strahlen. Nach obigen Darlegungen ergab sich für die Impulsbreite oder unter Voraussetzung regelmäßiger Strahlung für die Wellenlänge der Wert 10^{-9} . Der Abstand zweier Molekülzentren ist von der Größenordnung 10^{-8} . So lag der Gedanke nahe, die Molekularstruktur als Beugungsgitter zu benutzen. Diese Idee ist von *Laue* verwirklicht worden. Das Raumgitter eines Kristalles, das dem Auge nicht sichtbar ist, aber seine Existenz durch den kristallinen Charakter anisotropen Charakter vermuten läßt, kann nach *Laue* zum Ausgangszentrum einer Sekundärstrahlung gemacht werden, die auf der photographischen Platte Interferenzbilder von großer Schärfe und wunderbarer Schönheit liefert. Welch ein Reiz, in das Innere der Moleküle hineinzuschauen und zum ersten Male diese doch immer hypothetischen Bausteine der Materie sichtbar zu machen! Welch genialer Gedanke, das gewöhnliche Licht, dessen zarte Schwingungen sich als zu grob

erwiesen, zu ersetzen durch das neue Licht mit einer Wellenlänge 10^{-9} cm! Und welche Erweiterung der Wellenskala! Um 13 Oktaven wird das Spektrum erweitert. Das sichtbare Licht umfaßt etwa eine Oktave; das neue, nicht direkt wahrnehmbare, aber mit einfachen Hilfsmitteln erkennliche Licht eröffnet ganz ungeahnte Perspektiven. Wenn es gelingt, mit seiner Hilfe in das Innere der Körper einzudringen, so mag noch manches Rätsel gelöst werden. Es bietet jedenfalls eine große Befriedigung, daß die Moleküle, über deren Zahl und Gewicht etwa 25 Methoden mit gleichem Ergebnis Aufschluß gaben, dem zweifelnden Auge näher gebracht worden sind. Die Wellenlänge berechnet sich aus den Interferenzversuchen von *Laue* zu $1,27-4,83 \cdot 10^{-9}$ cm.

Wir haben uns in unserer Darstellung eng an das Pohlische Buch gehalten. Freilich haben wir damit die Inhaltsangabe keineswegs erschöpft. Wir raten jedem, den das Thema interessiert, die Lektüre des Buches dringend an. Es ist sehr klar und fesselnd geschrieben, und, obwohl der Verfasser an manchen Ergebnissen persönlich beteiligt ist, tritt er doch aus dem Rahmen objektiver Darstellung kaum heraus.

Sollte es uns gelungen sein, für dies wichtige Gebiet der Physik einiges Interesse zu wecken, so wäre der Hauptzweck dieser Zusammenfassung erreicht.

Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogengangapparat des inneren Ohres. Bogengangapparat u. Kleinhirn. (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.)

Von Univ.-Doz. Dr. Robert Bárány, Wien.

Dreht man sich mehrmals rasch um seine Achse und bleibt dann plötzlich stehen, so empfindet man Schwindel, d. h. die Umgebung scheint sich um einen zu drehen und schließlich man die Augen, so empfindet man eine scheinbare Drehung des eigenen Körpers. Dies ist der Drehschwindel, von dem hier die Rede sein soll. Auch die Empfindung, die man verspürt, wenn man von einem hohen Turm in die Tiefe schaut, wird als Schwindel bezeichnet, aber bei diesem „Höhenschwindel“ dreht sich nichts. Der sei aus unserer Betrachtung ausgeschaltet; er ist wahrscheinlich nur psychisch bedingt. Der Drehschwindel war schon den Griechen des Altertums bekannt und wird sehr gut von ihnen beschrieben. Im 16., 17. und 18. Jahrhundert konnte ich eine große Menge von Dissertationen über den Schwindel auffinden. Es sind mehr als 100. Das Eigentümliche ist, daß sie alle nahezu dasselbe enthalten. Man hatte sich im Mittelalter fast vollständig das Beobachten abgewöhnt. Wer ein Buch schrieb, der studierte die Schriften seiner Vorgänger und schrieb schließlich mit kleinen Änderungen das ab, was vor ihm gesagt worden war. So kommt es z. B., daß in der uns interessierenden Frage des Drehschwindels von verschiedenen Autoren darüber spekuliert wird, ob

während des Schwindels unbewußte Augenbewegungen auftreten oder nicht. Keinem aber fiel es ein, sich einmal selbst ein paarmal zu drehen und seine Augen zu befühlen, ob er derartige Augenbewegungen empfinden könnte oder seinen guten Freund aufzufordern, sich zu drehen und ihn daraufhin zu beobachten. Die oft recht scharfsinnigen Erwägungen wurden nur am Schreibtisch ausgeführt. Der erste, der Beobachtungen hierüber anstellte, war *Purkinje* im Jahre 1825. Er hatte Gelegenheit, Geisteskranke zu beobachten, die nach der damals üblichen Behandlungsmethode in einem Käfig gedreht wurden, wenn sie unruhig und aufgeregt waren. Die Drehung wurde so lange fortgesetzt, bis sie wahrscheinlich unter dem Einflusse der auftretenden Übelkeiten wieder ruhig und gefügig wurden. An diesen Geisteskranken konnte *Purkinje* nun während der Drehung unbewußte zuckende Augenbewegungen in der Drehungsrichtung feststellen, die mit griechischem Ausdruck als Nystagmus (von *νυστάζω* = ich zittere) bezeichnet werden. Wurde dann nach längerer Drehung der Käfig plötzlich angehalten, so kehrte sich die Richtung der Augenbewegungen um und die Augen zuckten nun entgegen der ursprünglichen Drehungsrichtung durch etwa eine Minute, während der Kranke heftigen Drehschwindel empfand. *Purkinje* hat dann noch eine Reihe wichtiger Tatsachen durch Beobachtung an sich selbst festgestellt. Er konstatierte, daß die Art des Drehschwindels von der Stellung des Kopfes während der Drehung abhängt. Hält man den Kopf aufrecht und dreht sich nach rechts, so entsteht beim Anhalten nach längerer rascher Drehung (etwa 10 Umdrehungen) die Empfindung, daß sich alles nach links in der Horizontalebene dreht. Neigt man während der Drehung nach rechts den Kopf 90° nach vorne, so daß man den Boden anschaut, und richtet beim Stehenbleiben nach der Drehung den Kopf auf, so scheint jetzt die ganze Umgebung nach links umzufallen. Neigt man während der Drehung nach rechts den Kopf auf die rechte Schulter und richtet ihn beim Stehenbleiben wieder gerade, so scheint alles vor einem in die Tiefe zu stürzen. Noch in anderer Weise kann man die Richtung des Drehschwindels verändern. Hat man sich bei aufrechter Kopfstellung nach rechts herumgedreht, so entsteht, wie erwähnt, die Empfindung, daß sich alles nach links um einen herum dreht. Neigt man jetzt den Kopf 90° gegen die rechte Schulter, so scheint alles auf einen zuzustürzen und man hat selbst die Empfindung, nach rückwärts zu fallen. Wenn man diese Experimente macht, so tut man gut, sie in der Nähe einer Lagerstatt auszuführen, auf die man sich sofort beim Stehenbleiben lagern kann, da sonst die starken Gleichgewichtsstörungen, die nach Drehung mit ungewohnter Kopfhaltung auftreten, einerseits die Beobachtung beeinträchtigen, andererseits aber auch zum wirklichen Hinstürzen Veranlassung geben könnten. Auch sei gleich hier bemerkt, daß bei vielen Personen durch wiederholte Drehungen, insbesondere bei vorgeneigtem oder seitlich geneigtem Kopfe Übelkeiten, ja auch Erbrechen ausgelöst werden kann. Man trägt

zwar nicht den geringsten Schaden davon, aber die unangenehmen Empfindungen können bisweilen stundenlang anhalten. Kehren wir nun zu *Purkinje* zurück. *Purkinje* zog aus diesen Versuchen den ganz richtigen Schluß, daß der Drehschwindel im Kopfe zustandekommen muß, da ja die Veränderung der Kopfstellung die Richtung des Schwindels verändert, Veränderung der Bein-, Arm- und Körperstellung aber ohne gleichzeitige Veränderung der Kopfstellung keinen Einfluß auf den Schwindel haben. *Purkinje* stellte sich vor, daß das Gehirn selbst durch Drehung gezerzt wird und dadurch der Schwindel entsteht, eine naive Vorstellung, vergleichbar derjenigen, daß man eine Photographie sehen muß, die man auf die freiliegende Gehirnoberfläche des Sehzentrums projiziert. *Purkinje* war sich nicht darüber klar, daß zur Wahrnehmung von Empfindungen unbedingt ein Sinnesorgan gehört. Im selben Jahre wie die erste Arbeit *Purkinjes* erschienen die seit her zu großer Berühmtheit gelangten Experimente des damaligen jungen französischen Physiologen *Flourens* an den halbkreisförmigen Kanälen der Taube. Die halbkreisförmigen Kanäle machen einen Bestandteil des inneren Ohres, des Labyrinthes, aus, das aus der zum Hören dienenden Schnecke, den beiden Säckchen Utriculus und Sacculus und den drei halbkreisförmigen Kanälen besteht. Diese Kanäle sind bei allen Wirbeltieren ebenso wie beim Menschen vorhanden und überall in einer ganz bestimmten Anordnung. Einer der drei auf jeder Seite befindlichen Kanäle liegt annähernd in der Horizontalebene und heißt deshalb der horizontale Bogengang. Die beiden anderen Kanäle stehen senkrecht zum horizontalen Kanal und schließen untereinander einen nach außen und hinten offenen rechten Winkel ein. Sie heißen vorderer und hinterer vertikaler Kanal.

Über die Bedeutung dieser Kanäle hatte man vor *Flourens* lediglich theoretisiert, ohne tatsächlich von ihrer Funktion das geringste zu wissen. *Flourens* hat als erster versucht, durch das Tierexperiment ihre Funktion zu ergründen. Er legte bei der Taube die Kanäle frei und durchschnitt dieselben. Dabei traten nun ganz sonderbare, bis dahin noch niemals gesehene Erscheinungen auf. Durchschnitt *Flourens* einen horizontalen Kanal, so bekam das Tier zuckende Bewegungen der Augen und des Kopfes in horizontaler Richtung und drehte sich ununterbrochen nach rechts oder links. Durchschnitt er einen vertikalen Kanal, so traten den Nickbewegungen ähnliche zuckende Bewegungen des Kopfes nach unten oder nach oben auf und die Tiere fielen nach vorne oder rückwärts um, ja sie schlugen Purzelbäume nach vorne oder rückwärts. *Flourens* stellte fest, daß die Bewegungen des Tieres genau in der Ebene des durchschnittenen Kanals erfolgten. Die Beschreibung, die *Flourens* von den gefundenen Erscheinungen gab, ist eine ausgezeichnete. Aber eine Erklärung für dieses merkwürdige Verhalten der Tiere hat *Flourens* nicht gefunden. Er hat nicht im entferntesten daran gedacht, daß diese Tiere Schwindel haben, wie wir noch hören werden. Dies ist nicht wunderbar. Den Schwindel des Menschen wird er wohl auch gekannt haben, aber der Mensch zeigt ja

niemals derartige Kopfbewegungen wie das Tier, er dreht sich nicht im Kreise, er schlägt keine Purzelbäume, wenn er Schwindel hat. Die Erscheinungen sind also so sehr voneinander verschieden, daß man sehr wohl begreift, daß *Flourens* unter dieser Maske den Drehschwindel nicht erkannt hat. *Flourens* hat die Arbeiten *Purkinjes* nicht gekannt. *Purkinje* hat aber die Arbeiten *Flourens'* sogar eingehend beschrieben. Nur über die Versuche *Flourens'* an den halbkreisförmigen Kanälen finden wir keine Äußerung *Purkinjes* und doch wäre niemand berufter gewesen als *Purkinje* das Rätsel, das über der Arbeit *Flourens'* lag, zu lösen. *Purkinje* hat so viele und so ausgedehnte Drehversuche am Menschen angestellt, er war Physiolog, und Tiere standen ihm in seinem Laboratorium nach Belieben zur Verfügung; hätte er nur einmal eine Taube oder ein Kaninchen gedreht, so hätte er des Rätsels Erklärung gefunden. Er hätte gesehen, daß der Drehschwindel des Tieres sich sehr wesentlich von dem des Menschen unterscheidet, daß die Taube und das Kaninchen fortwährend zuckende Bewegungen mit dem Kopfe ausführen und sich um ihre eigene Achse drehen, kurz daß die *Flourensschen* Erscheinungen ebenso wie mittels Durchschneidung der Bogengänge auch durch einfache Drehung hervorgerufen werden können. *Purkinje* hat diese sehr naheliegenden Versuche niemals ausgeführt. Dies hat erst 1874 Dr. *Breuer* getan. So geschah es, daß die Wissenschaft in diesem Punkte durch fast 50 Jahre vollkommen stillstand. Noch vor *Breuer* ist jedoch der Lehre von den Bogengängen ein Anstoß von ganz anderer Seite hergekommen. Im Jahre 1861 publizierte der Pariser Ohrenarzt *Ménière* seine berühmten Artikel über den später nach ihm benannten *Ménièreschen* Schwindel. *Ménière* war damals 61 Jahre alt, ein hohes Alter für einen Entdecker. Freilich hatte er offenbar schon jahrelang die Gedanken mit sich herumgetragen, denen er nun bedrten Ausdruck gab. *Ménière* hatte im Laufe einer langjährigen Praxis als Ohrenarzt eine ganze Reihe von Kranken gesehen, die an Schwindel litten. In der damaligen Zeit hat man bei jedermann, der an Schwindel litt, eine Erkrankung des Gehirns diagnostiziert. *Ménière* aber konnte sich mit dieser Diagnose nicht befreunden, denn er sah Kranke, die noch jahrzehntelang in voller Gesundheit lebten, die keinerlei anderweitige, nervöse Störungen aufwiesen, außer daß sie neben dem Schwindel Ohrgeräusche hatten und allmählich mehr oder minder schwerhörig oder taub wurden. Die ohrenärztliche Untersuchung dieser Fälle ergab, daß der äußere Gehörgang und das mittlere Ohr nicht erkrankt waren. Die Ursache der Schwerhörigkeit und der Ohrgeräusche mußte also im inneren Ohre, im Labyrinth, sitzen. Ebenfalls durch Experimente *Flourens'* war festgestellt worden, daß die Schnecke des inneren Ohres zum Hören dient. Denn zerstörte *Flourens* die Schnecke eines Tieres auf beiden Seiten, so trat vollständige Taubheit auf. *Ménière* schloß nun folgendermaßen: Bei allen meinen Fällen ist Schwindel mit Schwerhörigkeit verbunden. Die Schnecke ist für das Gehör bestimmt, ihre Erkrankung bewirkt Schwer-

hörigkeit. Erkrankt die Schnecke, so ist sehr wahrscheinlich auch der Bogengangapparat erkrankt, da er ja in unmittelbarster Nähe der Schnecke sich befindet. Was die Erkrankung des Bogengangapparates bewirkt, wissen wir noch nicht, vielleicht aber bewirkt sie den Schwindel. Diesem Gedanken ging nun *Ménière* offenbar jahrelang nach und kam immer mehr zur Überzeugung, daß er richtig sei. Einmal hatte er auch Gelegenheit, eine Erkrankung der Bogengänge auf dem Obduktionstisch zu sehen. Es handelte sich um eine Patientin, die in den letzten Tagen vor ihrem Tode an sehr heftigem Schwindel gelitten hatte und rasch ertaubt war. Bei der Sektion des Gehörorgans fand *Ménière* die Bogengänge von einer blutigen Flüssigkeit erfüllt, während sonst die Flüssigkeit wasserklar ist. *Ménière* hat auch die *Flourensschen* Experimente an den Bogengängen in seinem Sinne gedeutet. Er sah durch die verwirrenden Verschiedenheiten zwischen menschlichem und tierischem Schwindel hindurch und erklärte, daß die Tiere *Flourens'* Schwindel haben. Freilich hat er keinen wirklichen Beweis für seine Ansicht geliefert. *Ménière* hat den Ruhm seiner Entdeckung nicht genossen. Er starb noch im selben Jahre. Ein gutes aber hat sein frühzeitiger Tod gehabt: die rasche, neidlose Anerkennung des von ihm Gefundenen. Widerspruch wurde überhaupt keiner laut und Bestätigungen kamen rasch von allen Seiten. *Ménière* hatte sich über einen sehr wichtigen Punkt der hier in Betracht kommenden Frage gar nicht ausgesprochen. Er hatte festgestellt, daß Erkrankungen der Bogengänge Schwindel verursachen. Was aber war die Funktion der Bogengänge, wenn sie nicht erkrankt waren? Darüber hatte *Ménière* auch nicht die leiseste Vermutung geäußert. Es blieb dem deutschen Physiologen *Goltz* (1870) vorbehalten, hier einen entscheidenden Schritt vorwärts zu tun. *Goltz* hatte die Experimente *Flourens'* an Tauben wiederholt und gesehen, daß die Tiere nicht imstande sind, mit verletzten Bogengängen ihr Gleichgewicht zu erhalten. Er schloß nun folgendermaßen: Erkrankung oder Zerstörung der Bogengänge bringt Verlust des Körpergleichgewichts mit sich, folglich besteht die physiologische Funktion der Bogengänge im normalen Leben in der Erhaltung des Körpergleichgewichtes. *Goltz* machte sich auch eine bestimmte Vorstellung davon, wie die Bogengänge als Sinnesorgan dieser Funktion der Erhaltung des Körpergleichgewichtes nachkommen könnten. Wiewohl ich die Ansicht *Goltz'* nur mit beträchtlichen Einschränkungen akzeptieren kann und wiewohl die Theorie von der Art der Funktion der Bogengänge falsch war, so daß ich sie hier gar nicht auseinander setzen will, so hat *Goltz* doch ein sehr großes Verdienst. Seine Ideen wirkten als Ferment, das Geistreiche derselben bestach, das Unrichtige an ihnen reizte zum Widerspruche und die Folge davon war, daß an verschiedenen Punkten die Forscher anfangen, sich mit der Sache zu befassen. So geschah es, daß vier Jahre später, gleichzeitig von drei Männern und unabhängig von-

einander, die richtige Lösung gefunden wurde. Es waren dies Professor Dr. *Ernst Mach*, damals in Prag, jetzt in Wien, Dr. *Josef Breuer* in Wien und Professor Dr. *Crum Brown* in Boston.

Mach als Physiker und Mathematiker ging die Frage auch von seinem Standpunkte aus an. Er gab zunächst eine mathematisch-physikalische Theorie der Drehbewegung. Sodann untersuchte er experimentell an sich selbst die Empfindungen, die während der Drehung und nach derselben auftreten. Durch geeignete Versuchsanordnung konnte er alle anderen Organe, den Berührungssinn der Haut, die Muskel- und Gelenkempfindungen als an der Entstehung der Drehempfindungen unbeteiligt ausschließen und indem er nun die halbkreisförmigen Kanäle des inneren Ohres anatomisch betrachtet, kommt er zum Schluß, daß diese vom physikalischen Standpunkt geeignet wären, alle die durch eigene Beobachtungen festgestellten Empfindungen zu liefern. *Breuer* kam auf gänzlich anderem Wege zu dieser Erkenntnis. Er wiederholte und modifizierte einerseits die *Flourens*-schen Experimente und verfeinerte dieselben. Andererseits war er der erste, welcher Drehversuche an Tieren anstellte. Aus der Übereinstimmung des Drehschwindels der Tiere mit den Resultaten der Verletzungen der Bogengänge zog er den Schluß, daß die Tiere bei Verletzungen der Bogengänge Drehschwindel, Drehempfindung haben. Er führt auch den Gegenbeweis; denn exstirpierte er die Bogengänge beiderseits, so traten nun beim Drehen und nach demselben keine Erscheinungen von Drehschwindel auf. Indem er nun den anatomischen Bau berücksichtigte, kam er zu derselben Ansicht wie *Mach*, daß die Bogengänge ein Sinnesorgan für die Wahrnehmung von Drehbewegungen darstellen. *Crum Brown* begründete seine Ansicht lediglich auf experimentell-psychologischem Wege. Er untersuchte an einer Anzahl von Personen die Empfindungen während und nach der Drehung und kam so zur Ansicht, daß dieselben von einem Sinnesorgan im Kopf geliefert werden müssen, als welches er die halbkreisförmigen Kanäle ansah. Die Art der Erregung stellten sich *Breuer*, *Mach* und *Crum Brown* erst so vor, daß bei jeder Drehbewegung des Kopfes die Endolympe in den Bogengängen ebenfalls in eine drehende Bewegung kommen müsse. *Mach* aber änderte dann seine Ansicht im Hinblick auf die Unmöglichkeit einer makroskopischen Bewegung der Endolympe in den kapillaren Röhren der heutigen Bogengänge dahin, daß die Endolympe nur einen Druck in der Richtung der zu erwartenden Verschiebung ausübt, eine Ansicht, die, später fast allgemein akzeptiert wurde.

Hatten *Purkinje* und *Flourens* (1825—1828) ein geniales Präludium ersonnen, *Ménière* (1861) den ersten Satz in kühnem Schwunge eingeleitet, *Goltz* (1870) ein neues Thema geistreich angeschlagen, so schließt mit der Aufstellung der Lehre *Machs*, *Breuers* und *Crum Browns* (1874) der erste Satz mit kräftigem, volltönendem Akkord. Der zweite Satz ist wie eine richtige Fuge, wo viele Stimmen durcheinander schwirren, bald sich mit-

einander harmonisch verbinden, bald wieder einander bekämpfen, auf verschlungenen Wegen einander folgen oder fliehen; die im ersten Satz angeschlagenen Themen werden weiter ausgesponnen, vertieft und ins Detail geführt, Neues kommt relativ wenig hinzu. Wie im ersten Satz, so teilen sich auch im zweiten Physiologen, Psychologen und Kliniker in die thematische Arbeit. Es würde heißen, sich allzu sehr ins geschichtliche Detail verlieren, wollte ich Ihnen all die Mitspieler beim Namen nennen und die mehr oder minder originellen Beiträge derselben Ihnen zu Gehör bringen; ich will Sie damit verschonen und nur die Hauptarbeiten anführen. Unter den Physiologen ist in erster Linie der Ungar *Andreas Högyes* (1879 bis 1880) zu nennen. Nachdem er durch Zufall den beim Drehen auftretenden Augennystagmus beim Kaninchen neu für sich entdeckt hatte, ging er ganz unbeeinflusst durch theoretische Vorstellungen oder durch praktische Ziele daran, soweit als möglich den Mechanismus dieses, wie er ganz richtig konstatierte, vollständig unwillkürlichen Reflexes zu studieren. Was die Auslösung des Reflexes im Sinnesorgan, in den Bogengängen betrifft, so schloß er sich hier der Lehre *Machs* und *Breuers* an, die er durch neue und schöne Experimente stützte. Vollständig originell aber war er in seinen Untersuchungen über den Ort der Entstehung des Reflexes im zerebralen Nervensystem. Zu jedem Reflex gehört ja bekanntlich 1. ein peripheres Sinnesorgan; 2. Nervenfasern, welche den Reiz vom Sinnesorgan ins Gehirn leiten; 3. Nervenzellen, welche den Reiz von der zuführenden Faser übernehmen und ihn in die motorische Entladung umsetzen. In unserem Falle ist das periphere Sinnesorgan der Bogengangapparat, der zuführende Nerv, der Bogengangsnerv, bekannt gewesen, ebenso die motorische Entladung, die nystaktischen Bewegungen der Augen. Unbekannt aber war der Ort der Übertragung von der zuführenden Faser auf die motorische Faser der Augenmuskelnerven. *Högyes* hat nun in schwierigen Experimenten den Sitz dieser Übertragung ermittelt. Er entfernte bei Tieren das ganze Großhirn und sah danach den Nystagmus der Augen bei Reizung der Bogengänge unverändert auftreten. Er konstatierte, daß lediglich gewisse Inzisionen in das verlängerte Mark resp. den Hirnstamm in dem kurzen Bereich zwischen dem Eintritt des Bogengangsnerven und dem Austritt der Augenmuskelnerven diesen Reflex aufzuheben vermögen. — Die exaktesten Tierexperimente am peripheren Bogengangapparat verdanken wir *Ewald*, dem langjährigen Assistenten und späteren Nachfolger von *Goltz*, der durch sein tiefgründiges Eindringen in das minutiöseste Detail die Grundlage für die spätere klinische Forschung schuf. Einen seiner klassischen Versuche möchte ich anführen, um die Art seines Vorgehens zu illustrieren. Die bisherigen Experimentatoren hatten bereits festgestellt, daß bei Druck auf den eröffneten horizontalen Bogengang der Taube horizontaler Augennystagmus auftrat. Sie waren sich aber nicht ins Klare gekommen, ob der rechte horizontale Bogengang

Nystagmus nach rechts und links erzeugen könne und insbesondere war es nicht festgestellt worden, bei welcher Bewegung der im Bogengang enthaltene Flüssigkeit der eine oder der andere Nystagmus erscheint. *Ewald* löste nun diese Frage in elegantester Weise. Er präparierte den rechten horizontalen Bogengang der Taube frei und machte ungefähr in der Mitte desselben eine Öffnung. Statt aber nun wie die anderen Experimentatoren hier zu reizen, verschloß er an dieser Stelle den Bogengang vollständig durch Einsetzen einer Plombe. Nun machte er eine zweite Öffnung zwischen der Plombe und der Nervenendstelle des Bogengangs und hier ließ er nun einen Druck auf den Bogengang wirken. Jetzt konnte die Bogengangsflüssigkeit nur nach einer Richtung hin ausweichen und wenn nun ein bestimmter Augennystagmus entstand, so mußte er auf diese ganz bestimmt gerichtete Endolymphbewegung zurückgeführt werden. In der Tat ergab sich bei vielfältiger Wiederholung des Versuchs stets dasselbe Resultat. Bei Druck auf den rechten Bogengang entstand stets Nystagmus der Augen nach rechts. Ließ er mit dem Druck nach, so kehrte sich der Nystagmus um und war nun nach links gerichtet. Es ist klar, daß durch den plötzlichen Nachlaß des Druckes auch die Bewegung der Flüssigkeit im Bogengang sich umkehren mußte. Noch eine Reihe wichtiger Details hat *Ewald* bei diesen Versuchen ermittelt. Doch würde es zu weit führen, darauf einzugehen. Sehr wichtig ist aber noch die Feststellung *Ewalds*, daß die Bogengänge bei Tieren reflektorisch den Tonus, d. i. die Spannung der Muskulatur des gesamten Körpers beeinflussen. Zerstört man die Bogengänge beiderseits, so sinkt mit einem Schlage die Spannung der Muskulatur enorm herab. Das ganze Tier wird schlaff und matt. Beim Menschen ist dieser Einfluß der Bogengänge viel weniger ausgesprochen. *Ewald* ist sich allerdings nicht klar geworden, wie im Detail diese Beeinflussung des Muskeltonus zu erklären sei. Auch heute ist diese Frage speziell für das Tier noch keineswegs vollständig gelöst.

Nach den Physiologen wollen wir einen Psychologen zu Worte kommen lassen. Der Amerikaner *James* hatte als erster die Idee, Taubstumme auf ihren Bogengangapparat systematisch zu untersuchen. Er nahm an, daß bei diesen Kranken vielfach nicht nur das Gehör, sondern auch der Bogengangapparat zerstört sein werde, und es war daher zu erwarten, daß diese Kranken durch Drehung nicht schwindelig gemacht werden können. In der Tat konnte *James* feststellen, daß eine große Zahl von Taubstummen gegen Drehung vollständig unempfindlich ist. Die Versuche von *James*, der sich lediglich auf die subjektiven Angaben der Taubstummen stützte, wurden von dem Wiener Physiologen *Kreidl* fortgesetzt, der als erster beim Menschen Augennystagmus während der Drehung als Indicator für die Erregbarkeit des Bogengangapparates in Betracht zog, wie dies ja schon von *Breuer* und *Högyes* am Tiere geschehen war. *Kreidl* stellte fest, daß bei einer großen Zahl von Taubstummen während der Drehung die nystakti-

schen Augenbewegungen vollständig fehlen, die bei Normalen stets vorhanden sind. Der von *Kreidl* zuerst betretene Weg wurde dann noch vielfach begangen, so von *Doehne*, *Rupprecht*, *Bach*, *v. Stein*, *Wanner*, *Kümmel*, *Passow* usw. *Wanner* hat das Verdienst zuerst statt des Nystagmus während der Drehung, dessen Beobachtung durch mannigfache Umstände erschwert ist, den Nystagmus beim Anhalten nach Drehung als Maß der Erregung des Bogengangapparates betrachtet zu haben, eine Methode, die auch heute allgemein angewendet wird. — Wir haben bereits, ohne es zu beachten, klinisches Arbeitsgebiet betreten. Die Klinik des Bogengangapparates hat sich auffallend langsam entwickelt. Ich darf es ohne Überhebung sagen, daß eigentlich erst seit dem Erscheinen meiner Arbeit 1906 eine exakte klinische Erforschung der Erkrankungen des Bogengangapparates begonnen hat. Die Hauptursache dafür liegt darin, daß erst ich eine Methode gefunden habe, um die Funktion jedes Bogengangapparates für sich allein in exakter Weise zu prüfen. Nichts ist leichter als die Untersuchung eines Auges für sich allein. Man braucht ja nur das andere zu verschließen. Die vollständig getrennte Untersuchung der Hörfähigkeit jedes Ohres ist schon keine so einfache Sache. Auch hier hat erst die Einführung des von mir erfundenen Lärmapparates, der auf dem von mir zuerst angewendeten Prinzip beruht, während der Untersuchung des einen Ohres das andere durch einen in demselben erzeugten Lärm vom Hörakte vollständig auszuschließen, eine exakte Prüfung ermöglicht. Die Untersuchung der Funktion des Bogengangapparates einer Seite für sich allein stieß aber auf ganz besondere Schwierigkeiten. Bei der Drehung, der am meisten geübten Methode der Funktionsprüfung, werden natürlich beide Bogengangapparate zu gleicher Zeit gereizt und man konnte daher zu keinen Schlüssen betreffs der Funktion des einen von ihnen gelangen. Außer der Drehung wurde noch vereinzelt die Galvanisation des Kopfes angewendet. Schon *Purkinje* hatte den sogenannten galvanischen Schwindel beschrieben. Der Psychiater *Hitzig* in Halle hatte den bei der Galvanisation des Kopfes auftretenden Nystagmus der Augen entdeckt. *Breuer* bezog ihn auf die galvanische Erregung der Bogengänge, *Pollak*, Ohrenarzt in Wien, stellt sein Fehlen bei zahlreichen Taubstummen fest. Klinische Bedeutung kommt aber dieser Methode nicht zu, da wir auch heute noch nicht über die Art der Wirkung des galvanischen Stromes unterrichtet sind und mannigfach widersprechende Befunde und Theorien sich gegenüberstehen. Die klinische Erfahrung, d. h. die Beobachtung der bei Erkrankungen des Bogengangapparates auftretenden Erscheinungen verdankt dem Berliner Ohrenarzt *Jansen* zweifellos sehr viel. *Jansen* hat an einer großen Zahl von Kranken, bei denen er während der Ohroperation die Erkrankung des Bogengangapparates durch den Augenschein feststellte, die klinischen Erscheinungen dieser Kranken studiert. Er hat als erster auf die große Bedeutung der Beobachtung des sogenannten spontanen Augennystagmus für die Diagnose der Labyrinthkran-

kungen hingewiesen. Wir verstehen unter spontanem Nystagmus die nystaktischen Bewegungen der Augäpfel, die ohne jeden äußeren Reiz, also spontan, lediglich bei Blick geradeaus, nach rechts und links, oben und unten zu beobachten sind. *Jansen* fand eben, daß zahlreiche Fälle mit Bogengangserkrankungen spontanen Nystagmus zeigen, daß dieser somit ein wichtiges Symptom der Bogengangserkrankung sei. *Jansen* hat noch ein anderes großes Verdienst. Er war der erste, der den Mut hatte, einen eitrig erkrankten Bogengangapparat resp. das ganze erkrankte Ohrlabyrinth operativ zu behandeln, die knöchernen Bogengänge aufzumeißeln, den Eiterherd bloßzustellen und auf diese Weise den sonst fast stets verlorenen Kranken die Gesundheit wiederzugeben. Der Mut des Pfadfinders ist hier nicht gering einzuschätzen, denn die Operation vollzieht sich in einer für den Anfänger erschreckenden Tiefe, in unmittelbarer Nähe des Gehirns und *Jansen* mußte die Verantwortung auf sich nehmen, den Patienten vielleicht früher infolge des operativen Eingriffes zu verlieren als durch die Krankheit allein. Sein klares chirurgisches Raisonnement, seine glänzende Technik und sein Mut aber haben sich belohnt, denn heute gehört die lebensrettende Labyrinthoperation zu den Eingriffen, die jeder Ohrenarzt auszuführen imstande sein soll. Trotz der zahlreichen wichtigen Feststellungen, die *Jansen* erhob, konnte er doch zu keiner klaren Einsicht in das Wesen der Bogengangserkrankungen kommen, konnte er auch keine sicheren Indikationen für die Vornahme der Labyrinthoperation angeben, da ihm eben die Funktionsprüfung des Bogengangapparates fehlte. Erst *Bárány* hat, wie z. B. der Münchener Otologe *Herzog* schreibt, in das Gewirr der bis dahin vorliegenden Anschauungen Ordnung gebracht und das Dunkel über die Bedeutung der von den Bogengängen ausgelösten Erscheinungen aufgehellt. Und dies ist alles der glücklichen Verfolgung zufälliger Beobachtungen zu verdanken. Es hätte keinen Zweck, wollte ich auf die Arbeiten aller der Kliniker eingehen, die vor mir diesem schwierigen Kapitel ihre Arbeitskraft gewidmet haben. Ich mußte mehr als 100 Namen nennen. Wer sich dafür interessiert, der sei auf meine historischen Darstellungen im Internationalen Centralblatt für Ohrenheilkunde 1908 hingewiesen.

(Schluß folgt.)

Leo Frobenius' Forschungen zur Kulturgeographie des nördlichen West- und Innerafrika.

Von Prof. Dr. Max Friederichsen, Greifswald.

Ende des vorigen Jahres erschien unter dem für ein größeres Publikum geschickt gewählten Titel: *Und Afrika sprach . . .*¹⁾ ein Werk von so allge-

meinem Interesse, daß seine Hauptergebnisse auch bei dem vorwiegend naturwissenschaftlich interessierten Leserkreis dieser Zeitschrift Aufmerksamkeit erregen dürften. Wie der in der Fußnote gegebene ausführliche Titel des Werkes andeutet, handelt es sich um den dritten Bericht der mit hervorragendem Organisationstalent bereits vor Jahren von *Leo Frobenius* in die Wege geleiteten und seitdem mit steigendem Erfolg zielbewußt durchgeführten deutschen innerafrikanischen Forschungsexpedition.

Der erste dieser Berichte erschien 1907 unter dem Titel: *Im Schatten des Kongostaates*. In ihm wurden die 1904—1906 im Kongo-Kassai-Gebiet ausgeführten Reisen beschrieben; der zweite Bericht folgte im Jahre 1911 unter der Überschrift: *Auf dem Wege nach Atlantis*. Er enthielt die Darstellung der Erlebnisse und Forschungen der Reisejahre 1907—1909 im Senegal- und oberen Nigergebiet.

Als Hauptziel aller drei Reisen galt es *Frobenius*, das Ursprungsgebiet und die Einflußsphäre einer alten Kultur Westafrikas festzustellen, deren Bestehen der Forscher seit langem durch wahrhaft unermüdliche Literatur- und Museumsstudien in Europa sowie durch eine systematische Befragung der in unsere großen europäischen Handelshäfen verschlagenen Glieder der afrikanischen Menschheit aufgespürt und wissenschaftlich wahrscheinlich gemacht hatte. (Vergl. sein großes Werk: *Der Ursprung der afrikanischen Kulturen*, Berlin 1898.)

Es mag gleich hier bemerkt werden, daß dem Referenten durch die in dem vorliegenden Werke erstmalig in großem Zusammenhang dargestellten Ergebnisse seiner drei Reisen (vor allem aber der letzten Reiseperiode 1910—1912) dieses Hauptziel bestens erreicht zu sein scheint.

Wie *Frobenius* selber in dem der vorliegenden volkstümlichen Ausgabe seines jüngsten Reiseberichtes vorausgesandten Geleitwort sagt, soll dieses Buch mehr als ein Reisewerk sein. Dem entspricht Inhalt und Stoffgruppierung durchaus.

Nur die Kapitel 2—7, 17—20 und 30 bieten Reisebeschreibungen. Sie geben interessante Einblicke in die durch Klima und Menschen oft äußerst mühselige und unbequeme Art des Reisens im Nigergebiet, sowie Aufschlüsse über die Technik des Sammelns von ethnographischem und ethnologischem Rohstoff. Oft genug haben wir dabei Gelegenheit, das rücksichtslose Einsetzen der physischen Existenz im Dienste rein wissenschaftlicher Forschung bei *Frobenius* zu bewundern.

Der weit größere Teil des Buches gibt „Materialien“ in charakteristischen Proben und vor allem die vorläufigen Ergebnisse der letzten sowie der früheren Expeditions- und Studienjahre.

Nur auf diese Ergebnisse möchte ich hier in großen Zügen wegen ihres bedeutenden allgemeinen Interesses auf Grund der Darstellung des

¹⁾ *Frobenius, Leo, Und Afrika sprach . . . Bericht über den Verlauf der dritten Reise-Periode der D. I. A. F. E. in den Jahren 1910—1912. Mit Unterstützung des Hamburger Museums für Völkerkunde her-*

ausgegeben. Volkstümliche Ausgabe. 669 S. 8°. Mit 69 Bildertafeln, über 200 Textillustrationen, 4 Plänen und Tafeln. Vita, Deutsches Verlagshaus. Berlin-Charlottenburg 1912. Geb. M. 12,00.

Verfassers näher eingehen. Es handelt sich dabei um dreierlei: 1. um den westafrikanischen sogenannten *atlantischen* Kulturkreis, 2. um die staatenbildenden Völker des Sudan, 3. um die sogenannten „Splittervölker“ des Sudan.

1. *Der westafrikanische (atlantische) Kulturkreis.*

Im südlichen englischen Nigerien, im Hinterland von Lagos, gelang es *Frobenius* ein Volk näher kennen zu lernen, welches als das der *Joruben* bekannt ist¹). Der Geist dieser Menschen mutete den Forscher archaisch und unafrikanisch an. Auch somatisch erschienen sie ihm fremdartig. Die aus alter Zeit erhaltenen und mit klarem Bewußtsein zähe bewahrten Sozialgesetze und Clanbildungen waren nicht negerhaft. Desgleichen nicht das aus alter Zeit erhaltene hoch entwickelte *Weltbild* und *Göttersystem*. Auch die jorubische *Bauweise* erwies sich als ein durch ein sehr charakteristisches „Impluvium“ veränderter Tembenstil. Solche Bauten kommen aber nach *Frobenius'* Ansicht sonst in Afrika nur in Algier und Marokko, also im *mediterranen* Kulturgebiet Nordafrikas vor. Ferner belegen ihm der jorubische Frauengriffwebstuhl, die sogenannte „*frontale*“ Beschnung der jorubischen Bögen die Tatsache, daß im westmediterranen Nordafrika wie im atlantischen Westafrika gleiche Kulturelemente einer alten Zeit wiederkehren, und zwar hier wie dort an der *Küste*. Eine ursprüngliche Beziehung beider Kulturgebiete durch das *Inland* fehlt anscheinend.

Bedeutungsvoll für das hohe *Alter* dieser Jorubenkultur erscheinen die großartigen *archäologischen* Funde, welche *Frobenius* durch Ausgrabungen in 4–7 m Tiefe, in einem alten Gräberfeld, zwei Kilometer im Norden der Jorubenstadt Ilife (Ife) im Lagoshinterland machte. Dort fanden sich ganz unerwartet schöne, künstlerisch vollendete *Porträt-Terrakotköpfe* (vergl. Tafeln VI, VII, IX seines Werkes), ein Bronzekopf des Olokun [= Poseidon (vergl. Taf. IV seines Werkes)], steingutartige Urnen, Glasperlen usw., alles Dinge, wie sie *heute* dort *nicht* mehr gemacht werden. Selbst die bekannten und viel gerühmten Bronzen des benachbarten *Benin* erschienen *Frobenius* demgegenüber unbedeutend und epigonenhaft, sodaß wahrscheinlich diese gut belegte Beninkultur nur eine späte Blüte der älteren Jorubenkultur gewesen ist.

Da diese so nachgewiesene, durch Dolmen und Steinsetzungen des weiteren nach Norden Beziehungen aufweisende *alte* Kultur der Guineaküste Westafrikas an den Ufern des *atlantischen* Ozeans heimisch ist, so bezeichnet sie *Frobenius* als „*atlantisch*“. Warum er aber auch im *historischen* Sinne dazu glaubt berechtigt zu sein, ergibt sich ihm aus dem kühnen Versuch der Beantwortung der Frage nach ungefährer Zeit und mutmaßlicher Herkunft dieser alten Jorubenkultur Westafrikas.

Auf Grund sorgsamer Prüfung des Wortlautes der bekannten Platonischen Atlantis-Schilderung

und unter Vergleich dieser Beschreibung mit der Natur Westafrikas und dem Kulturbesitz des Jorubenlandes kommt er zu dem Schluß, daß ebenso wie sich die *Pygmäen*fabel durch *Schweinfurths* Forschung über die innerafrikanischen Zwergvölker als im Kern wahr herausstellte, daß ebenso wie der Schauplatz der *Troja*legende durch *Schliemanns* Ausgrabungen lokalisiert und an eine geschichtliche Örtlichkeit angeknüpft werden konnte, auch der in Platons *Kritias* überlieferte Roman von der „Insel *Atlantis*“ jenseits der Säulen des Herkules seinen wahren Kern besitze.

Seite 348 des vorliegenden Werkes folgert *Frobenius* in diesem Gedankengang: „Und damit eben will ich Atlantis, die jenseits der Säulen des Herkules gelegene Empore der Westkultur wieder entdeckt haben, das Atlantis, von dem uns *Solon* sagt, daß in ihm die Burg des Poseidon (vergl. Olokun-Kopf der archäologischen Funde) entstanden sei, daß dort üppige Vegetation herrsche, daß die baumartig wachsende Pflanze, die Speise, Trank und Salböl liefere (die Ölpalme), daß die rasch verderbende Frucht des Obstbaumes (die Banane) und erwünschte Reizmittel (der Pfeffer) dort gediehen wären, daß Elefanten dort lebten und daß das Messing dort gewonnen werde (also wie hinter den Jorubabergen noch vor kurzer Zeit), daß die Eingeborenen dunkelblaue (Baumindigo) Kleider trügen und daß sie eine etwas fremdländische Bauart (Palmblatt-Satteldach) gehabt hätten.“

Wer waren nun diese alten Kulturträger Westafrikas? fragt *Frobenius* weiter. Etwa die Phönici-er? Dies wird verneint. Zwar scheinen sie noch im Altertum als letzte mit Nordguinea Handel getrieben zu haben, aber als Gründer dieses Verkehrs und Urheber jener Kultur kommen sie nicht in Frage. Die Phönici-er haben bei näherem Zusehen auch garnicht die Kulturformen besessen, die mit denen der Joruben übereinstimmen. Auch das Glas, welches in beiden Gebieten vorkommt, erweist sich nach *Frobenius* im Jorubagebiet archaischer als jenes Glas, welches die Phönici-er nach allen Teilen der Welt und auch nach der Goldküste trugen. Auch wissen wir heute, daß die Phönici-er garnicht die *ersten* Glashandwerker waren, vielmehr diese Kunst, wie vieles andere, erst weitertrugen. Ebenso sind auch die Phönici-er nicht die *ersten* Seefahrer des Mittelmeeres gewesen; sie übernahmen vielmehr als ein von *Osten* kommendes Kulturvolk (etwa 800 v. Chr.) den Machtbestand und die Kulturgüter *älterer* absterbender *westlicher* Kulturvölker. Zu diesen *westlichen* *älteren* Kulturvölkern werden wir nach *Frobenius* die uns aus dem 12. Jahrhundert v. Chr. durch ihren Zusammenstoß mit den Ägyptern (unter Ramses III) bekannten *Turscha-Etrusker* rechnen dürfen, sowie andere Vertreter der mit diesen *Turscha* eng verbundenen *iberischen* Völker, welche letztere in alter Zeit über ganz Nordafrika, Spanien und Gallien verbreitet waren, welche aber auch die Gestade des Atlantischen Ozeans außerhalb der Säulen des Herkules befahren haben dürften und dort Kolo-

¹) Vergl. *Ellis, A. B.*, The Yoruba-speaking peoples of the Slave-Coast of West Africa. London 1894.

nien angelegt haben werden. Als eines der *kolonialen Seitengebiete* dieser hochkultivierten nordafrikanisch-westmediterranen, prähellenischen Völkergruppe nimmt *Frobenius* auch das von ihm als so altertümlich und eigenartig erkannte Gebiet der jorubischen Kultur im Lagoshinterland Westafrikas in Anspruch.

In diesem Zusammenhang gewinnt der vorher schon nach *Frobenius* gegebene Hinweis auf die weite Verbreitung der Impluvialbauten durch Hinweis auf ihre Ähnlichkeit mit dem als „atrium toscanicum“ durch die Römer von den Etruskern übernommenen Impluvialbau erhöhte Bedeutung. Auch wird man die von *Frobenius* erkannten Ähnlichkeiten im Schmuck und in der charakteristischen Gesichtstätowierung des Olokunkopfes und der Joruba-Terrakotten mit analog geschmückten und tätowierten sardinischen und tunesischen Terrakottmasken (vergl. Taf. V bei S. 314 des Buches) nicht übersehen können.

Das gleiche gilt von dem bereits vorher aus Jorubaland erwähnten, hier wie in Etrurien in 16 Teile geteilten eigenartigen *Weltbild* (vergl. *Nissen, Heinr.*, Das Templum. Berlin 1869) mit vielfach den gleichen, in denselben Himmelsrichtungen bei den Etruskern wie bei den Jorubern wohnenden Gottheiten.

Es wird die Sache der alten Historiker, Kulturhistoriker und Sprachforscher sein, die Haltbarkeit dieser kühnen, aber zweifellos durch eine große Zahl auffallender Tatsachen kräftig gestützten Folgerungen und scharfsinnig kombinierten Forschungsergebnisse zu überprüfen. Vorbeigehen können die Vertreter der historischen und philologischen Nachbarwissenschaften an allen dem keinesfalls!

Soviel aber dürfte schon heute feststehen, daß uns *Frobenius'* Forschungen mit einem in diesem Umfang bisher *völlig* unbekannten, höchstens hie und da geahnten (vergl. *Desplagnes*, Le Plateau Central Nigerien, Paris 1907) Reichtum an *alter* Kultur im Nigerbogen Westafrikas bekannt gemacht haben. *Und das ist ein zweifellos hohes Verdienst!* Seit *Frobenius'* westafrikanischen Forschungen eröffnet sich erstmalig ein Blick in historische Vergangenheiten von einer Tiefe, wie man sie bisher auf dem Kontinent Afrika wohl schwerlich erwartet hatte. Freilich wird man auf der anderen Seite Afrika kaum je für so geschichtslos gehalten haben, wie dies *Frobenius* in dem in dieser Richtung nicht ganz geglückten Einleitungskapitel seines Buches darzustellen versucht.

2. Die staatenbildenden Völker des Sudan.

Abgesehen von der Zusammengehörigkeit gewisser Sudannölker nach *Rasseneigenschaften* läßt sich, und darauf kommt es *Frobenius* als Ethnologen in *erster* Linie an, eine Gruppierung der Sudannölker nach *Völkertypen* auf Grund von *Kulturmerkmalen* vornehmen.

Unter diesem Gesichtspunkte wollen wir mit *Frobenius* zunächst die sogenannten „Staatenbildner“ betrachten. Dieselben schufen im Sudan, von Osten nach Westen aufgezählt, die folgenden,

im afrikanischen Sinne mächtigen Reiche: Nubien oder Napata, Dar-Fur, Wadaï, Bornu-Kanem, die Haussastaaten, Kororofa, Nupe, Borgu, Gurma, Mossi, Songai, die Mandestaaten, Djolof. Alle diese Staaten sind dadurch charakterisiert, daß ein „staatenbildendes“ Herrenvolk in mehr oder weniger großen Hauptstädten wohnt und daß ein jedes dieser großen Staatengebilde das Verbreitungsgebiet *einer* Sprache ist (z. B. „Mandingo“ im Mande-Reich, „Mossi“ im Mossi-Reich, „Hausa“ im Staatenbund der Hausa). Unsere bisherige Auffassung aller dieser *Staatenbildner* bedarf nun nach *Frobenius* sehr der Revision.

Ist es schon im Hinblick auf die später zu berührenden Ergebnisse der Erforschung der sogenannten „Splitterstämme“ Unrecht, nur bei den Staatenbildnern das Vorhandensein einer höheren Kultur anzunehmen, so bedeutet es ein weiteres Unrecht, bei den Staatenbildnern selber a priori die Vertreter des *Islam* höher zu stellen, dagegen die sicher auch vorhanden gewesen *heidnischen* „Staatenbildner“ gänzlich zu ignorieren.

Diese bisherige, nach *Frobenius* *falsche* Beurteilung und Überschätzung des Kultureinflusses des *Islam* (die sog. „Brille des Islam“ bei *Frobenius*) im Laufe der letzten 800 Jahre der Geschichte hat zweierlei *Gründe*. Einerseits hat sich in den letzten 800 Jahren eben der *Islam* bei einem großen Teile der Staatenbildner eingenistet und deren *eigene* Kritik der Verhältnisse beeinflusst, andererseits sind alle Forschungsreisenden, welchen wir unsere bisherige Kenntnis zu danken haben, im allgemeinen geneigt gewesen, mit den *höheren* Schichten, d. h. *heute* mit den Vertretern des *Islam* in Verkehr zu treten. Da aber die *Islamiten* überall im Sudan das Bestreben haben, mit der Präntention der ersten Kultururheberschaft aufzutreten, so ist das bisherige Überschätzen der *islamischen* Kulturelemente verständlich.

Es ist nun *Frobenius'* Verdienst, tatsächlich bedeutende Unterschiede unter den ursprünglichen und späteren Kulturverhältnissen dieser Staatenbildner des Sudan festgestellt zu haben. Vor allem gelang es ihm, zwei verschiedene *Kulturströmungen* als Ursache der heutigen Kulturverhältnisse des Sudan aufzudecken.

Auf der einen Seite zeigt sich ein Kulturstrom aus dem *Norden* und *Westen*. Er wird getragen von den Mande, Fulbe, Marokkanern, Songai und Djerma und dringt gen Süden und Südosten in das alte westafrikanische Kulturgebiet der „Atlantis“ vor.

Auf der *anderen* Seite erkennt *Frobenius* ganz deutlich eine zweite Bewegung aus *Osten*, welche durch die Mossi, die Nupe, die So und die Napata getragen worden ist.

Nur die *erste*, die westliche und nördliche Strömung, hat dem Sudan den *Islam* gebracht, die andere östliche Strömung dagegen ist eine weit ältere Kulturströmung. Nach ihr kamen dann später christlich-byzantinische Elemente in die alte Kultur und Tradition der östlichen und zentral-sudanischen Staatenbildner.

Im einzelnen werden alle diese Verhältnisse im 16. bis 29. Kapitel des vorliegenden Werkes eingehend erörtert. Auch hier wird es nächst den Ethnologen vor allem Sache der *Historiker* sein, sich auf Grund der gegebenen Details zu den Folgerungen von *Frobenius* zu äußern, vor allem die großzügigen Versuche der Eingliederung in unsere augenblickliche Kenntnis von der frühen Geschichte des benachbarten Nubien und Ägypten nachzuprüfen.

3. Die „Splitterstämme“.

Etwas südlich des breiten Streifens dieser staatenbildenden Völker wies *Frobenius* eine Unmasse kleiner Stämme nach. Er konnte sie zunächst von der Grenze Abessiniens im südlichen Kordofan durch das südliche Darfur und Wadaï bis zum Kamerun-Hinterland verfolgen. Auch im Hinterland der westafrikanischen Küste bis hin nach Senegambien wurden sie angetroffen. Die Stämme sind meist bis auf die Einwohnerschaft weniger Dörfer zusammengeschrumpft. Jeder Stamm repräsentiert sein eigenes Dialektgebiet. Es sind überall die verfolgten, von den staatenbildenden Völkern als minderwertig betrachteten, aber trotzdem gefürchteten Stämme. Es sind die Stämme, von denen die Staatenbildner ihre Sklaven beziehen.

Diese „Splitterstämme“ sind im schroffsten Gegensatz zu den Staatenbildnern allenthalben im staatlichen und sprachlichen Zerfall begriffen. Um so auffallender tritt demgegenüber ihre innere Übereinstimmung im Typus ihres sozialen wie privaten Lebens, im ethnographischen Besitz („äthiopischer“ Bogen), in ihren religiösen Anschauungen und Gebräuchen hervor. *Frobenius* hält daher diese Splitterstämme nach allen seinen Erfahrungen für die Träger jener *uralten Kultur*, von der gelegentlich des Nachweises der Ostströmung im Sudan vorher die Rede war. Besonders die Krönung und Selbstopferung einer Art von Gott-König, welche der Forscher vom Roten Meer bis nach Senegambien bei diesen Splitterstämmen nachweisen konnte, veranlaßt ihn, auf auffallende Analogien mit den durch *Herodot* geschilderten alten Äthiopen hinzuweisen¹⁾. Die heutigen Splitterstämme sind ihm die letzten Träger dieser uralten äthiopischen Kultur, die vom Osten her in den heutigen Sudan eindrang und die gute Prädisposition der Sudanvölker zur Aufnahme späterer anderer Kulturen (islamischer, christlicher, persischer) erklärt. — — —

Wie aus vorstehend gegebener Analyse des Hauptinhaltes des Frobeniusschen Buches hervorgeht, handelt es sich im wesentlichen um *kulturgeographische, ethnologische und historische* Forschung. Die Resultate werden gezogen auf Grund vergleichenden Studiums des heutigen und einstigen Kulturbesitzes der untersuchten Völker. Ein großes Material von Urkunden und vor allem mündlichen Traditionen wurde gesammelt und ausgiebig verwertet. Die Beobachtung des *somatischen* Habitus, also der *anthropologische* Teil derartiger Unter-

suchungen tritt auffallend zurück. Mit welchen *Rassenelementen* (Bantu-Neger, Hamiten, Semiten usw.) wir es in den einzelnen Fällen zu tun haben, wird selten gesagt.

Soviel über das Buch, dessen Wert noch bedeutend erhöht wird durch die zahlreichen beigegebenen *Abbildungen* gesammelter *Ethnographica* sowie durch die Originalzeichnungen und Aufrisse von Gebäuden oder Grabstätten von der Hand des Expeditionsmalers *Arriens* und des um die technische Leitung mitverdienten Ingenieurs *A. Martius*.

Von der erstaunlichen *Gesamtleistung* des Forschers für die Förderung der modernen Kulturgeographie Afrikas wird indessen nur derjenige einen richtigen Begriff erhalten, welcher daneben auch weiß, wieviel mit Bienenfleiß und Folgerichtigkeit gesammelten Rohstoffes noch *außer* dem bisher im Druck und durch Abbildungen und Zeichnungen veröffentlichten Material in den ethnographischen Museen von Hamburg, Leipzig und Berlin, sowie in den Sammelmappen des Forschers unverarbeitet ruht.

Daher zum Schluß darüber einige orientierende Worte.

Gesammelt wurden auf den drei Reisen rund 40 000 Stück ethnographischer Gegenstände sowie auf der letzten Reise eine sehr umfangreiche Materialsammlung an Kulturpflanzen. Ferner: In dem unter *Frobenius'* Leitung stehenden *privaten Institut für afrikanische Völkerkunde*¹⁾ sind die seit 1888 von *Frobenius* gemachten Excerpte und Literaturnotizen über afrikanische und außerafrikanische Völkerkunde in einem *Zettelkatalog* sachlich geordnet worden. Daneben enthalten ca. 160 Quartbände die *Tagebuchreinschriften* der drei Expeditionen und die seit 1913 eingegangenen systematisch gesammelten *Fragebogenmaterialien* (z. Z. ca. 18 Foliobände), ein bisher kaum zum fünften Teil ausgenutzter wertvoller Rohstoff!

Die ebendort aufbewahrte *Bildersammlung* ging hervor aus sachlich geordneten Kopien aller für den Forscher irgendwie wertvollen in der Literatur abgebildeten Gegenstände oder in Museen aufbewahrten Originale. Die Sammlung wurde durch die Ausbeute der drei großen Expeditionen gewaltig vermehrt, indem *Frobenius* einerseits stets tüchtige Zeichner mitnahm, andererseits mit großem Erfolg photographierte. Sie enthält über ca 3000 in Afrika angefertigter Original-Farbezeichnungen und über 30 Mappen Großpapp-Formates gefüllt mit etwa 1200 Bleistiftzeichnungen, Aquarellen und Ölstudien, Architekturrissen und Photo-Vergrößerungen. Auch hiervon ist bisher nur ein verschwindender Teil zur Veröffentlichung gekommen. Wer die vom 6. bis 18. Oktober 1912 im Abgeordnetenhaus zu Berlin veranstaltete gewesene Ausstellung der Deutschen Inner-Afrikanischen Forschungsexpedition: *Von Atlantis nach Äthiopien* gesehen hat, wird einen staunenden Blick in dieses einzigartige Material haben werfen können!

¹⁾ Er nennt daher diese Splitterstämme auch zusammenfassend „Äthiopen“.

¹⁾ Anfang 1913 mit sechs Angestellten arbeitend, Berlin-Halensee, Ringbahnstraße 3.

Von ganz besonderem Interesse ist auch die in diesem Privatinstitut vorhandene *Bogensammlung* als eine ethnologische Beispielsammlung seltenster Art. In ihr sind Bogen und Pfeile und allerhand Bogengerät seit Jahrzehnten von *Frobenius* zusammengetragen worden. Diese Sammlung ermöglichte es die schon von *Ratzel*¹⁾ und *Weule*²⁾ begonnene Untersuchung dieses ethnologisch besonders ausgiebig verwertbaren Gerätes in Afrika weiterzuverfolgen und erheblich zu vertiefen.

Schließlich findet sich in diesem Institut auch eine Sammlung von *Kartenbildern*, auf denen die Ergebnisse dieser vergleichend ethnologischen Studien eingetragen wurden, Anschauungsmaterialien, die im Laufe der Zeit zur Begründung einer bestimmten kulturgeographischen Untersuchungsmethode mit Hilfe von Verbreitungskartogrammen führten, wie sie *Frobenius* bei allen seinen Arbeiten und Reisen unter heute wohl allgemeiner Zustimmung der Wissenschaft verwendet und ausführlich an zwei Stellen dargelegt hat³⁾.

Wenn ich schließlich noch darauf hinweise, daß der unermüdliche Forscher bereits in allernächster Zeit erneut nach Afrika hinausreisen wird, um seine begonnenen Forschungen trotz mancherlei Schwierigkeiten mit ungebrochenem Mute und erweiterter Organisation fortzusetzen, so dürfte sich das aus der eingangs gegebenen Analyse seines letzten Werkes gewonnene Gesamtbild erheblich abgerundet haben.

Frobenius als wissenschaftlichem Ethnologen kann man eben nur dann gerecht werden, wenn man auf die *Gesamtheit* seiner großzügigen Tätigkeit blickt. Tut man das aber, so wird man sich seiner Tatkraft und seines Ideenreichtums auch dann anerkennend freuen können, wenn man sich mit Einzelheiten seiner Arbeitsergebnisse oder mit der die hergebrachten Bahnen häufig verlassenden Art seiner Schreibweise nicht ganz einverstanden erklären kann.

Expedition nach Les Eyzies.

Von Privatdozent Dr. M. Hilzheimer, Stuttgart.

In den Monaten September und Oktober vorigen Jahres wurde vom Museum für Völkerkunde zu Berlin eine Expedition ausgesandt zu den altbekannten klassischen Fundplätzen der älteren Steinzeit, die sich in Südfrankreich im Tal der Vézère in der Umgebung des Dorfes Les Eyzies südlich von Périgueux befinden. An der Expedition nahmen teil die Herren Geheimrat *Schuchhardt*, Dr. *Wieggers* und der Referent. Die finanzielle Seite

des Unternehmens war durch die Freigebigkeit des Herrn Prof. *Darmstätter* gesichert.

Der Zweck der Expedition war eine Klärung der Diluvialchronologie. Von zwei Seiten hatte man versucht, die Zeitenfolge im Diluvium festzulegen. Der eine Versuch gründete sich auf geologische Funde. Auf sie gestützt, hatte man eine Folge von vier Eiszeiten und drei Zwischeneiszeiten angenommen.

Eine andere Einteilung ging von den Archäologen aus, welche auf Grund der Steinwerkzeuge im Diluvium sieben große Kulturperioden unterschieden. Dieses archäologische Schema war zunächst in Frankreich aufgestellt worden, weil sich dort die ganze ältere Steinzeit in ununterbrochener Entwicklung findet. Das geologische Schema aber war auf Befunde in Deutschland, hauptsächlich der Alpenländer und Alpenvorländer aufgestellt worden.

Es galt nun zu versuchen, die beiden Schemata, das geologische und das archäologische, zu parallelisieren. Da Frankreich auch während der Eiszeiten, mit Ausnahme des Zentralmassivs und der Pyrenäen, also auf seinem größten Teil eisfrei war, in Deutschland aber das Paläolithikum nur unvollkommen entwickelt ist, so stößt eine solche Gleichstellung natürlich auf Schwierigkeiten.

Es waren nun von dem durch die Entdeckung zweier diluvialer Menschenskelette bekannten Schweizer Archäologen *O. Hauser* eine Anzahl ihm gehöriger altsteinzeitlicher Fundstellen im Vézèretal gepachtet worden, um die Stratigraphie durch eigene Grabungen festzulegen. Hierbei wurde zunächst die Richtigkeit des von französischen Gelehrten aufgestellten Schemas der Diluvialarchäologie bestätigt. Die beiden ältesten Kulturstufen Prächelléen und Chelléen sind im Vézèretal nicht entwickelt, aber alle folgenden, nämlich Acheulléen, Moustérien, Aurignacien, Solutréen und Magdalénien. Besonders das Solutréen hat schöne, reichhaltige Funde ergeben. Gesammelt wurde alles, was sich in den Kulturschichten fand, nicht nur, wie bisher, meistens die sogenannten typischen Stücke, sondern auch die atypischen und die Arbeitsabfälle, ebenso alle tierischen Knochenreste, die Reste der Mahlzeiten der Paläolithiker.

Das harrt nun der genaueren Durchsicht und Durcharbeitung, ein vorläufiger Bericht wurde von den drei Teilnehmern am 18. Januar vor der Berliner Anthropologischen Gesellschaft erstattet. Wohl das interessanteste und unerwartetste Resultat war die Feststellung, daß die „Trappes“ (Wildfallen), schon länger bekannte, in den Kreidesandstein gearbeitete Gruben, die nach Ausweis der darin gefundenen Artefakte dem Moustérien angehören, keine Wildfallen sind, sondern jedenfalls zur Lederbearbeitung gedient haben, also eine altsteinzeitliche Lohgerberei darstellen. Über die chronologischen Resultate ist zunächst noch keine Einstimmigkeit erzielt worden. Nach *Dr. Wieggers'* Ansicht muß der Acheulléen in die vorletzte Zwischeneiszeit gesetzt werden. Das Moustérien lasse eine warme und eine kalte Periode unterscheiden. Die erste gehöre der letzten Zwischeneiszeit, die zweite

¹⁾ *Ratzel, F.*, Die afrikanischen Bögen, ihre Verbreitung und Verwandtschaften. Abh. d. phil.-hist. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. W. Bd. XIII, Nr. 3, Leipzig 1891.

²⁾ *Weule, Karl.* Der afrikanische Pfeil. Leipzig 1899.

³⁾ Vergl. *Frobenius, L.*, Ethnologische Ergebnisse der zweiten Reiseperiode der D. I. A. F. E., Z. f. Ethnol. 1909, Heft 6, S. 759ff. — *Frobenius, L.*, Kulturtypen aus dem Westsudan. Pet. Mitt. Ergbd. XXXV, H. 166, S. 110 ff. Gotha 1910.

der letzten Eiszeit an. In diese fallen auch das Aurignacien, Solutréen und der Anfang des Magdalénien, dessen Ende schon nacheiszeitlich sei.

Referent kann auf Grund der faunistischen Funde diese Ansicht nicht teilen. Im Acheuléen und dem älteren Moustérien wurden Pferd und Bison gefunden. Dazu kommt im jüngeren Moustérien das Ren. Da nun heute noch in Amerika der Bison weit über die Südgrenze des Rens nach Norden geht, außerdem Bison und Pferd ja nicht beim Erscheinen des Rens abwandern, so zwingt uns nichts, anzunehmen, daß etwa das Klima im jüngeren Moustérien kälter geworden sei. Zudem kommt vom jüngeren Moustérien an bis etwa zur Mitte des Magdalénien das Ren vor mit Biber, Wildschwein, Hirsch, Saiga, Schakal und anderen Tieren der südlichen Steppe. Wir dürfen also für diese Zeit kein arktisches Klima annehmen, sondern das Klima der subarktischen Steppe, wie es am Südfuß des Ural herrscht, wo jene Faunamischung sich heute noch findet. Die Fauna der Kaspischen Steppe entspricht genau der Fauna, wie sie von Mitte des Moustérien bis Mitte des Magdalénien im Vézèretal lebte. Dann schwindet allmählich im Magdalénien das Ren, und es erscheint eine mehr Wärme liebende Fauna, von der besonders auffallend zahlreiche Kaninchen im oberen Magdalénien gefunden wurden. Das Kaninchen als ein in Südwesteuropa beheimatetes Tier zeigt unbedingt ein milderes Klima an.

Wir können also mit Sicherheit einen zweimaligen Faunawechsel im Altpaläolithikum Frankreichs nachweisen. Der erste liegt im Moustérien, er bringt die Tiere der Wolga-Uralschen Steppe, braucht aber keine Verschlechterung des Klimas zu bedeuten, er zeigt dagegen wahrscheinlich größere Trockenheit an. Der zweite Faunawechsel liegt im Magdalénien. Die Steppentiere verschwinden allmählich und machen der heutigen Fauna Platz. Dieser Faunawechsel deutet sicher auf eine Besserung des Klimas.

Ausgleichsfläche und Erdbeben tiefe.

Von Prof. Dr. M. P. Rudzki, Krakau.

* Direktor der Universitäts-Sternwarte.

Während der Bau der Erdrinde den Bedingungen des Gleichgewichts gewiß nicht genügt, besteht bezüglich des Erdinneren die Vermutung, daß dasselbe den Gesetzen der Hydrostatik¹⁾ gehorcht. Im Sinne dieser Vermutung müssen die Niveaulächen im Erdinneren zugleich Flächen konstanten Druckes sein. Daraus wiederum entspringt die Forderung, daß alle Säulen gleichen Querschnitts, welche von der Erdoberfläche bis zu einer solchen Niveauläche reichen — sofern man von unbedeutenden Korrektionsgliedern absieht —, gleiche Massen enthalten: eine höhere, kontinentale Säule muß durchschnittlich aus leichteren Stoffen als eine kürzere, maritime bestehen; es müssen Bodenerhebungen durch

Massendefekte „kompensiert, ausgeglichen“ sein. Das war der Grund, weshalb man der ersten (von oben gerechnet) unter jenen Niveaulächen, welche gleichzeitig Flächen konstanten Druckes sind, den Namen „Kompensationsfläche, Ausgleichsfläche“ gegeben hat.

Aus den Lotabweichungen²⁾ in den Vereinigten Staaten hat J. F. Hayford die Tiefe der Ausgleichsfläche zu 120 km³⁾ ermittelt. Sein Gedankengang bestand wesentlich in Folgendem: ist die oben dargelegte Vorstellung vom Bau der Erde richtig, so sollen sich die beobachteten Lotabweichungen bzw. Schwereanomalien aus derselben ungezwungen und besser als aus anderen Hypothesen erklären. Eine genaue Darstellung der Lotabweichungen und Schwereanomalien konnte Hayford nicht erzielen, hauptsächlich wegen der beschränkenden Annahme, daß die kompensierenden Massendefekte, bzw. -überschüsse durchaus gleichmäßig verteilt sind von der Oberfläche bis zur Ausgleichsfläche. Es blieben demnach Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Lotabweichungen (bzw. Schwereanomalien). Durch Probieren ermittelte nun Hayford diejenige Tiefe der Ausgleichsfläche, welche die Quadratensumme der genannten Differenzen³⁾ zum Minimum macht.

Auf die Frage, inwieweit die auf diese Weise ermittelte Tiefe den reellen Verhältnissen entspricht, werden wir nicht eingehen; wir werden bloß erwähnen, daß F. R. Helmert⁴⁾ aus den Schwerestörungen an den Steilküsten der Ozeane 118 ± 22 km als Tiefe der Ausgleichsfläche gefunden hat, was mit der Zahl Hayfords ganz ausgezeichnet stimmt.

Es liegt auf der Hand, daß unstetige Deformationen unterhalb der Ausgleichsfläche gänzlich ausgeschlossen sind, daß folglich die Tiefe der Erdbebenherde etliche 120 km unter keiner Bedingung überschreiten darf. Sehen wir nun zu, ob diese Forderung erfüllt ist?

Bei der großen Mehrheit der Beben ist die Bestimmung der Herdtiefe wegen Mangels an jeglichen Anhaltspunkten unmöglich; aber in allen denjenigen Fällen, in denen die Bestimmung unternommen werden kann, bekommt man in der Regel sehr kleine Herdtiefen. Freilich gibt es eine Methode, welche im Gegensatz zu allen übrigen ziemlich bedeutende Tiefen ergibt. Von dieser Ausnahme wird weiter unten die Rede sein; vorderhand werden wir einige Beben, bei denen ein ausreichendes Material die Bestimmung der Herdtiefe ermöglichte, durchmustern.

Als Herdtiefe des calabrischen Erdbebens am

¹⁾ Auch Schwereanomalien wurden zugezogen, doch beruht die Bestimmung der Tiefe der Ausgleichsfläche hauptsächlich auf Lotabweichungen.

²⁾ In der dritten, zusammen mit W. Bowie unter dem Titel: *The effect of topography* . . . (Washington 1912) abgefaßten Abhandlung gibt Hayford 122,2 km an.

³⁾ Die auf Seite 111 der letztgenannten Abhandlung aus den Differenzen: Beobachtung — Rechnung abgeleiteten Spannungen und Drücke in der Ausgleichsfläche sind natürlich nicht reell. Übrigens widersprechen sie der Definition der Ausgleichsfläche.

⁴⁾ Die Tiefe der Ausgleichsfläche . . . Sitzb. Akad. Wiss. Berlin 1909 (2. Sem.) S. 1192—1198.

¹⁾ Damit soll aber keine Vorstellung von einer „flüssigen Magmaschicht“ erweckt werden.

8. September 1905 habe ich mit meiner Methode¹⁾ 7 km gefunden. Herr *E. Rosenthal*²⁾, der auf dasselbe Erdbeben seine eigene Methode angewendet hat, findet, daß dessen Herdtiefe zu klein war, um eine sichere Bestimmung zu gestatten³⁾; dagegen findet er für das calabrische Erdbeben am 23. Oktober 1907 — 55 km, für das Erdbeben von Messina am 28. Dezember 1908 — 5 km (Herr *E. Oddone* hat für dasselbe Erdbeben mit der Methode von *Kövesligethy* — 9 km gefunden) und für das Erdbeben im Latium am 10. April 1911 ungefähr 40 bis 50 km. Wieder mit einer anderen — nämlich mit seiner eigenen Methode — hat Fürst *B. Galitzin*⁴⁾ (recte *Golicyn*) für das süddeutsche Erdbeben am 16. November 1911 eine Herdtiefe von 9,5 km gefunden. Er behauptet, daß die Herdtiefe dieses Erdbebens jedenfalls zwischen 5,5 und 13,5 km eingeschlossen war. — Für das große californische Erdbeben am 18. April 1906 finde ich mit meiner Methode 17–22 km Herdtiefe. *H. Reid*⁵⁾ behauptet, daß der Ort, wo das Erdbeben angesetzt hat, kaum tiefer als 30 Kilometer liegen und daß die Tiefe des Ortes, aus welchem der Hauptstoß gekommen ist, keine 40 km betragen konnte. Nach dem offiziellen Bericht über das californische Erdbeben soll die Tiefe der Spalte, längs welcher die Erschütterung erfolgte, — 8–20 km betragen haben. — Weiter können wir anführen, daß *Dutton* für das Erdbeben von Charleston am 31. August 1886 mit seiner Methode 19,3 km Herdtiefe erhalten hat, und daß die Herdtiefen, welche seinerzeit *K. v. Seebach* für einige Erdbeben mit seiner eigenen Methode gefunden hatte, ebenfalls von derselben Größenordnung waren.

Im schroffen Gegensatz zu allen diesen von verschiedenen Forschern, mit verschiedenen Methoden gefundenen Resultaten stehen die von *Alfred Schmidt* (Stuttgart) berechneten Herdtiefen. Für das Erdbeben von Charleston hat er 107 km, für das süddeutsche am 16. Nov. 1911 — 133 oder 164 km⁶⁾ gefunden. Für die calabrischen Erdbeben von 1905 und 1907 hat seine Methode sogar Herdtiefen von einigen hundert Kilometern ergeben.

Da die Originalabhandlung *Schmidts* mir unzugänglich war, habe ich mich in meiner „Physik der Erde“ (Leipzig 1911) über seine Methode zurückhaltend geäußert. Seither aber hat *A. Schmidt* in einer im XII. Bande der „Beiträge zur Geophysik“ erschienenen Abhandlung die Grundzüge seiner Theorie auseinandergesetzt und die oben zitierte Anwendung auf das süddeutsche Erdbeben am 16. November 1911 gegeben. — Aus der genannten Abhandlung ersehe ich, daß die großen Herd-

tiefen *Schmidts* durch seine Voraussetzungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Welle bedingt sind. Seine Formel beruht auf einem speziellen, hypothetischen Geschwindigkeitsgesetze: die Fortpflanzungsgeschwindigkeit soll dem Abstände von einem gewissen Horizonte direkt proportional sein. Dazu wählt er für die Geschwindigkeit im Herde und für diejenige in den oberflächlichen Schichten solche numerischen Werte, daß große Herdtiefen sich notwendig ergeben müssen. Nun aber hat Fürst *Golicyn* gezeigt¹⁾, daß man in der Formel *Schmidts* nur seine Geschwindigkeit in den obersten Schichten durch die von ihm (*Golicyn*) berechnete zu ersetzen braucht, um statt 164, resp. 133 km bloß 17,3 km zu erhalten. Ferner hat *Golicyn* gezeigt, daß eine weitere kleine, ganz gestattete Änderung der Zahldaten genügt, um das Resultat noch weiter bis auf 9,5 km herabzudrücken. Es darf dabei hervorgehoben werden, daß die von *Golicyn* vorgeschlagene Geschwindigkeit beinahe genau mit derjenigen übereinstimmt, welche *Zöppritz* und *Geiger* früher ganz unabhängig berechnet haben. — Übrigens lassen die letzten Zeilen der neuen Abhandlung *Schmidts* erkennen, daß er selbst gewisse Zweifel an der Richtigkeit seiner großen Herdtiefen zu hegen beginnt.

Auf Grund all dessen kann man behaupten, daß zurzeit keine einzige sicher verbürgte Herdtiefe bekannt ist, welche auch nur 100 km erreicht.

Freilich beruhen alle Methoden der Bestimmung der Herdtiefe auf gewissen, in der Natur nicht realisierten Voraussetzungen. So wird der Herd immer als ein Punkt aufgefaßt, während er doch ein zuweilen recht kompliziertes flächenhaftes Gebilde endlicher Ausdehnung sein muß. Außerdem beruhen die meisten Methoden (unter anderen auch die meine) auf der Voraussetzung, daß die Erdbebenschwingungen sich geradlinig fortpflanzen. Ihnen gegenüber bedeuten die Methoden des Fürsten *Golicyn* und *E. Rosenthals*, welche krumme Erdbebenstrahlen eingeführt haben, einen wesentlichen Fortschritt. Doch ist eine gewisse Willkür auch bei diesen letzten Methoden nicht zu vermeiden, so daß dem Resultate eine gewisse Unsicherheit immer anhaften muß.

Doch kann die Übereinstimmung unter so vielen, von einander verschiedenen Methoden unmöglich ein Werk reinen Zufalls sein: wenn alle Methoden nur etliche Zehner von Kilometern ergeben, können die Herdtiefen nicht Hunderte von Kilometern betragen. Somit ist man — wenigstens zurzeit — berechtigt zu behaupten, daß die Tiefe der Erdbebenherde mit der Lehre von der Ausgleichsfläche in gutem Einklang steht.

Besprechungen.

Wolf, Max, Stereoskopbilder vom Sternhimmel.

1. Serie. 4. Auflage. Leipzig, J. A. Barth, 1913. 12 Tafeln in einer Mappe, mit einem Vorwort und erläuterndem Text zu jeder Tafel. Preis M. 5,—.

Es ist eine erfreuliche Tatsache, daß von diesen Stereogrammen, die zuerst im Jahre 1906 auf den Markt

¹⁾ l. s. cit. S. 429.

¹⁾ Über die Tiefe . . . Bull. Acad. des Sc. Cracovie, 1907. — Jänner, S. 40–44.

²⁾ Die Bestimmung der Herdtiefe. Nachrichten der seismologischen Kommission, Bd. 5 (russ.) S. 318.

³⁾ Er hat eigentlich eine negative Tiefe erhalten.

⁴⁾ Zur Frage der Bestimmung der Herdtiefe. Nachr. der seism. Komm. Bd. V.

⁵⁾ On mass movements . . . Beitr. zur Geophysik Bd. X S. 349.

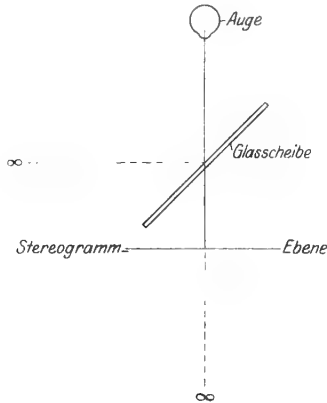
⁶⁾ Dagegen mit der Methode *Seebachs* erhält *Schmidt* 71,4 km ohne Berücksichtigung der Krümmung der Erdoberfläche und bloß 16,6 km mit Berücksichtigung der Krümmung der Erdoberfläche.

gebracht worden sind, jetzt nach sieben Jahren bereits die vierte Auflage vorliegt. Man kann eben in unserer Zeit von einem Wiedererwachen des Interesses am Stereoskop reden, und Tatsachen, wie die besprochene, geben den Beweis dafür.

Die Bilder sind die folgenden:

- Tafel 1: Ein veränderlicher Stern.
 „ 2: Ein Planet mit Monden.
 „ 3: Ein Planetoid.
 „ 4: Eine Sternschnuppe.
 „ 5, 6 und 7: Der Komet Perrine (Komet b des Jahres 1902).
 „ 8: Eigenbewegung der Fixsterne.
 „ 9: Der Andromedanebel.
 „ 10: Der Orionnebel.
 „ 11: Mondlandschaft Apenninen-Alpen.
 „ 12: Mondlandschaft Albategnius.

Es handelt sich bei diesen astronomischen Stereogrammen (mit Ausnahme der Tafel 4) stets um Halbbilder, die zu verschiedenen, je nach dem Zweck durch Stunden, Tage und Jahre getrennten Zeitpunkten aufgenommen wurden, damit die inzwischen stattgehabte Ortsveränderung der Erde (und des Aufnahmeobjektivs) eine stereoskopische Basis von der nötigen Größe ergebe.



In dem Vorwort wird von dem Herausgeber hervorgehoben, daß diese Reproduktionen die Feinheit direkter Kopien nicht erreichen. Immerhin bieten sie einen für Lehrzwecke erwünschten Ersatz. Es gibt zweifellos ein viel deutlicheres Bild, beispielsweise von der Auffindung von Planetoiden durch das Stereoskop, wenn man einmal in Tafel 3 das kurze Strichlein räumlich vor dem Sternengrund hat stehen sehen. Geradezu prachtvoll wirkt Tafel 9 mit dem Andromedanebel, wo man nicht nur den Nebel selbst, sondern auch die Anordnung der Sterne im Hintergrund räumlich aufzufassen glaubt.

Die Stereogramme sind für die Verwendung eines gewöhnlichen Brewsterschen Stereoskops mit exzentrisch benutzten Linsen eingerichtet, denn die Abstände entsprechender ferner Punkte auf beiden Halbbildern schwanken auf den verschiedenen Tafeln etwa zwischen 70 und 78 mm. Indessen gibt es noch eine Möglichkeit, den stereoskopischen Effekt durch Betrachtung mit unbewaffneten Augen zu erhalten, doch muß man dazu imstande sein, den gewohnten Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz aufzuheben.

Bringt man nämlich das Stereogramm vor seinen Augen in eine Entfernung, in der man deutlich sieht, akkommodiert auf das einzelne Halbbild, richtet aber die Blicklinien je auf einen entsprechenden Punkt des vor dem betreffenden Auge stehenden Halbbildes, so verschmilzt man direkt die beiden Eindrücke zu einem körperlichen Raumbild.

Wer diese Fähigkeit nicht hat, wird zweckmäßig nach einem auf A. Köhler zurückgehenden Plane verfahren, der namentlich für kurzsichtige Beobachter geeignet ist (s. Fig.). Eine Scheibe gewöhnlichen Fensterglases wird unter etwa 45 Graden Neigung so über das Stereogramm gehalten, daß ein entfernter Gegenstand an den unbelegten Flächen gespiegelt wird und unter der Ebene des Stereogramms erscheint. Fixiert man dieses meistens sehr lichtschwache Spiegelbild, richtet indessen seine Aufmerksamkeit auf die beiden Halbbilder, auf die auch akkommodiert werden muß, so verschmelzen diese ziemlich leicht zu einem Raumbild. Die aus den oben erwähnten 70—78 mm betragenden Abständen folgende geringe Divergenz der Blicklinien wird wenigstens von dem Referenten (mit einem Abstände der Drehpunkte von 61,5 mm) ohne Schwierigkeit überwunden.

M. v. Rohr.

Goldhammer, D. A., Dispersion und Absorption des Lichtes in ruhenden isotropen Körpern. Mathematisch-Physikalische Schriften für Ingenieure und Studierende, Band 16. Leipzig, B. G. Teubner 1913. VI, 144 S. u. 28 Fig. Preis geh. M. 3,60, geb. M. 4,—.

Die Dispersionstheorie stellt sich zur Aufgabe, die grundlegenden optischen Eigenschaften der Körper, nämlich Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes (Brechungsindex) und Absorption durch das Schwingen der kleinsten Teile in den Körpern zu erklären. Nach den modernen Anschauungen über die elektromagnetische Natur der Lichtwellen macht man sich die Vorstellung, daß es positive und negative Ladungen im Innern eines jeden Moleküles sind, welche durch das Licht zum Mitschwingen angeregt werden. Jede einzelne dieser schwingenden Ladungen erzeugt Wellen, die sich kugelförmig nach allen Richtungen von dem Zentrum fort ausbreiten. Die Gesamtheit aller dieser elementaren „Kugelwellen“ zusammen mit der ursprünglichen, von außen einfallenden ebenen Welle gibt durch Interferenz die „gebrochene“ Welle, die sich mit einer Geschwindigkeit und örtlichen Dämpfung durch den Körper fortpflanzt, welche von der Zahl und Natur der mitschwingenden Ladungen abhängt.

Die ersten elektromagnetischen Dispersionstheorien wurden unabhängig von Goldhammer und von Drude aufgestellt und ihre Folgerungen von letzterem in zwei Arbeiten (*Drudes Annalen der Physik*, XIV, 1904) ausführlich diskutiert. Diese Theorie enthielt den molekularteoretischen Gedanken jedoch noch nicht in völlig durchsichtiger Form und wurde in der Folge von H. A. Lorentz und M. Planck durch eine konsequent durchgeführte Theorie ersetzt. In dem vorliegenden Buche wird diese Lorentz-Plancksche Theorie referiert und in erweitertem Gewande sehr eingehend diskutiert.

Die Grundzüge der Theorie sind folgende. Die Ladungen im Körper (Elektronen, Ionen) sind durch eine „elastische“ Kraft an feste Ruhelagen gebunden und verhalten sich in mechanischer Hinsicht wie Gewichte an Gummifädchen. Wie diese geraten sie unter dem Einfluß einer periodisch wirkenden Kraft in Schwingungen, welche um so stärker sind, je näher die Frequenz der äußeren Kraft mit der „Eigenfrequenz“ der mitschwingenden Gebilde zusammenfällt (*Resonanz*). Im optischen Fall ist die periodische Kraft das schnelle Wechselfeld der Lichtwelle, und die Eigenschwingungen der Ladungen sind von zweierlei Art, entsprechend dem Umstande, daß entweder *Elektronen* allein in Resonanz geraten (Eigenschwingungen im Ultraviolett) oder *Ionen*, das heißt Ladungen mit daran haftender Materie (Eigenschwingungen im Infraroten). Je nach der Frequenz des einfallenden Lichtstrahles wird vorzugsweise die eine oder die andere Art von Gebilden zum Mitschwingen angeregt.

Von jeder schwingenden Ladung geht eine elektrische Erschütterung nach allen Richtungen aus, die schon oben erwähnte „Kugelwelle“; die gebrochene Welle setzt sich aus diesen Kugelwellen und der „einfallenden“ Welle zusammen und ist daher zu berechnen, wenn man die Schwingungen der einzelnen Ladungen und die Orte, an denen sie stattfinden, kennt. Die genaue Kenntnis der Orte der Ladungen umgeht man dadurch, daß *Mittelwerte* gebildet werden. Der leitende Gedanke hierbei ist, daß der einzelne Wellenberg der Lichtwelle verglichen mit den Abständen der Moleküle im festen Körper so großzügig ist (es entfallen etwa 1000 Moleküle auf eine Wellenlänge), daß die individuellen Verschiedenheiten der Moleküle gar nicht in Betracht kommen gegenüber jenen Eigenschaften, die allen Molekülen gemeinsam sind. — Herr *Goldhammer* braucht pag. 19 ein anderes Argument, wobei für den Beweis auf *H. A. Lorentz* (Theorie of Electrons, Kap. IV und Note) verwiesen sein sollte.

Zur Bestimmung der Art der Schwingungen dient die Kenntnis des „*erregenden Feldes*“, das ist jenes Teiles des gesamten Feldes, welcher nicht von der zu erregenden Ladung selbst herrührt (da diese ja nicht sich selbst in Bewegung setzen kann). Um dies Feld zu finden, hat man zu der von außen einfallenden Welle alle Kugelwellen bis auf die eine „*erregte*“ hinzuzunehmen. Wegen der Unkenntnis der Orte der Ladungen handelt es sich hierbei wieder nur um Mittelwerte. Das Ergebnis dieser Betrachtungen ist, daß die Ladungen die gleiche Frequenz haben, wie die einfallende Welle, aber mehr oder weniger nachhinken (*Phasenunterschied*).

Der springende Punkt der Dispersionstheorie ist nun, daß die unzähligen Kugelwellen sich mit der einfallenden ebenen Welle derart vereinen, daß eine einzige neue *ebene Welle* entsteht, die gebrochene, welche mit anderer Geschwindigkeit fortschreitet als die einzelnen Wellen, aus denen sie aufgebaut ist. Ihre Geschwindigkeit, welche eine Folge der Interferenzen der Einzelwellen ist, hängt von den Phasenunterschieden der Kugelwellen, und diese wieder von der Frequenz (oder auch Wellenlänge) der einfallenden Welle ab; hierdurch entsteht die Abhängigkeit der Wellengeschwindigkeit im Körper von der Wellenlänge (Dispersion im eigentlichen Sinne).

Es ist vorteilhaft, die Analogie zwischen dem Verhalten der Ladungen und dem der Gewichte an den Gummifäden weiterzutreiben, indem auch für die Ladungen ein „*Reibungswiderstand*“ postuliert wird, welcher eine zeitliche Dämpfung der sich selbst überlassenen Schwingung bewirken würde. Bei der rein periodischen Lichtwelle erfordert die Aufrechterhaltung der gedämpften Schwingungen eine Arbeitsmenge, welche der Lichtwelle entzogen werden muß. In welche Form freilich diese Energie übergeführt wird, bis sie schließlich als Erwärmung des durchstrahlten Körpers wiedererscheint, wird in der Theorie der Absorption nicht betrachtet. Die gegen die Reibungskräfte geleistete Arbeit hängt von der Stärke des Mitschwingens der Ladungen und damit von der Frequenz der einfallenden Welle ab; sie ist beim Eintritt von Resonanz am größten (*Absorptionsstreifen*).

Diese Theorie ist für eine Sorte von schwingenden Ladungen durchgeführt und besprochen worden. Der Brechungsindex und die Absorptionsverhältnisse sind hierbei ziemlich einfach, da nur ein Resonanzgebiet vorhanden ist. Trotzdem gestatten diese Formeln einen überraschend guten Anschluß an die Beobachtungen, solange man in Teilen des Spektrums bleibt, in denen wirklich die Schwingungen einer Art von Ladungen gegen alle anderen weit vorherrschen. In dem vorliegenden Buche hat der Autor sich die dankenswerte Aufgabe gestellt, die

Theorie für den Fall mehrerer Sorten schwingender Ladungen durchzuführen und zu diskutieren. Dies war insofern ein starkes Bedürfnis, als die Überlegenheit der alten Drudeschen Theorie über die begrifflich viel besser durchgearbeitete Lorentz-Plancksche Theorie von der Berücksichtigung mehrerer Ionenarten herrührte, welche dort leicht anzubringen war. Die Formeln der vorliegenden Theorie sind etwas umständlicher als die Drudeschen Formeln, haben dafür aber den Vorteil besserer theoretischer Begründung. Auch ist die Darstellung der Dispersion des Sylvius, welche ausführlich in Tabellen nach der alten und der neuen Theorie wiedergegeben ist, nach der neuen Theorie im ganzen etwas besser als nach der alten. In dem großen infraroten Spektralbereich gestattet die neue Formel besseren Anschluß, der freilich durch etwas schlechtere Wiedergabe des sichtbaren Spektralbereichs erkauft wird.

Von den Folgerungen der Dispersionstheorie sei nur erwähnt, daß $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}$ (n = Brechungsindex) der Dichte des Körpers (Anzahl Moleküle im ccm) proportional sein soll, im übrigen bei fester Wellenlänge nur von den inneren Eigenschaften des Moleküls abhängt (elastische Bindung der Ladungen). Nimmt man an, daß die inneren Eigenschaften sich beim Übergang in einen anderen Aggregatzustand, ja bei der Verschmelzung mit anderen Molekülarten zu einer neuen chemischen Verbindung nicht ändern, so gibt dies die Möglichkeit, den Brechungsindex beim Übergang des Körpers in andere Formart oder bei der Verbindung zweier Stoffe zu berechnen. Diese noch nicht voll ergründete Gesetzmäßigkeit findet bekanntlich zur Erforschung der Konstitution chemischer Verbindungen Anwendung. In theoretischer Hinsicht werden durch das Studium des Brechungsindex von Verbindungen die ersten Anhaltspunkte über die eigentliche Beziehung der schwingenden Ladungen zum Wesen des Moleküls gegeben (Valenzelektronen?) Unter Vermeidung theoretischer Spekulationen werden in dem Goldhammerschen Buche ausführliche Berechnungen zu diesen Regeln gegeben, welche die Berechtigung ihrer Anwendung in vielen Fällen klar dartun.

Die oben geschilderte Theorie bezog sich auf Nichtleiter der Elektrizität, in denen die Elektronen stets in der Nähe ihrer festen Ruhelage bleiben. Bei den Leitern kennen wir Ladungen, welche unter dem Einfluß eines äußeren Feldes über größere Strecken wandern (*Leitungselektronen*). *Drude* bezog diese in seine Theorie, indem er ihnen eine verschwindend schwache elastische Koppelung zuschrieb, so daß sie *fast frei* waren. In der von *Goldhammer* ausgeführten Theorie ist hingegen keine derartige neue Annahme nötig; es zeigt sich vielmehr, daß bei Vorgängen, die von der Zeit nicht abhängen (z. B. bei konstantem Strom im Leiter), die Wechselwirkung der Ladungen gerade die Kraft ihrer elastischen Koppelung aufheben kann, so daß die Ladungen frei erscheinen. Diese Auffassung, welche zu den gleichen Formeln führt, wie die Drudesche, ist entschieden befriedigender. In dem Buche findet man zahlreiche Beispiele auch zu diesem Kapitel.

Was die äußere Form des Buches betrifft, so würde es sich empfehlen, den Text einer zweiten Auflage auf stilistische Unebenheiten von einem Deutschen durchsehen zu lassen. Auch möchte der Referent vorschlagen, daß namentlich bei den vom Verfasser an dieser Stelle zum ersten Male veröffentlichten Untersuchungen etwas ausführlichere Zitate und zu den mitgeteilten Tabellen etwas mehr Text hinzugefügt würden.

Ewald, Göttingen.

Bergius, Friedrich, Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1913. VII, 58 S. u. 4 Abbild. Preis geh. M. 2,80.

Die systematische Untersuchung des Einflusses, den hoher Druck auf chemische Reaktionen ausübt, hat neuerdings besonders auch nach den Arbeiten von *Haber* und *Le Rossignol* über die Synthese des Ammoniaks aus den Elementen erheblich an Interesse gewonnen. *Bergius* wählte daher für seine Habilitationsarbeit die wichtige Aufgabe, eine Versuchstechnik auszuarbeiten, die das bequeme und gefahrlose Arbeiten bei Drucken von mehreren hundert Atmosphären ermöglichen und gleichzeitig von möglichst allgemeiner Anwendbarkeit sein sollte, und berichtet in dem vorliegenden Büchlein, einem Auszuge aus seiner Habilitationsarbeit, über die Erledigung der Aufgabe.

Der erste Teil des Buches enthält die Beschreibung der von *Bergius* benutzten Apparatur, die so vollkommen war, daß z. B. ein Apparat mit 20 Verschraubungsstellen bei einem Drucke von 140 Atmosphären während 20 Stunden gasdicht hielt, ein sehr bemerkenswertes Resultat. Mit Hilfe dieser Apparatur gelang dem Verfasser unter anderem die Darstellung von Calciumsuperoxyd aus Calciumoxyd und elementarem Sauerstoff und die Messung der Abhängigkeit der Sauerstofftensionen des genannten Superoxydes von der Temperatur. Weitere Versuche beziehen sich auf die Einwirkung von überhitztem Wasser auf Kohle. Bei hohen Temperaturen wirkt Wasserdampf auf Kohle bekanntlich nach der Gleichung der Wassergasreaktion



unter Bildung von Kohlenoxyd und Wasserstoff, während bei Temperaturen unter 650° die andere Reaktion



mehr und mehr in den Vordergrund tritt. Die technische Ausnutzung dieser zweiten Reaktion stößt aber auf Schwierigkeiten, weil die Reaktionsgeschwindigkeit unterhalb der angegebenen Temperatur zu gering wird. *Bergius* konnte nun zeigen, daß bei Verwendung von überhitztem Wasser und unter Benutzung von Thalliumchlorid als Katalysator die Oxydation der Kohle durch das Wasser verhältnismäßig rasch ausschließlich nach der zweiten Gleichung verläuft, so daß die industrielle Verwendung des Vorganges in den Bereich technischer Ausführbarkeit gerückt erscheint.

Im letzten Kapitel endlich teilt der Verfasser seine interessanten Versuche über die künstliche Herstellung der Steinkohle durch Erhitzen von Torf oder Zellulose mit Wasser auf 250 bis 350° mit; die von ihm erhaltene künstliche Steinkohle ist, wie der Referent sich gelegentlich durch den Augenschein überzeugen konnte, dem Aussehen nach von natürlicher Steinkohle nicht zu unterscheiden, und da sie auch hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und ihrem Verhalten der natürlichen Kohle entspricht, so muß sie als identisch mit dem Naturprodukt angesehen werden. Da die von anderen Autoren hergestellten „künstlichen Steinkohlen“ infolge zu hoher Herstellungstemperatur, die bereits eine partielle Verkokung der Präparate bewirkt hat, einen im Verhältnis zum Sauerstoffgehalt zu geringen Wasserstoffgehalt besitzen, so ist *Bergius* als der erste anzusehen, dem die Lösung des Problems der Gewinnung der Steinkohle im Laboratorium wirklich gelungen ist.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Wood, T. B., Drapers Professor of Agriculture in the University of Cambridge, The Story of a Loaf of Bread. The Cambridge Manuals of Science and Literature, Cambridge, University Press, 1913. 140 S.

Das vorliegende kleine Buch bildet ein mustergültiges Beispiel dafür, daß es möglich ist, zugleich populär und doch streng wissenschaftlich zu schreiben. In 8 Kapiteln werden die einzelnen Phasen der Broterzeugung anschaulich dem Leser vor Augen geführt und zwar von der Aussaat des Weizens über das Wachstum, Ernten, Dreschen, Mahlen bis zum Backen. Wir erfahren, daß es eine große Zahl verschiedener Weizensorten gibt und daß es erst in allerjüngster Zeit gelungen ist durch Züchtung diejenigen Arten zu ziehen, die ein Mehl ganz bestimmter Qualität ergeben. Wir lernen ferner, welche Zusammensetzung das Mehl haben muß, um ein großes und schönes (Weizen-) Brot zu geben und wie man durch geeignete Zusätze etwaige Fehler ausgleichen kann. Der Autor hat selbst eine einfache chemische Methode angegeben, die es gestattet, den Backwert des Mehles zu bestimmen. Recht eingehend wird auch die Bedeutung der Hefe beim Backen sowie ihr Ersatz durch die verschiedenen Backpulver geschildert. Besonderen Reiz erhält die Darstellung durch die Berücksichtigung ökonomischer und historischer Gesichtspunkte; jede einzelne Manipulation wird in ihrer Entwicklung von der primitivsten Form zum technisch vervollkommenen Großbetriebe geschildert. Zur weiteren Information des Lesers wird im Anhang ein Verzeichnis der einschlägigen englischen wissenschaftlichen Literatur mitgeteilt.

O. Sackur, Breslau.

Graetz, L., Die Elektrizität und ihre Anwendungen.

16. Aufl. Stuttgart, J. Engelhorn's Nachf., 1912. XVI, 720 S. und 667 Abbild. Preis geb. M. 9,—.

Der „Graetz“ ist jetzt in etwa 70 000 Exemplaren verbreitet; diese Zahl beweist nicht nur, daß ein Bedürfnis nach einem — im guten Sinne des Wortes — populärwissenschaftlichen Werke über Elektrizität und ihre praktischen Anwendungen vorliegt, sondern auch, daß dieses Buch seine Aufgabe in hervorragender Weise löst. In der Tat greift wohl keine Energieform so in das praktische Leben und in den Laboratoriumsbetrieb ein, wie gerade die Elektrizität; die Schwach- und Starkstromtechnik findet ständig neue Lösungen für alte und moderne Probleme, so daß es selbst dem Naturwissenschaftler schwer wird, immer auf dem laufenden zu bleiben. Aber auch der Laie hat täglich mit der Elektrizität zu tun oder wird doch auf sie hingewiesen; es sei nur an elektrische Beleuchtung und Telefon, drahtlose Telegraphie und elektrische Bahnen erinnert. Da taucht naturgemäß bei vielen der Wunsch auf (und eigentlich müßte noch eine weit, weit größere Zahl den Wunsch haben), sich über diese Dinge zu unterrichten. Dafür gibt es nichts Besseres als den „Graetz“.

Im 1. Teil werden die wissenschaftlichen Grundlagen mit Hilfe der Elektronenvorstellungen entwickelt, die Gesetze der Reibungselektrizität und des elektrischen Stromes abgeleitet, die Meßinstrumente und die verschiedenen Wirkungen — Licht-, Wärme-, chemische, magnetische, elektrodynamische, Induktions- und Schwingungserscheinungen — eingehend besprochen. Ausführlicher als vielfach üblich sind auch die Wechsel- und Drehströme behandelt. Daran schließen sich die Erscheinungen beim Durchgang der Elektrizität durch Gase (Kathoden-, Anoden-, Röntgenstrahlen), die für die Ausbildung der modernen Vorstellungen über Ionen und Elektronen so außerordentlich wichtig waren. Es folgt eine Darstellung der Eigenschaften der radioaktiven Substanzen: die von ihnen ausgesandten Strahlen, die Masse und Ladung der α - und β -Teilchen, die

Theorie des Atomzerfalls und die Bildung des Heliums. Die beiden Schlußkapitel befassen sich mit dem Zusammenhang zwischen Elektrizität und Licht und mit den elektrischen Maßeinheiten.

Dabei sind überall die letzten Forschungsergebnisse, soweit sie nicht ein rein theoretisches Interesse haben, berücksichtigt, und die neuesten Apparate beschrieben. Mathematische Ableitungen sind, dem Charakter des Buches entsprechend, gänzlich vermieden; auch mathematische Formeln treten nicht auf. Nun lassen sich aber chemische Formeln nicht gänzlich umgehen; da wäre es auch wohl nicht schlimm gewesen, einige durch die Darstellung in Worten recht schwerfällig gewordene Gleichungen durch die kurzen mathematischen Zeichen wiederzugeben. Sehr angebracht wäre wohl für viele Leser zu Beginn (S. 9) eine etwas eingehendere Erklärung der Dyne. Bei der nächsten Auflage lassen sich vielleicht auch einige andere Wünsche berücksichtigen: eine Besprechung der Elektrometer von *Wulf* und *Lutz* und der Ergebnisse der Luftelektrizität; die Wolsche Konstruktion des Kompensations-Apparates, die für den Laien viel übersichtlicher ist als die von *Siemens & Halske*; und die Hitzdraht-Instrumente (die man jetzt erst im 2. Teil findet). Die Erklärung des elektrischen Lichtbogens (S. 116) könnte wohl etwas mehr den modernen Vorstellungen angepaßt und in das Kapitel über Gasentladungen verschoben werden. Auch wäre es wohl besser, um nicht unklare Vorstellungen zu erwecken, den Begriff positiver Elektronen zu vermeiden, oder gleich darauf hinzuweisen, daß sie bis jetzt nicht haben nachgewiesen werden können.

Im 2. Teil werden nun die Anwendungen der Elektrizität behandelt, zunächst die Dynamomaschinen für Gleichstrom und ein- und mehrphasigen Wechselstrom, unter Hervorhebung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Schaltungsarten; wie auch in allen folgenden Kapiteln werden die technischen Beschreibungen durch Angaben über den Wirkungsgrad und die Wirtschaftlichkeit ergänzt. Daran schließt sich die Stromerzeugung durch Blei- und die neuen Edison-Akkumulatoren mit eingehenden Zahlenangaben und ausführlichen Schaltungsskizzen (neben der Besprechung der Ausnutzung des Windes vermißt man hier den Hinweis auf die Wasserkraftanlagen). Es werden dann die Transformatoren, Umformer und Gleichrichter besprochen, weiterhin die verschiedenen Bogenlampen-Konstruktionen (darunter auch die ohne Uhrwerk regulierende *Timar-Dreger-Lampe*), die Effektbogen- und Quecksilberdampflampe, die elektrischen Glühlampen und das *Moorelight*. Die für einen ungestörten Betrieb brauchbaren Schaltungen, sowie die verschiedenen Ausschalter und ihre Installation für Glühlampen (z. B. bei Treppenbeleuchtung) werden eingehend dargestellt und durch Skizzen erläutert. Aus den Gesetzen der Licht- und Wärmestrahlung werden die Folgerungen für die Ökonomie der Glühlampen (Erhöhung der Temperatur) gezogen, die in den modernen Metallfadenlampen verwirklicht sind (Verbrauch 1 Watt pro NK). Auch für die elektrischen Koch- und Heizapparate wird der Strombedarf angegeben. Die nächsten Kapitel handeln von der Arbeitsleistung durch Elektromotoren, der elektrischen Kraftübertragung, der Verteilung der elektrischen Energie und den elektrischen Beförderungsmitteln (speziell auch den Hängebahnen), wobei auf die Vor- und Nachteile der verschiedenen Stromarten je nach der gewünschten Verwendung hingewiesen wird.

Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit der Schwachstromtechnik: der Elektrochemie, z. B. der Herstellung nahtloser Kupferröhren (hier findet man auch die Erzeugung löslicher Stickstoffverbindungen im elek-

trischen Flammbogen), der Galvanoplastik, der Telegraphie mit *Morse*- und *Hughes*-Apparaten und der Telephonie; selbstverständlich fehlen auch hier die neueren Errungenschaften, wie die Multiplex-Telegraphie, das Strowgersche automatische Selbstanschlußsystem und die Kornsche Fernphotographie (deren Darstellung man etwas ausführlicher wünschen möchte) nicht. Im Schlußkapitel findet man die verschiedenen Systeme der drahtlosen Telegraphie, besonders auch die tönenden Funken, und die bisherigen Erfolge der drahtlosen Telephonie.

Das ganze Buch ist flott geschrieben; ein großer Vorzug ist, daß jedes Kapitel nach Möglichkeit für sich lesbar ist, wenn dadurch auch einige Wiederholungen bedingt wurden. Bei den technischen Anwendungen ist stets auf die entsprechenden Kapitel des 1. Teils zurückverwiesen worden. Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis und alphabetisches Register erleichtert das Aufsuchen sehr und erhöht dadurch die praktische Verwendbarkeit des Buches. — Auf zwei kleine Versehen möge zum Schluß noch aufmerksam gemacht werden: die Figuren 488 und 489 sind vertauscht, und in Fig. 621 fehlt bei Station 1 die Verbindung nach L.

G. Berndt, Schöneberg.

Graetz, L., Kurzer Abriss der Elektrizität. 7. verm. Aufl. Stuttgart, J. Engelhorn's Nachf., 1912. VIII, 208 S. und 173 Abbild. Preis geb. M. 3,50.

Da der „große *Graetz*“ im Laufe der Jahre durch den ständigen Fortschritt der Elektrizität und ihrer praktischen Anwendungen zu umfangreich geworden war, hatte sich der Verf. entschlossen, einen kurzen Abriss herauszugeben, welcher nur das Wichtigste enthält. Dieser Abriss ist aber nicht, wie man zu vermuten geneigt sein dürfte, ein einfacher Auszug aus dem großen Buche, sondern ist seiner ganzen Anlage nach ein neues Werk geworden. Es beginnt sofort mit der Erzeugung elektrischer Ströme durch galvanisches Element, Thermoelement und Induktion und ihrem Nachweis durch das Galvanoskop; dabei ergibt sich ungezwungen die Unterscheidung von Leitern und Nichtleitern. Es wird dann das Amperemeter eingeführt und das Ohmsche Gesetz und die Widerstandsformel entwickelt; aus diesen folgen die Regeln für die Schaltungsarten der Elemente. Die Kenntnis der Gesetze der verzweigten Ströme ermöglicht das Verständnis des Voltmeters. Den Schluß des 2. Kapitels bilden die Hilfsinstrumente (Regulierwiderstände, Schalter, Kommutatoren) und eine kurze Erklärung des elektrischen Stromes auf Grund der Elektronenvorstellung. Das 3. Kapitel behandelt den Elektromagnetismus (Kraftlinien, magnetische Leitfähigkeit, Ohmsches Gesetz des Magnetismus) und die Elektrodynamik, sowie die entsprechenden Anwendungen: Neef'scher Hammer (Klingel), Morse-Apparat, Relais, Telephon und Mikrophon. Darauf folgt erst die Elektrostatik, ausgehend von den Spannungserscheinungen, wie sie namentlich am Induktionsapparat im großen Maßstabe auftreten.

Nachdem so die wichtigsten wissenschaftlichen Grundlagen (mit einigen praktischen Anwendungen) entwickelt sind, geht es in die Elektrotechnik hinein: Magnetoelektrische und Dynamomaschinen, ihre verschiedenen Typen, Leistungen und Wirkungsgrade und ihre wirtschaftliche Überlegenheit über die galvanischen Elemente; weiterhin die verschiedenen Motore und Transformatoren und die Verwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft und für Beförderungsmittel; und schließlich die Benutzung des elektrischen Stromes zum Heizen, Kochen und zur Beleuchtung durch Kohlen- und Metallfadenglühlampe (deren Überlegenheit ent-

wickelt wird), gewöhnliche und Effektbogenlampe und Quecksilberdampflampe.

Das 8. Kapitel handelt von der Elektrolyse; es geht aus vom Faradayschen Gesetz und seiner Anwendung im Voltameter und entwickelt auf Grund der elektrolitischen Dissoziation die Polarisationsselemente und deren praktische Realisierung: den Blei- und den Edison-Akkumulator. Als weitere Anwendung wird die Galvanoplastik besprochen. Die Erscheinungen in Geisleröhren, die Kathoden-, Kanal- und Röntgenstrahlen, die radioaktiven Substanzen, ihre Wirkungen, ihr Zerfall und die Entstehung des Heliums bilden den Inhalt des 9. Kapitels. Das letzte behandelt die elektrischen Schwingungen, die Versuche von *H. Hertz*, den Kohärer, die Eigenschaften der geschlossenen Schwingungskreise, das System der tönenden Funken und die Kontaktdetektoren. Überall werden an die wissenschaftlichen Lehren sofort die praktischen Anwendungen angeschlossen.

Es ist erstaunlich, mit welcher Klarheit dieser gewaltige Stoff auf dem kurzen Raum von 204 Seiten gemeistert ist. Wer seine Schul-Elektrizität noch nicht ganz vergessen hat, wird sich in diesem „Abriß“ mit leichter Mühe über die Fortschritte der Elektrizität und ihrer wichtigsten praktischen Anwendungen in Kürze orientieren können. Wer sich allerdings über die letzten Ergebnisse der angewandten Elektrizität unterrichten will, wird doch wiederum zu dem umfangreicheren „großen *Graetz*“ greifen müssen.

G. Berndt, Schöneberg.

Kohlbrugge, J. H. F., Historisch-kritische Studien über Goethe als Naturforscher. Zoologische Annalen, Bd. V, S. 83—228, 1912.

Chamberlain, Houston Stewart, Goethe. Kap. 4. Der Naturerforscher (S. 241—388). München, F. Bruckmann, 1912. 8°. VIII, 852 S. u. 2 Tab. Preis brosch. M. 16,—, geb. M. 18,—.

Trotz der Flut von Schriften, die wir über *Goethe* als Naturforscher besitzen, wissen die beiden vorliegenden Arbeiten neue Gesichtspunkte geltend zu machen und sind, jede in ihrer Art, als wertvolle Beiträge zur Beurteilung des Naturforschers *Goethe* anzusehen. *Kohlbrugge* unternimmt es, die Stellung *Goethes* in der Geschichte der Biologie zu bestimmen. Er weist zunächst auf Grund sorgfältiger Studien nach, daß *Goethe* mit Unrecht als Entdecker der Idee des anatomischen Typus oder gar als Begründer der vergleichenden Anatomie gefeiert worden ist. Die Lehre vom Typus der Tiere geht bis auf *Severinus* im 17. Jahrhundert zurück, und im 18. Jahrhundert begannen *Buffon* und *Camper* ihr neues Leben einzuhauchen. Auch die Nähte, die den Zwischenkieferknochen vom Oberkieferknochen beim Menschen im embryonalen Zustand und teilweise auch beim erwachsenen Schädel trennen, waren lange vor *Goethe* bekannt, und im Jahre 1780, also vier Jahre vor *Goethes* Entdeckung, hatte *Vicq d'Azyr* eine Studie verfaßt, in der der Zwischenkiefer des Menschen ausführlich behandelt wurde. — Im zweiten Abschnitt seiner Arbeit versucht Verf. zu zeigen, daß *Goethes* Naturanschauung teleologisch und nicht mechanisch und prädarwinistisch war. Der Typus war ihm eine Idee, die eine denkende Gottnatur forderte und als solche nicht weiter erklärbar war. *Goethes* antiteleologische Äußerungen richteten sich nur gegen die Übertreibungen der Physikotheologen, nicht gegen die Teleologie überhaupt. *Goethe* glaubte auch nicht an Abstammung im Sinne der Blutsverwandtschaft verschiedenartiger Wesen und war daher kein Vorläufer Darwins. *Kohlbrugge* beweist, daß alles, was nach 1784 zur Verteidigung der Abstammungslehre geschrieben wurde, fast spurlos an *Goethe* vorüberging. Namentlich

wird hier *Goethes* Verhalten gegenüber dem Werke von *Pander* und *d'Alton* über „Vergleichende Osteologie“ von neuen Gesichtspunkten aus beleuchtet. — Der dritte Teil der Arbeit ist *Goethes* Parteinahme in dem berühmten Kampfe zwischen *Cuvier* und *Geoffroy de Saint-Hilaire* gewidmet. Verfasser geht alle Prozeßakten genau durch, um festzustellen, ob der Streit ein prädarwinistischer genannt zu werden verdient, und gelangt zu einer verneinenden Antwort. Der Streit in der französischen Akademie drehte sich nicht um die Entwicklungslehre, sondern um die Einheit des Bauplans im Tierreich. Prädarwinistische Gedanken wurden nicht mit einem Wort in der Akademie erwähnt. Aus *Goethes* Anteilnahme an diesem Streit können daher in keiner Weise Schlüsse auf seine Stellung zur Deszendenztheorie gezogen werden. — Die vierte Studie hat *Goethes* Metamorphosenlehre zum Gegenstand. Verfasser weist hier den idealistischen Charakter der Vorstellung *Goethes* nach. Wenn der Dichter die zahllosen Formen der Seitenorgane der Pflanzen auf den Typus des Blattes zurückführte, so meinte er durchaus nicht, daß alle einmal Blätter gewesen seien. Seine Metamorphose war vielmehr einem geistigen Denkprozeß gleichzusetzen, ähnlich dem des Künstlers, der organische Formen zu Dekorationszwecken stilisiert und in vielfacher Weise abändert. Diese ideelle Form der Metamorphose hatten *Linné*, *Wolff* u. a. längst begründet, als *Goethe* seine „Metamorphose der Pflanzen“ schrieb. Die Metamorphosenlehre wurde also nicht durch ihn in die Wissenschaft eingeführt, und noch weniger kann er als der Schöpfer der Morphologie gelten. Er schuf nur das Wort, aber nicht die Sache, denn *Gärtners* grundlegendes Werk erschien zwei Jahre vor der „Metamorphose der Pflanzen“. Auch die Wirbeltheorie des Schädels wurde nicht durch *Goethe*, sondern durch *Oken* in der Wissenschaft zur Diskussion gestellt.

Kohlbrugges Arbeit ist in hohem Maße dazu angetan, klärend zu wirken und weitverbreitete irrige Auffassungen zu berichtigen. Ob aber das abfällige Gesamturteil des Verfassers über den Wert der Naturforschung *Goethes* als zutreffend anerkannt wird oder nicht, dürfte ganz von dem Standpunkt abhängen, auf den man sich bei der Beurteilung stellt. *Kohlbrugge* legt den Maßstab der mechanischen Naturwissenschaft an und bezeichnet die Ideen *Goethes* über die organische Natur als wertlos, weil sie nichts „erklären“. Es fragt sich aber, ob ihr Wert nicht auf einem ganz anderen Gebiete liegt. Hier setzt nun *Chamberlains* Werk ein, dessen viertes Kapitel *Goethe*, dem „Naturerforscher“, gewidmet ist. Auch *Chamberlain* wendet sich gegen die extravaganten Behauptungen der übertriebenen Lobpreisner von *Goethes* Entdeckungen des Zwischenkieferknochens, der Metamorphose des Blattes usw., auch er spricht *Goethes* Ideen naturwissenschaftlichen Erklärungswert ab, aber er legt einen höheren Maßstab an und sieht *Goethes* wahre Leistung in der Wiedergebärung der „Ideenarchitektur“, die neben der mechanischen Naturwissenschaft ein selbstständiges Daseinsrecht beanspruchen darf. Er nennt *Goethe* einen „Naturerforscher“, um dadurch seine Ähnlichkeit und Unähnlichkeit mit unseren Naturforschern anzudeuten. Was dem erhabenen Geist *Goethes* aufgegangen war, worauf er fünfzig Jahre seines Lebens und seiner Leidenschaft verwendet hat, das ist die Einsicht in ein Neues, Nochnieversuchtes, die Einsicht in eine Art, die Gegenstände der Natur anzusehen und zu behandeln, die er ausdrücklich als derjenigen unserer heutigen Fachwissenschaft entgegengesetzt und als ein „Loswerden trivialer Vorstellungen und Begriffe“ bezeichnet. Um diesen eigenartigen Standpunkt *Goethes* und seine Auffassung der Natur mit mathematischer Genauigkeit zu schildern, geht *Chamberlain* dem vieldedeutigen Begriffe „Natur“ geschichtlich nach und unterscheidet drei

Grunddenkarten: die der „Naiven“, die der „Dogmatiker“ und die der „Methodiker“. Die Naiven sind diejenigen, die sich niemals selber gefragt haben, was sie unter „Natur“ verstehen. Die Dogmatiker denken sich unter „Natur“ eine allumfassende Einheit, über die sie dogmatische Urteile fällen. Die Methodiker dagegen wollen durch den Begriff „Natur“ etwas Besonderes aus der Gesamtheit des Gegebenen zwecks näherer Untersuchung ausscheiden. Innerhalb jeder dieser drei Hauptgruppen unterscheidet *Chamberlain* wieder drei Unterabteilungen. Die Naiven gliedert er in freie und unfreie, die Dogmatiker in Spiritualisten und Materialisten, die Methodiker in Architekten und Mathematiker. *Goethe* fußt zugleich in allen drei Gruppen, jedoch gehört er immer ausgesprochen zu der einen der beiden Unterabteilungen: unter den Naiven ist er ein freier, unter den Dogmatikern ein Spiritualist, unter den Methodikern ein Architekt. In seinen weiteren Ausführungen verweilt *Chamberlain* hauptsächlich bei dem Methodiker *Goethe*, der sich als Ideenarchitekt bewährt, und erörtert sein Verhalten zu Objekt und Subjekt einerseits, zu Erfahrung und Idee andererseits. Im Gegensatz zur Wissenschaft, die einzig das Objekt und lediglich die Erfahrung reden läßt, nimmt *Goethe* den Standpunkt mittenin zwischen Objekt und Subjekt, zwischen Erfahrung und Idee. Und während die Ideen der exaktmechanischen Wissenschaft auf „technische Einheit“ gerichtet sind, gründen *Goethes* Ideen „architektonische Einheit“. Von diesen Gesichtspunkten aus beurteilt *Chamberlain Goethes* Farbenlehre und Metamorphose der Pflanzen. Die organisch-architektonische Farbenlehre kann ruhig neben der mathematisch-analytischen Optik fortwandeln, und die Pflanzenmetamorphose nennt *Goethe* selbst nur „einen Versuch, wie man die Gesetze der Pflanzenbildung sich geistreich vorzustellen habe“ und erkennt lebhaft die Berechtigung anderer Methoden an. *Chamberlain* nennt es sinnwidrig, *Goethes* Leistung mit der Elle des exakten Forschers messen zu wollen. Wir müssen uns vielmehr fragen, ob *Goethe* selber an seinen Naturstudien gewachsen ist oder nicht, und ob es uns wie *Alexander v. Humboldt* ergangen ist, der sich durch die Berührung mit *Goethes* Naturerforschung „gewissermaßen mit neuen Organen ausgestattet“ fühlte. Auf alle Fälle hat *Goethe* das Verdienst, uns auf die Beschränkungen und Gefahren der mathematisch-mechanischen Methode aufmerksam gemacht und den Kampf für das Existenzrecht anderer Weltanschauungen neben der mechanischen aufgenommen zu haben. Man lese in diesem Zusammenhang auch, was *Chamberlain* im sechsten Kapitel seines Werkes über das Verhältnis *Goethes* zur Deszendenztheorie sagt. Er kommt hier zu demselben Ergebnis wie *Kohlbrugge*, daß *Goethe* kein Vorläufer *Darwins* war, nur mit dem Unterschied, daß er den Standpunkt *Goethes* höher wertet, als den *Darwins*. Dagegen nimmt *Chamberlain* auf anorganischem Gebiete *Goethe* ganz für die exakte Wissenschaft in Anspruch und schreibt ihm das Verdienst zu, im voraus die tiefere Begründung unserer modernen geologischen Methoden gegeben zu haben.

Es ist ein hoher Genuß, den geistvollen Darlegungen des berühmten Verfassers zu folgen, den man sich durch die heftigen Ausfälle gegen das Fachgelehrtentum nicht stören lassen sollte.

Walther May, Karlsruhe.

Astronomische Mitteilungen.

Über ein neues Stern-Spektroskop mit drei Prismen auf der Bergsternwarte Mount Wilson in Kalifornien berichtet W. S. Adams im *Astrophysical Journal*. Auf jener nordamerikanischen Sonnenwarte befindet sich be-

kanntlich das gegenwärtig größte Spiegelteleskop der Erde mit einer Öffnung von über $1\frac{1}{2}$ Metern und mit einer Brennweite von fast 25 m. Der mit drei Prismen versehene Stern-Spektrograph zum photographischen Aufnehmen der Spektren von Gestirnen ist dicht beim großen Spiegel angebracht, da nach dem Cassegrainschen Prinzip (einer Modifikation des älteren ursprünglich Gregoryschen Systems, bei dem ein kleiner zentral angebrachter Spiegel das Bild in Richtung des großen Spiegels zurück reflektiert) zwei Spiegel im Teleskop vorhanden sind. Die drei Prismen von 21 cm Höhe und $12\frac{1}{2}$ cm Seitenlänge sind aus vorzüglichem Jenenser Glas hergestellt und arbeiten ganz ausgezeichnet. Außerdem wird durch eine besondere, automatisch funktionierende elektrische Einrichtung die Temperatur des Spektroskops stets bis auf $\frac{1}{10}$ Grad konstant erhalten. In der Regel genügt eine Stunde Exposition, um das Spektrum eines Sterns der 6. Größenklasse photographisch aufzunehmen. An diesem großen Spiegelteleskop der Mount Wilson-Sternwarte sind neuerdings 50 neue spektroskopische Doppelsterne, einige Sterne mit sehr hellen Wasserstofflinien und mehrere Fixsterne mit großen Geschwindigkeiten im Visionsradius (bis zu 170 km (!) in der Sekunde) entdeckt worden.

Eine neue Theorie der Weltenentstehung hat der bekannte norwegische Physiker Prof. *Birkeland* nach Mitteilungen in der Zeitschrift „Sirius“ entworfen, wobei er im wesentlichen nur das Walten elektrischer Kräfte zugrunde legt. Es wird angenommen, daß alle Sonnen, d. h. auch die Fixsterne als Sonnen fernster Weltsysteme, gewaltige elektrische Spannungen besitzen, die sich durch Ausstrahlungen bemerkbar machen. Für verschiedene Sterne soll diese elektrische Spannung je nach dem Typus der Fixsterne verschieden sein, und für unsere Sonne, sowie für die ihr an Größe und Beschaffenheit ähnlichen Sterne nimmt *Birkeland* eine Spannung von rund 600 Millionen Volt an, wobei die an Polarlichtern ausgeführten Messungen diesen Berechnungen zugrunde gelegt sind. Man hat nun in der Sonne eine Kathode oder einen negativen Pol zu suchen, der seine gewaltigen elektrischen Ausladungen in einen luftleeren Raum, den Weltenraum, mit großer Geschwindigkeit schleudert. Es läßt sich alsdann mathematisch nachweisen, daß ein großer Teil der von einem solchen Zentralkörper elektrisch abgestoßenen Partikel aus dem Sonnensystem ganz herausgeschleudert wird, ein anderer Teil auf den Zentralkörper zurückfällt und eine dritte, wesentlich kleinere Gruppe endlich sich an verschiedenen Stellen des Sonnensystems sammeln und als Planeten den Zentralkörper umlaufen wird. Legt man diese elektrische Theorie *Birkelands* für die Weltentstehung zugrunde, so drängt sich sofort die Frage auf, ob nun der Weltenraum alsdann überhaupt noch leer sein kann. *Birkeland* nimmt an, daß der ganze Weltenraum mit unzähligen, unendlich feinen Körperchen nach Art der Atome erfüllt sei und kommt damit zu zwei wichtigen Schlußfolgerungen, nämlich, daß im Weltenraum das Licht absorbiert werden muß und daß die Welt unendlich sei. Die bekannten Einwände der Astronomen *Olbers* und *Seeliger* gegen die Unendlichkeit der Welt sucht *Birkeland* zu widerlegen. *Olbers* machte geltend, daß das Himmelsgewölbe ebenso hell wie die Sonne leuchten müßte, wenn die Sterne gleichmäßig dicht in einem unendlichen Weltenraume verteilt wären. *Seeliger* kommt zu dem Ergebnis, daß, bei Annahme unendlich vieler Gestirne, jeder Himmelskörper von außen in unser Sonnensystem mit riesiger Schnelligkeit kommen müßte, während doch selten im Universum Geschwindigkeiten über 100 km in der Sekunde beobachtet würden. Die *Olberssche* Vorstellung wird ersetzt durch die von *Birkeland* eingeführte Lichtabsorption an den das

ganze Universum erfüllenden Partikelchen. *Seeligers* Einwände gegen die Unendlichkeit der Welt sucht *Birkeland* dadurch zum Fortfall zu bringen, daß die Hauptmasse als Staub im leeren unendlichen Weltenraum verteilt ist und so Anziehungen bestimmter Massen in einem Teile des Raumes sich durch Anziehungen entgegengesetzt liegender Massenteilchen aufheben können.

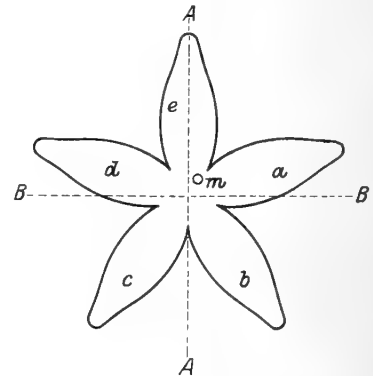
Über das *Spektrum des Plejaden-Nebels* sind auf der nordamerikanischen Lowell-Sternwarte von *Slipher* ganz besonders interessante Untersuchungen angestellt worden. Es handelt sich hierbei um einen eigenartigen Gasnebel, der im großen und ganzen mit dem bekannten Gasnebel im Orion Ähnlichkeit hat und nicht nur der Form, sondern auch der Beschaffenheit nach abweicht von den spiralförmigen Nebeln, wie z. B. dem im Sternbilde der „Jagdhunde“. *Slipher* hat nun vom Spektrum des Plejadennebels am 24-zölligen Refraktor der Lowell-Sternwarte eine vielstündige photographische Aufnahme erhalten, die ein kontinuierliches Spektrum von kräftigen Wasserstofflinien und von etwas schwächeren Heliumlinien durchzogen ergab. Da das Nebelspektrum gleichzeitig große Ähnlichkeit mit dem Spektrum des dicht dabei stehenden Plejadensterns Merope zeigte, ergaben die näheren Untersuchungen *Sliphers*, daß dieser Plejadennebel überhaupt zum großen Teil in reflektiertem Lichte der helleren Plejadensterne leuchtet und nach ihm als Materie etwa von der Art des Saturnringes aufzufassen sein dürfte, die jene Plejadensterne umgibt.

A. M.

Kleine Mitteilungen.

Die Bewegungsrichtung der Seesterne. Die Seesterne vermögen sich von einer Stelle aus nach allen Seiten zu bewegen, wobei je nach der Richtung, die sie einschlagen, bald dieser, bald jener der fünf Strahlen oder Arme die Führung übernehmen kann. Die Fähigkeit zu dieser gleichmäßigen Benutzung der Arme schließt aber nicht aus, daß im wirklichen Leben ein bestimmter Strahl oder auch mehrere einen Vorzug genießen und häufiger als die anderen dem übrigen Körper vorangehen. Man würde dann mit Bezug auf die Ortsbewegung ein Vorn und ein Hinten bei den Seesternen unterscheiden können. In einigen anderen Gruppen der sonst radiären Stachelhäuter ist ja solche Differenzierung vorhanden und steht in Verbindung mit der Ausbildung eines bilateral-symmetrischen Körperbaus (gewisse Seeigel, Seegurken). Bei den Seesternen ist eine morphologische Grundlage für die Bevorzugung bestimmter Arme bei der Ortsbewegung außer in Längenunterschieden der Strahlen nur in der exzentrischen Lage der Madreporenplatte gegeben. Diese von feinen Öffnungen durchbohrte Platte, durch die das Seewasser in das Kanalsystem des Tieres einströmt, liegt (siehe *m* auf der beistehenden schematischen Abbildung) an der Oberseite der zentralen Körperscheibe des Seesternes auf einem der fünf interambulakralen Radien, d. h. der Radien, die zwischen den Armen (Ambulakralradien) durchgehen. Nun hat in der Tat *Jennings* schon 1907 gefunden, daß bei *Asterias forreri* de Loriol der der Madreporenplatte links zunächst liegende Strahl (*e*) am häufigsten die Führung übernimmt. Zu dem gleichen Ergebnis ist jetzt *Leon J. Cole* bei Versuchen mit *Asterias forbesi* (Desor) gekommen, die in den Laboratorien von Woods Hole und New Haven ausgeführt wurden. Es war dabei vor allem Sorge getragen, daß keine einseitigen äußeren Reize auf die Tiere einwirkten. Die Beobachtungen ergaben eine deutliche Bevorzugung des Strahles *e*. Von den 499 Aufzeichnungen fallen 137 auf die durch *e* gezogene Linie *AA*; die übrigen verteilen sich völlig

gleichmäßig zu ihrer Rechten und Linken. Zieht man senkrecht zu *AA* eine Linie *BB*, so liegen 347 Aufzeichnungen oberhalb, 152 unterhalb dieser Linie. Der Strahl *c* kann also in physiologischer Hinsicht als Vorderarm betrachtet werden. Ein Zusammenhang der Bevorzugung mit der Länge der Arme war nicht zu ermitteln. Bemerkenswert ist aber, daß der unmittelbar rechts an der Madreporenplatte liegende Arm *a* häufiger als andere Strahlen der längste oder einer der beiden längsten Arme war und auch die größte mittlere Länge hatte. Die Nähe der Madreporenplatte scheint also für Organbildung und Bewegung eine gewisse Bedeutung zu haben,



vielleicht weil die angrenzenden Bezirke des Ambulakralsystems rascher auf Änderungen der Wassermengen reagieren. Sehr interessant ist ein Vergleich mit den oben erwähnten bilateral-symmetrischen Seeigeln, den Spatangiden. Diese lassen ein Vorn und ein Hinten unterscheiden, indem der Mund an der Bauchseite nach vorn und der After auf dem Rücken nach hinten verschoben ist. Bei der Bewegung ist eines der „Ambulakren“, die den Strahlen des Seesternes entsprechen, nach vorn gerichtet, und die Madreporenplatte liegt immer in dem Interambulakrum, das sich an der rechten Seite dieses vorderen Ambulakrums befindet. Die Bevorzugung ist also derjenigen bei den Seesternen ganz analog. (*Journ. Exper. Zool.* 1913, 14, 1.) F. M.

Macrozamia Moorei, eine untergehende Pflanzenart. Eine der ältesten Pflanzengruppen ist die Klasse der Cycadales („Palmfarne“), die auf der untersten Stufe der Samenpflanzen (Embryophyten, Phanerogamen) stehen und durch die fossilen „Samenfarne“ (Cycadofilices) mit den echten Farnen (Filices) verbunden sind. Sie erinnern in ihrer Wuchsform teils an die Baumfarne, teils an die Palmen. Auf einem gewöhnlich nur niedrigen Stamm sitzt eine Krone mächtiger, einfach oder doppelt gefiederter Blätter. Die Blüten sind zweihäusig; die männlichen und häufig auch die weiblichen stehen in Zapfen beisammen. Die Cycadales treten schon in der Permzeit auf und erreichen in der mesozoischen Periode ihre größte Verbreitung. Heutzutage finden sie sich am reichlichsten in Mexiko und in Queensland, doch auch hier sind sie zumeist nicht häufig, und die einzelnen Arten haben nur enge Verbreitungsgebiete. In Queensland kommen die drei Gattungen *Cycas*, *Macrozamia* und *Bowenia* vor. *Macrozamia* dominiert und ist in mehreren Arten vertreten, deren merkwürdigste nach den Untersuchungen, die *Charles J. Chamberlain* an Ort und Stelle vorgenommen hat, *Macrozamia Moorei* ist. Man kennt sie nur von einem einzigen Standort, nämlich von Springsure, etwa zweihundert englische Meilen von Rockhampton. Ihr massiver Stamm ist durchschnittlich zwei bis drei Meter hoch, erreicht aber auch 5 Meter, ja selbst 7 Meter

Höhe und einen Durchmesser von über 70 cm. Die Blätter sind zwei bis drei Meter lang und können zu hundert in einer Krone beisammenstehen. Die weiblichen Zapfen, die gewöhnlich zu zwei bis vier an einer Pflanze auftreten, werden 90 cm lang; ein unreifer Zapfen von 80 cm Länge wog fünfzehn Kilo. Die männlichen Pflanzen haben eine größere Zahl (20—40, selbst über 100) von seitlichen Zapfen und machen dadurch die schon in anderen Merkmalen begründete Verwandtschaft mit der Klasse der fossilen *Bennettitales* noch enger, die ihrerseits durch die Reduktion ihrer Fruchtblätter die Verbindung mit den Koniferen herstellen und merkwürdige Beziehungen zu gewissen Angiospermen (den *Polycarpicae*) aufweisen. Einige Besonderheiten im Bau des Pollenkorns von *Macrozamia Moorei* lassen noch weitere Ähnlichkeiten mit den *Bennettitales* möglich erscheinen. Jedenfalls bietet diese Pflanzenart ein außergewöhnliches Interesse, und es ist daher sehr bedauerlich, daß ihr die Vernichtung droht. Ihre jungen Blätter enthalten nämlich ein Gift, das bei Rindern Lähmung hervorruft, und sie steht daher bei den Viehzüchtern in üblem Ansehen. Um sie zu vertilgen, haut man eine Kerbe in den Stamm, bohrt von da aus ein großes Loch bis in die Mitte des Markes und füllt es mit Arsenik an. Die Pflanze stirbt dann ab. Wenn nicht Abhilfe geschieht, wird es in einigen Jahren schwer sein, noch ein Exemplar vorzufinden. (*Bot. Gaz.* 55, 141, 1913.) F. M.

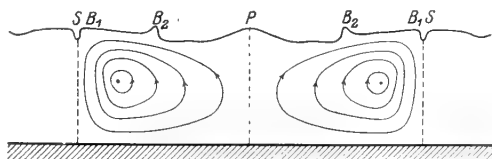
Im Berliner Zoologischen Garten ist wiederum ein interessanter Zuchterfolg zu verzeichnen durch die Geburt eines **Wahlbergzebra**, das von seiner Mutter gut angenommen, genährt und gepflegt wird, so daß für sein Aufkommen alle Hoffnung vorhanden ist. Dieser Zuwachs ist um so wertvoller, als es sich hier um eine der südafrikanischen, durch gelbe Grundfarbe und verhältnismäßig geringe Streifung ausgezeichneten Tigerpferdformen aus den früheren Burenstaaten und den benachbarten britischen Kolonien handelt, die bereits ihrem Aussterben entgegengehen.

Das Ultraviolett im Laboratorium und in der Natur. In letzter Zeit sind zahlreiche Untersuchungen über die Beeinflussung chemischer Prozesse durch ultraviolettes Licht veröffentlicht worden. In biologischer Hinsicht ist namentlich die Erzeugung von Formaldehyd aus Kohlensäure und Wasserstoff von Interesse, die man unter besonderen Bedingungen bei Einwirkung von ultravioletten Strahlen zustande gebracht hat, und die geeignet erscheint, auf den Assimilationsprozeß in der Pflanzenzelle Licht zu werfen. Neuerdings warnt aber A. J. Kluyver davor, die mit der Quarzquecksilberlampe (Heraeuslampe) erhaltenen Ergebnisse auf die natürlichen Verhältnisse zu übertragen, da hier nicht dieselben Strahlen zur Wirkung kommen wie im Laboratorium. Das geht aus folgender Betrachtung hervor.

Das Spektrum der Quecksilberlampe dehnt sich bis in das äußerste Ultraviolett aus (Wellenlänge 180 μ). Die Strahlen mit einer Wellenlänge $< 200 \mu$ werden äußerst leicht von den verschiedensten Stoffen absorbiert, zum Beispiel auch von der Luft. Für die Strahlen von 200—300 μ ist die Luft sehr durchlässig, ebenso Quarz, während sie vom Glas vollständig absorbiert werden. Hierauf beruht die Anwendung von Quarz statt Glas bei Beleuchtung mit ultraviolettem Licht. Die Strahlen von 300—400 μ Wellenlänge werden durch dünnere Glasplatten nur ganz wenig absorbiert. Die hier in Betracht kommenden chemischen Wirkungen der Heraeuslampe verschwinden nun vollständig, wenn die Strahlen durch eine dünne Glasschicht gehen, und hieraus muß man schließen, daß sie in sehr vielen Fällen nur den Strahlen mit einer Wellenlänge $< 300 \mu$ zuzu-

schreiben sind. Diese Strahlen sind aber im Spektrum der von der Atmosphäre durchgelassenen Strahlen nicht enthalten (nur in extremen Fällen dehnt sich das Spektrum auf Strahlen von 294 μ aus); sie können also bei der Assimilation keine Rolle spielen. Es ist auch gezeugt worden, daß die vom Glas durchgelassenen Strahlen unfähig sind, in einem sauerstofffreien Medium eine vernichtende Wirkung auf verschiedene Bakterienarten auszuüben, während die kurzwelligen Strahlen des Ultraviolets sowohl bei Abwesenheit wie in Gegenwart von Sauerstoff baktericid sind. (*Oesterr. Bot. Ztschr.* 63, 49, 1913.) F. M.

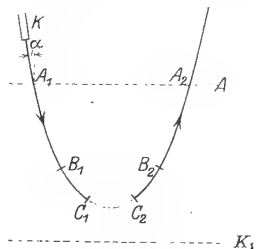
Die merkwürdig gestalteten **Rundtäler auf dem Monde** geben zu immer neuen Erklärungsversuchen Anlaß. Nach *Henri Bénard* ist die Form der Mondoberfläche zurückzuführen auf die Erstarrung einer Flüssigkeitsschicht, die während des Erstarrens in polygonale Zellen zerfiel, so daß sich in jeder Zelle ein Konvektionsstrom in Wirbelform ausbildete. Versuche mit Bienenwachs ergaben den Bildungen auf dem Monde so ähnliche Formen, daß man annehmen kann, eine 30 km dicke Wachsschicht vermöge Rundtäler gleich denen des Mondes zu erzeugen. Bei solchen Versuchen geht die oberflächliche Erstarrung von den Schnittpunkten eines polygonalen Netzes aus, das sich bildet, indem von den Schnittpunkten des Netzes nach je 3 Richtungen sich die Erstarrung fortpflanzt und so die Oberfläche in lauter



Vielecke zerfällt. In jedem Vielecke setzt sich die Erstarrung bis zur Mitte fort, so daß die Linien gleichzeitiger Erstarrung schließlich Kreise von immer kleiner werdendem Durchmesser bilden. Den Querschnitt einer solchen Vieleckzelle zeigt obenstehende Figur, deren obere Linie zugleich alle Eigentümlichkeiten der Gebilde auf dem Monde zeigt. Darin ist *S* eine enge Spalte, welche den Umriß der polygonalen Zelle bezeichnet (manchmal ist sie nicht vorhanden). *B1* ist ein breit hingestreckter und an den Seiten sanft abgeflachter Wulst in Gestalt eines Vielecks mit abgerundeten Ecken. *B2* ist ein scharf hervorspringender Wall, der besonders nach der Innenseite jäh abfällt und hierbei oft mehrere Stufen bildet. Dieser Teil entspricht den eigentlichen Rundtälern des Mondes. Das Verhältnis seines Durchmessers zu dem des Vielecks wechselt zwischen 0,2 und 0,8; die kleinsten darunter sind kreisförmig. *P* ist der zentrale Gipfel und weniger hoch als der Wall *B2*; manchmal bildet er eine runde Warze, manchmal einen sternförmig zerklüfteten Berg. — *Emile Belot* gibt ein anderes Verfahren an. Er läßt auf Wasser von 60° geschmolzenes Paraffin erstarren, bis sich auf der Oberfläche ein Polygonalnetz zeigt. Dann spritzt er auf einen Schnittpunkt des Netzes einen Strahl kalten Wassers. Dadurch erfolgt eine tiefe Einsenkung, die eine Faltung der Oberfläche in weiter Entfernung hervorruft. Wird das Wasser sodann mit einer Pipette aufgesaugt, so bildet sich ein hervorspringender Wall mit einem merklich unter der Oberfläche liegenden Boden. Durch Wiederholung dieser Operationen erhält man einen doppelten Wall. Manche dieser Rundtäler haben einen zentralen Gipfel. Bei dieser Methode kann man auch die vulkanischen Erscheinungen auf dem Monde nachahmen. Dann muß man das Paraffin auf einer heißen alkalischen Lösung ausbreiten und einige Tropfen einer kalten an-

gesäuerten Lösung darauf spritzen, welche die Kruste des gebildeten Rundtales durchdringen und durch Aufbrausen einen Krater erzeugen. Diese Hypothese setzt das Vorhandensein von Wasser auf dem Monde voraus, das nach *Belot* teils durch Kondensation des Dampfes der Atmosphäre teils durch Abgabe von seiten wasserhaltiger Mineralien in hinreichender Menge gebildet werden kann. (*C. R.* 155, 262 und 638, 1912.) *Mk.*

E. Gehrcke und *R. Seeliger* haben entdeckt, daß **Kathodenstrahlen bei verschiedener Geschwindigkeit verschiedenfarbiges Licht erzeugen.** Die Methode, deren sie sich bedienten, erläutert untenstehende Figur: Aus der Wehneltkathode *K* trat der Strahl unter dem Inzidenzwinkel α in den Raum zwischen den beiden Metallnetzen *A* und *K₁*, von denen *A* zugleich als Anode dient. Er beschreibt dann die parabelförmige Bahn *A₁B₁C₁C₂B₂A₂*, deren Scheitel in einiger Entfernung von *K₁* liegt, wenn das Potential zwischen *A* und *K₁* größer ist als das Entladungspotential und bis an dieses Netz heranreicht, wenn es direkt mit der Wehneltkathode verbunden ist. In letzterem Falle ist das den Strahl verzögernde Feld zwischen *A* und *K₁* gleich dem Entladungspotential. Ein solcher parabelförmiger Strahl



zeigt nun von *A₁* an in Luft die übliche blaue Farbe, bei *B* aber tritt ziemlich abrupt ein Farbumschlag in Rot ein. Auf der Strecke *C₁C₂* ist der Strahl unsichtbar, wird bei *C₂* wieder mit roter Färbung sichtbar und schlägt bei *B₂* schließlich in Blau um. Vergrößert man den Inzidenzwinkel α , was sich durch Drehen der Netze *A* und *K₁* bewirken läßt, so verschwindet zunächst die nichtleuchtende Strecke *C₁C₂* und der Strahl stellt sich als eine auf ihrer ganzen Strecke leuchtende blaue Parabel mit rotem Scheitel dar. Bei weiterer Vergrößerung von α verschwindet auch der rote Scheitel, und der Strahl leuchtet auf seinem ganzen Wege in hellem Blau. In anderen Gasen treten gleichfalls Farbumschläge auf. In Stickstoff in gleicher Weise wie in Luft, nur mit intensiveren und reineren Farben. Bei Argon wechselt die Farbe von Blau in ein tiefes Rot, bei Helium von Grün in rötlich Gelb, bei Wasserstoff von Hellblau in Rosa, bei Jod von Rotviolett in Braungelb, und im Quecksilberdampf tritt ein doppelter Farbumschlag auf, indem die Farbe zunächst von Blauviolett in Gelblichweiß und dann in ein tiefes Grün sich ändert. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der zwischen den beiden Netzen erfolgenden Verzögerung der Kathodenstrahlen, die im Scheitel der Parabel ihre geringste Geschwindigkeit besitzen. Die Verzögerung der Geschwindigkeit bewirkt eine Änderung in der Gesamtfarbe des Leuchtens nach der Seite der größeren Lichtwellen hin. Bei Herabsinken der Geschwindigkeit unter einen gewissen Wert verlieren die Elektronen des Strahles sogar die Fähigkeit, das umgebende Gas zum Leuchten anzuregen. Auch in den Geißlerschen Röhren ist die Farbe des negativen Glimmlichtes stets reicher an blauen Strahlen als die der positiven Lichtsäule. Dies ist durch die verschiedene Geschwindigkeit der das

Leuchten erregenden Elektronen erklärt worden; während im Glimmlicht die Elektronen infolge des hohen Potentialgradienten im Kathodenfall mit großer Geschwindigkeit auf die ruhenden Gasteilchen prallen, treffen sie in der positiven Säule mit beträchtlich geringerer Geschwindigkeit auf diese. (*Verh. d. deutsch. phys. Ges.* 14, 335, 1912.) *Mk.*

Die in Heft 12 dieser Zeitschrift beschriebene Methode von *J. J. Thomson*, **chemische Analysen von Gasen mittels der Kanalstrahlen** auszuführen, ist in einem zweiten Vortrag vor der Royal Institution in London weiter erläutert worden. Hierin führte der Vortragende aus, daß, abgesehen von der positiven Seite des Auffangeschirmes, welcher die früher besprochenen Parabeln zeigt, auch die negative Seite des Schirmes Spuren der Wirkung der Strahlung zeigt. Dies deutet auf Molekeln mit negativer Ladung. Die Molekeln sind also imstande, negative Partikelchen anzuziehen und festzuhalten. Das erste dieser aufgefangenen Partikelchen macht die Molekeln neutral, das zweite negativ. Aber nicht alle Gase sind hierzu imstande, besonders vermögen dies Sauerstoff und Chlor, also elektronegative Elemente. Dennoch kommt es auch bei solchen Elementen vor, die man nicht zu den elektronegativen rechnet, wie Wasserstoff und Kohlenstoff. In dieser Beziehung ist es interessant, zu bemerken, daß, wenn die Kohlenstoffverbindung in der Vakuumröhre ungesättigte Valenzen hat — d. h. wenn ein Kohlenstoffatom darin direkt an ein anderes Kohlenstoffatom gekettet ist, wie beim Azetylen und beim Äthylen —, daß es dann auf der negativen Seite der Platte auftreten kann, da es fähig ist, noch eine negative Ladung aufzunehmen. Verbindungen mit vollständig gesättigten Valenzen, wie Sumpfgas, finden sich dagegen *nur auf der positiven Seite* des Schirmes. Hiernach scheint die Methode *Thomsons* von großer Bedeutung für die chemische Valenztheorie zu sein. (*Engineering* 95, 267, 1913.) *Mk.*

Von *Ernst Cohen* ist der Einfluß **hohen Druckes** auf die Gültigkeit des **ersten Faradayschen Gesetzes** untersucht worden. Er schaltete in denselben Stromkreis hintereinander zwei identische Coulometer, von denen das eine unter Atmosphärendruck stand, während das andere Drucken von 500, 1000 und 1500 Atmosphären ausgesetzt wurde. Hierbei ergab sich, daß die Ladung der Ionen in dem Druckintervall bis 1500 Atmosphären sich nicht um einen Betrag von $\frac{1}{17000}$ ändert. (*Z. f. Elektroch.* 19, 132, 1913.) *Mk.*

Ein Verein von Geflügelzüchtern, der jede Woche 200 000 Eier für den Londoner Markt liefert, läßt seine **Eier mittels Röntgenstrahlen untersuchen.** Frische Eier erscheinen auf dem Fluoreszenzschirm vollständig klar, während ältere kleine Flecke zeigen. Diese Flecke bleiben bei natürlichem Licht aber unsichtbar. Auf diese Weise geprüfte Eier werden mit einem besonderen Stempel bezeichnet und sind auf dem Londoner Markt sehr gesucht. (*Scient. Amer.* 108, 71, 1913.) *Mk.*

Transportable Schutzzelte für Luftschiffe sind von *Bosco* und *Donadelli* konstruiert worden. Als Hülle dient ein metallisiertes Gewebe, das über eine Eisenkonstruktion gezogen wird. Ein solches Schutzzelt von 81 m Länge, 30 Meter Breite und 24 Meter Höhe kann in zwei Tagen aufgebaut werden. Zu seinem Transport sind 20 Eisenbahnwagen erforderlich. (*Scient. Amer.* 108, 69, 1913.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 18.

2. Mai 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Richtlinien in der Entwicklung, Erkenntnis und Wertung der optischen Instrumente. Von *Dr. M. von Rohr, Jena.* S. 417.

Biologische Probleme. Von *Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien.* S. 421.

Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogen- gangapparat des inneren Ohres. Bogen- gang- apparat u. Kleinhirn. (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.) Von *Univ.-Doz. Dr. Robert Bárány, Wien.* (Schluss.) S. 425.

Die wissenschaftliche Stellung und Aufgabe der Landwirtschaft. Von *Ernst Feige, Breslau.* S. 429.

Entnikotinisierung von Tabak. Von *Dr. Rudolf Dilmar, Graz.* S. 433.

Besprechungen. S. 436.

Astronomische Mitteilungen. S. 438.

Kleine Mitteilungen. S. 439.

VERLAG VON QUELLE & MEYER IN LEIPZIG

Professor Dr. Schmeils Naturwissenschaftliche Atlanten

Je 5^{Mk.}_{.40}

Je 5^{Mk.}_{.40}

Jeder Band enthält 30—80 farbige Tafeln mit erläuterndem Text.
In Originalleinenband oder in Leinenmappe mit losen Tafeln je M. 5.40

Soeben erschienen:

Pilze der Heimat Von *E. Gramberg.* 130 Pilze auf 116 far-
bigen Tafeln mit Text. I. Band: Blätterpilze,
II. Band: Löcherpilze. In Originalleinenband oder Mappe je Mark 5.40
„In der Tat eine vorzügliche Neuerscheinung, die allen Pilzfreunden aufs wärmste
empfohlen werden kann und dazu angetan ist, die Kenntnis der formen- und farbenreichen
Kinder des Waldes und der Fluren, deren Nährwert noch viel zu wenig gewürdigt wird,
in weiteste Kreise zu verbreiten.“ *Hofrat Prof. Dr. Ludwig Greiz.*

Unsere Süßwasserfische Von *Dr. E. Walter.*
50 farbige Tafeln mit
Text. In Originalleinenband oder Mappe Mark 5.40
Die Fische werden in ihrem natürlichen Element, in der auf die Lebensweise der einzelnen
Arten abgestimmten Umgebung, in ihren Geselligkeitsverhältnissen usw. dargestellt. Auch
die biologischen Eigenschaften, Formen und Farbvarietäten sind berücksichtigt.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Hefes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig

Die Lehre von den Tonempfindungen

Als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik von

Hermann von Helmholtz

Sechste Ausgabe

besorgt und mit einem Vorwort versehen von Professor Dr. R. Wachsmuth.

XVI 668 Seiten. Gr. 8°. Mit dem Bildnis des Verfassers und 66 Abbildungen.

Mark 9.—, in Leinenband Mark 10.50

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Organische Synthese und Biologie.

Von **Emil Fischer.**

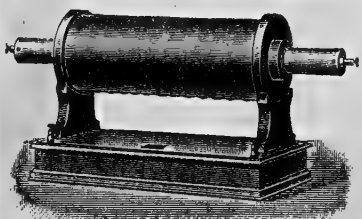
Zweite, unveränderte Auflage.

Preis M. 1.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

Zeugnisse von Staatsanstalten und Preislisten kostenfrei.

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite: II u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoffhausen, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuß & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite IV.

Richtlinien in der Entwicklung, Erkenntnis und Wertung der optischen Instrumente.

Von Dr. M. von Rohr, Jena.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll der Begriff der hier zu behandelnden optischen Instrumente genau umschrieben werden. Zunächst wird es sich, wie in der Regel in den Lehrbüchern der technischen Optik, nur um Vorgehungen handeln, die den Gesichtssinn quantitativ unterstützen, also an sich sichtbare Objekte wiedergeben, die ohne Instrument entweder gar nicht oder nur unvollkommen wahrgenommen werden könnten. Ganz abgesehen von Beleuchtungseinrichtungen wie z. B. dem Scheinwerfer sollen auch alle Vorgehungen zur qualitativen Erweiterung der Grenzen des Gesichtssinnes — und darunter würden etwa physikalische Instrumente zur Beobachtung von Interferenz- und Polarisationserscheinungen zählen — hier ausgeschlossen sein.

Aber auch in diesem Gebiete von so eingeschränkter Ausdehnung sollen noch gewisse Teile außer Betracht bleiben und zwar zunächst alle beidäugigen Instrumente, da sie sich rein physikalisch nur unter gewissen Voraussetzungen behandeln lassen, die bei den beidäugigen Instrumenten der Praxis nicht ohne weiteres erfüllt sind. In einem solchen der physikalischen Untersuchung unzugänglichen Falle aber läßt sich die Wirkung nur auf physiologisch-psychologischer Grundlage geben, was hier zu weit führen würde. Ferner sollen im folgenden nicht als optische Instrumente betrachtet werden die Brillengläser, und zwar deshalb nicht, weil sie als Korrektionsmittel eines in irgend einer Weise anomalen Auges nur im engsten Anschluß an die Lehre vom bewegten Auge behandelt werden können. Ganz besonders gilt diese Aussage für die häufig vorkommenden astigmatischen Brillengläser, die als zweifach symmetrische Systeme ganz andere Anforderungen an die Theorie stellen als die achsensymmetrischen Konstruktionen, die in der technischen Optik in der Regel vorkommen.

Die Geschichte der optischen Instrumente wird interessant gegen den Anfang des 17. Jahrhunderts, als durch *Johann Lipperhey* zu dem *holländischen Fernrohr* der Grund gelegt wurde, auf dem *Galileo Galilei* weiter baute, als das *astronomische Fernrohr* durch *Johannes Kepler*, das *terrestrische* von *Antonius Maria Schyrl* erfunden und erprobt wurde. In die gleiche Periode fällt auch die Erfindung des *zusammengesetzten Mikroskops*. Es sind das alles Vorgehungen zur Unterstützung des Auges, wobei Objekte, die dem unbewaffneten Auge, sei es wegen ihrer Entfernung, sei es wegen ihrer Kleinheit, undeutlich sichtbar waren, dem in den Bildraum der Instrumente gebrachten Beobachteraue unter einem größeren Winkel, also

deutlicher, erschienen. Es ist allgemein bekannt, welche Fortschritte in der wissenschaftlichen Erkenntnis der Umwelt, sei es sofort ermöglicht, sei es angebahnt wurden, und das Staunen der Zeitgenossen war so groß, daß man unwillkürlich an eben diese ältesten Vertreter der optischen Instrumente und an die besondere Art ihrer Leistungen denkt, wenn von optischen Instrumenten im allgemeinen gesprochen wird.

Indessen sollte sich das Gebiet der optischen Instrumente bald erweitern, und man findet schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts die im wesentlichen in Anlehnung an den gelehrten Jesuiten *Athanasius Kircher* entwickelte *Laterna magica*, wobei das Bild auf einem Auffangschirm entworfen wurde, und wo es sich also um das erste Instrument „zu objektivem Gebrauche“ in der heutigen Sprechweise handelte. Sehr bald darauf stößt man auf die Verwendung des astronomischen Fernrohrs zur *Projektion des Bildes auf einen Schirm*, und zwar hatte man diese Einrichtung getroffen zur objektiven Vorführung der verschiedenen Phasen einer Sonnenfinsternis. Aber einen tiefen Eindruck hatte diese neuartige Verwendung optischer Instrumente zu jener Zeit nicht gemacht: weder wurde damals die *Laterna magica* als ein „edles“ Instrument im Petzval'schen Sinne angesehen — sie galt als müßige Spielerei — noch erschien die eigenartige Benutzung des astronomischen Fernrohrs als etwas anderes denn ein kurioser Ausnahmefall, zu dessen Gunsten man die bestehende Auffassung von der Eigenart der optischen Instrumente nicht aufgab. Diese beruhte im wesentlichen eben auf ihrer Förderung der Forschung, und man hat damals im allgemeinen nicht an ihre Verwendung zu Lehrzwecken gedacht.

Da aber die Erfindung und Verbreitung optischer Instrumente zu jener Zeit nicht allein, ja kaum vorzugsweise, von der ihrer Ziele bewußten Wissenschaft ausging, sondern da auch die freie Erfindung, besser gesagt das Amateurwesen, einen Anteil daran hatte, so entwickelten sich — auf mannigfach verschlungenen Umwegen, die hier nicht besprochen werden können — bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts in dem *Guckkasten* und etwas später in der *Camera obscura* zwei Instrumente, die sogar der Vergrößerungswirkung entbehrten. Es mag wenigstens eben angedeutet werden, daß es sich bei der *Camera obscura* schon früh um zwei Ausführungsformen handelte, deren eine klein und tragbar als *Zeichenapparat* diente, während die andere stationäre die *Wiedergabe von Landschaften* und namentlich auch von ihrem bewegten Vordergrund zum Zweck hatte. Man diente mit der letztgenannten Einrichtung sicherlich in den meisten Fällen müßiger Neugier, doch würde man jene alte Zeit durch dies für die Gegenwart gerechtfertigte absprechende Urteil zu sehr herab-

setzen, wollte man nicht erwähnen, daß es damals auch eine Reihe von Kennern gab, die in einer solchen Demonstration perspektivischer Gesetze ein feines verstandesmäßiges Vergnügen fanden.

Immerhin konnten auch diese Einrichtungen um so weniger die Gültigkeit des alten nur die beiden vergrößernden Instrumente umschließenden Lehrbegriffs erschüttern, als sich die physikalische Wissenschaft, deren Vertreter ja auch die Instrumentenoptik lehrmäßig behandelten, namentlich im 17. und 18. Jahrhundert mit der Verbesserung der optischen Instrumente, insonderheit des vornehmeren Fernrohrs, durch die Einführung der Spiegelinstrumente, auf das ernsthafteste und erfolgreichste beschäftigte. Als dann durch die Arbeiten zunächst *Chester Moor Halls*, dann *John Dollonds* der Nachweis geliefert worden war, daß die störenden Farbenfehler der dioptrischen Instrumente gehoben werden könnten, da erschien die Ausdehnung des nunmehr der Technik erschlossenen Feldes so ungeheuer, daß kaum eine andere Aufgabe vorzuliegen schien als die des Ausbaus der alten vergrößernden Instrumente. Gewiß kann man auch in dieser Zeit auf so interessante Köpfe wie *Johann Heinrich Lambert* hinweisen, der in meisterhafter Weise die Theorie der Zeichenhilfen und des Guckkastens entwickelte, aber diese seine Arbeiten scheinen keinen besonders großen Anklang gefunden zu haben. Daß er für solche ziemlich weit abliegenden Abhandlungen überhaupt Leser fand, war eine Folge der günstigen Zeitlage, denn darin unterschied sich der Ausgang des 18. Jahrhunderts sehr zu seinem Vorteil von der Gegenwart, daß man mit einer Klasse von Kennern rechnen konnte. Gerade *Lambert* spricht beispielsweise in einem mehrfach aufgelegten Buche über die Perspektive von Gemälden in einer Weise, die uns beschämen müßte, wenn wir heute in Sachen des Kunstverständnisses diesem Gefühl leicht zugänglich wären. In der Technik entwickelte sich allmählich aus der *Laterna magica* das *Lampen-* und das *Sonnenmikroskop*, ein Instrument, das im wesentlichen Lehrzwecken dienend allenfalls auf die Achromasie verzichten konnte, während die naheliegende Achromatisierung des alten zusammengesetzten Mikroskops allgemeiner erst im 19. Jahrhundert durchgeführt wurde.

Die gewaltigen Umwälzungen während und nach der französischen Revolution lenkten das allgemeine Interesse von optischen Gegenständen ab, und erst im Anfang des 19. Jahrhunderts bieten namentlich die militärischen Anforderungen jener kriegerischen Periode der Konstruktion der Fernrohre lohnende Aufgaben. Hier stellte *Joseph Fraunhofers* Genius durch die Forderung, die Ergebnisse seiner strengen Vorausberechnung zu erreichen, der technischen Optik ein neues Problem, und der durch ihn der Münchener Optik erteilte Anstoß war so nachhaltig, daß der gute Ruf seiner Werkstätte auch unter seinen unmittelbaren Nachfolgern erhalten blieb, obwohl uns nichts zu der Annahme zwingt, sie hätten sich wesentlich über das Niveau guter Techniker erhoben. Auch schon hier findet sich der enge Zusammenhang zwischen

dem technischen Optiker und dem Glasfabrikanten, der später für die deutsche Präzisionsoptik eine so große Rolle spielen sollte. Hier wies *Fraunhofer* in genialer Weise die Wege, indem er die Aufgabe stellte, die beim damaligen Stande der Technik die größte Bedeutung für die Glasschmelzer hatte, die Hebung des sekundären Spektrums. Sein früher Tod brachte allerdings diese hoffnungsreichen Ansätze zum Verdorren, aber immerhin war das große Beispiel einer wissenschaftlichen Leitung zweier auf einander angewiesener Betriebe gegeben, und die Münchener Werkstätte erfreute sich durch die Leistungen ihrer nur für den eigenen Bedarf arbeitenden Schmelzanstalt eines weiteren Vorsprungs vor konkurrierenden Betrieben.

Zu gleicher Zeit findet sich eine Verbesserung der *Laterna magica*, die als *Nebelbilderapparat* in *Robertsons* phantastischen Schaustellungen das Interesse des Publikums auf sich zog und in England um diese Zeit wohl schon in dem populären Unterricht verwendet zu werden begann. Die Achromatisierung des holländischen Fernrohrs wurde ebenfalls seit dem Ausgange des 18. Jahrhunderts vornehmlich in England und Frankreich durchgeführt und — da nach dem ersten Drittel des 19. Jahrhunderts das *doppelte Theaterglas* anfangs langsam, dann immer schneller in Aufnahme kam — es begann sich jetzt die früher so nicht gekannte Massenfabrikation optischer Instrumente zu entwickeln. Sie war der Grund dafür, daß zuerst die kleinen Betriebe, dann auch die großen Anstalten an die Glashütten Aufträge vergeben konnten; es ergab sich mithin im Gegensatz zu dem Münchener System nunmehr die Möglichkeit, die Glaserzeugung allein, ohne Rücksicht auf die Materialverarbeitung, zu betreiben. Zuerst die französische, dann die englische Glastechnik erwuchs ganz ohne direkten Zusammenhang mit der technischen Optik, lernte aber bald mit gutem Erfolge die Bedürfnisse der Massenfabrikation für jene Zeit ausreichend zu befriedigen.

Im Ausland begann, wenn man die Petrische Geschichte des Mikroskops benutzt, im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts durch *Giovanni Battista Amicis* Arbeiten, aber auch durch die Tätigkeit optischer Künstler, die Verbesserung des lange vernachlässigten, zusammengesetzten Mikroskops, aber diese im eigentlichen Sinne künstlerische Tätigkeit ist für die Entwicklung der modernen Optik nicht so wichtig gewesen, wie die Einwirkung, die von dem soeben neu entdeckten Gebiete der Photographie auf die optische Technik ausgeübt wurde. Gewiß war der photographische Apparat nicht aus dem Nichts entstanden, sondern er hatte sich vielmehr aus der *Camera obscura* entwickelt, aber niemand, selbst *Arago* nicht in seiner meisterhaften Rede zur Einführung des Daguerreschen Verfahrens konnte voraussehen, welche Folgen diese Erfindung für die optischen Instrumente haben werde. Hier handelte es sich wieder um einen Massenartikel und dabei um eine Linsenkombination, deren Eigenschaften von den alten Instrumenten nicht abgeleitet werden konnten. Kein Optiker vermochte sich zu helfen, und die ersten

Jahre vergingen mit erfolglosen Versuchen. Ein wunderbarer Glücksfall, die ganz zufällige Beziehung zu *Josef Petzval*, warf eine wissenschaftlich vorher bestimmte Kombination einem jungen Wiener Optiker in den Schoß, der den Wert des Schatzes nicht ahnte, der ihm zugefallen war. Da keinerlei Schritte getan worden waren, um die Erfinderrechte durch Patente zu schützen, so wurde das Petzvalsche *Porträtobjektiv* allgemeines Eigentum, und es geschah, da sich bald zwischen *Voigtländer* und *Petzval* Mißstimmungen einstellten, von dem Erfinder zunächst nichts, um das Verständnis für seine Erfindung zu erwecken. Gekauft und benutzt wurde das neue Instrument in großen Mengen, aber die neu erwachsende Gruppe der Porträtphotographen war nicht imstande, dieses Instrument zu verstehen: sie hatten genug zu tun, ihre chemischen Kenntnisse zu erwerben, bei der Linse fragte man nur nach den Leistungen. Eine nicht wiederkehrende Gelegenheit, das Verständnis für das neue Instrument zu fördern, wurde versäumt. Aber das Linsensystem selbst wurde von den Optikern aus aller Herren Ländern hergestellt und erstickte die verschiedenen nationalen Konstruktionen der Anfangszeit vollständig, so daß die Geschichte der photographischen Optik in den ersten drei Lustren etwa von einer sehr bequemen Einfachheit ist. Eine Wandlung trat erst ein durch das allmählich heranwachsende Amateurwesen, das sich in England zu leistungsfähigen Arbeitsgesellschaften zusammenschloß. Diese Entwicklung ist geradezu bewunderungswürdig, und ihr ist auf dem Kontinent nichts an die Seite zu stellen; die gegenseitige Förderung der Mitglieder trägt reiche Früchte, und einem Manne wie *George Shadbolt* muß man als Lehrer und Anreger das höchste Lob entgegenbringen. Es kam hinzu, daß ein bedeutender und auf erstaunlich weite Kreise wirkender Physiker, *Sir David Brewster*, den Versuch machte, die photographische Aufnahme als eine perspektivische Darstellung zu verstehen, und auf diesem Wege ist ihm manche Förderung des Verständnisses gelungen; allerdings störten ihn auch manche vorgefaßte Meinungen, die aus einer gar zu weit getriebenen Analogisierung der Photographie mit dem Sehvorgang flossen. Jedenfalls kann man aus der Beschäftigung eines namhaften Gelehrten auf einem soeben erschlossenen Gebiete auf eine große Höhe des theoretischen Interesses schließen, und diese Annahme wird durch die Geschichte bestätigt. Die Teilnahme an der geometrischen Optik war in den englischen photographischen Gesellschaften um die Mitte des 19. Jahrhunderts dauernd im Wachsen, und man findet die Linsenfehler, den Strahlengang in Einzelfällen und namentlich die Objektivkonstruktionen von fähigen Männern sehr zufriedenstellend, ja zum Teil ganz ausgezeichnet besprochen. Unter so günstigen Umständen entwickelte sich sehr schnell ein Stamm von Kennern, und man erlebt das wunderbare Schauspiel, wie ein bestimmtes theoretisches Problem, die Konstruktion eines verzeichnungsfreien Objektivs mit ziemlich großem Gesichtsfelde, durch gemeinsame Arbeit von Theoretikern und Praktikern, von Amateuren

und Optikern mit einem gewissen Erfolge gelöst ward. Ganz anders als in Deutschland handelte es sich hier nicht um eine wissenschaftlich überlegen geschulte Persönlichkeit, die das Problem in endgültiger Weise löste, sondern in einer sozusagen demokratischen Art wurde unter der Mitwirkung der musterhaft geleiteten Fachpresse die Arbeit durch die Mitwirkung einer ganzen Anzahl Gleichberechtigter geleistet. Allerdings war die Kenntnis dieser Männer etwas empirisch, und wenn auch einzelne, wie z. B. *Robert Henry Bow*, tiefergehende theoretische Kenntnisse besaßen, so wagte sich doch ihrer keiner an die gar zu formidabel erscheinende Aufgabe, eine solche Einzelkonstruktion durch trigonometrische Rechnung bis ins Einzelne vorauszubestimmen.

In diese durchaus glückliche Entwicklung greift fühlbar die inzwischen neu erstarkte deutsche Schule ein. In München hatte um die Mitte der fünfziger Jahre der bedeutende Physiker *Carl August Steinheil* die Fraunhoferschen Traditionen der Vorausberechnung von Fernrohrobjektiven wieder aufgenommen, und es war dann unter Beihilfe des ausgezeichneten Astronomen *Ludwig Seidel* zu einer solchen Erweiterung der theoretischen Methoden gekommen, daß *Hugo Adolf Steinheil*, der Sohn des Begründers, für das photographische Objektiv die Vorausberechnung der Daten aufnehmen und so das Werk fortsetzen konnte, das *Petzval* unvollendet gelassen hatte. Sehr bald nach dem Beginn seiner photographischen Rechnungen entwarf der jüngere *Steinheil* in dem *Aplanaten* einen Typus, der ähnlich wie das Petzvalsche Porträtobjektiv seinen Siegeszug um die Welt antreten sollte, und der auf dem Gebiete der Reproduktions- und Landschaftsobjektive nur die fremdländischen Konstruktionen bestehen ließ, die ihm, wie gewisse Dallmeyersche Objektivtypen, wesensähnlich waren. Natürlich war dieser volle Erfolg für die lebhafteste Erfindertätigkeit in den englischen Gesellschaften nicht günstig: das viel umstrittene Problem war von einem optischen Spezialisten eben gelöst worden, und da auch auf anderen Gebieten der photographischen Technik um das Ende der sechziger Jahre ein Nachlassen des Interesses in England zu bemerken ist, so hielt sich das wissenschaftliche Leben in den englischen Arbeitsgesellschaften nicht auf der gleichen idealen Höhe.

Für die technische Optik in Deutschland aber waren gerade diese Jahre von einer besonders hohen Bedeutung insofern, als *Ernst Abbe* in unermüdlichem Arbeitsernst damit begann, nun auch für das dritte Instrument, das Mikroskop, das Fraunhofersche Ideal der Vorausberechnung der Konstruktionen zu verwirklichen. Er legte damit in der kleinen thüringischen Universitätsstadt den Grund zu einem großen Zentrum der optischen Industrie, denn es war ihm vollständig klar, daß die alte tatonnierende Methode wohl brauchbare Mikroskope liefern konnte, daß sie aber gleichsam als persönliche Produkte eines Künstlers entstanden, während es ihm sowohl als Förderer der Naturwissenschaften wie auch als Berater eines Fabrikanten darauf ankam, das Mikroskop zu einem jederzeit

mit voller Sicherheit erzeugbaren Industrieprodukt zu machen. Es ergab sich dabei, daß die Qualität des Erzeugnisses — weit entfernt abzunehmen — außerordentlich stieg, während anderseits die zu seiner Vollendung notwendige Arbeitszeit geringer wurde. Was seine Aufgabe aber besonders schwer machte und gänzlich von den früheren Bestrebungen in gleicher Richtung unterschied, war der Umstand, daß *Abbe* erkannte, man könne sich bei der Mikroskoptheorie nicht auf die geometrische Optik beschränken, sondern müsse die Wellennatur des Lichts berücksichtigen. Schon gegen Anfang der siebziger Jahre war dieses Problem gelöst, und die im Jahre 1872 angebotenen, zum erstenmal bis ins Einzelne vorausberechneten Objektive zeigten durch ihre Leistungsfähigkeit und Gleichmäßigkeit den Vorsprung, den die wissenschaftlich geleitete Fabrikation vor der Herstellung durch die Hand eines einzelnen auch noch so begabten Meisters bot.

Dieser erste große Erfolg führte *Abbe* zu scharfer Betonung der Notwendigkeit neuer Materialien, wenn die Farbenfehler vollkommener gehoben werden sollten. Ganz ähnlich wie seinerzeit *Fraunhofer* für das Fernrohr der Schmelztechnik neue Aufgaben stellen mußte, war auch *Abbe* vom Mikroskop ausgehend gezwungen, die Verbesserung des Glasmaterials zu fordern. Dabei spielte das alte *Fraunhofersche* Problem von Glaspaairen mit proportionalem Gange der Teildispersion auch jetzt noch eine große, wenn auch nicht mehr die einzige Rolle. *Abbe* stellte ihm die zweite Aufgabe an die Seite, die mittlere Brechung zur Dispersion in ein anderes Verhältnis zu setzen, und in beiden Fällen gelang dem Chemiker *Otto Schott* eine Lösung, die im ersten Falle noch dadurch ergänzt wurde, daß *Abbe*, die wertvollen Eigenschaften des Flußspats erkennend, dieses Mineral in die Mikroskopobjektive einführte. Im Jahre 1886 konnte man von einer gewissen Vollendung der neuen apochromatischen Mikroskopobjektive sprechen, und es sei als ein Zeichen der allgemeinen Anerkennung darauf hingewiesen, daß *Robert Koch* seine Bazillenforschungen überwiegend mit den rechnerisch vorausbestimmten Objektiven angestellt hat.

Es ist nicht verwunderlich, daß *Abbe* nach derartigen Erfolgen auch die Bearbeitung anderer Gebiete der technischen Optik in Angriff nahm und an die von so verschiedenen Seiten her gelegentlich bearbeitete Aufgabe mit voller Erkenntnis ihres Umfanges herantrat. Es mag gleich hier darauf hingewiesen werden, daß diese Anschauungen Allgemeingut der deutschen technischen Optik geworden sind, und daß heute eine Arbeitsteilung zwischen rechnendem Theoretiker und ausführendem Techniker in den deutschen optischen Werkstätten die Regel ist.

Zunächst wandte man sich in Jena dem photographischen Objektiv zu, hoffte man doch des letzten Abbildungsfehlers Herr zu werden und die Fläche des von Astigmatismus schiefer Büschel freien Bildes zu ebnen. Es ist in jedes Fachmanns Gedächtnis, wie 1890/91 diese Aufgabe von *Paul Rudolph* gelöst wurde, und wie dann aus den Ar-

beiten namentlich deutscher Werkstätten eine fast unübersehbare Anzahl neuer Objektivkonstruktionen emporwuchs, die alle ein geebnetes, von Astigmatismus schiefer Büschel freies Bildfeld hatten. In neuester Zeit ist von maßgebender Seite darauf hingewiesen worden, daß diese bewunderungswürdigen Leistungen nur ermöglicht wurden durch eine Häufung mathematischer Singularitäten in diesen von Anfang an durch exakte Rechnung gefundenen Systemen. Daß aber diese Rechnungen überhaupt angestellt wurden, das ist in hohem Maße *Abbes* Verdienst, der in der grundsätzlichen Forderung einer eingehenden Vorausberechnung und in der Aufstellung seines Rechenschemas zu dieser Entwicklung die Vorbedingungen schuf und den Anstoß gab, wenngleich er sich persönlich an diesen Rechnungen nicht beteiligte.

Noch ein letzter Erfolg war *Abbe* auf dem Gebiete der Handfernrohre beschieden, nämlich die Wiederauffindung der schon in den 50er Jahren von dem italienischen Optiker *Ignazio Porro* erfundenen *Prismenfernrohre*, die er hauptsächlich als *Doppelfernrohre* mittlerer Vergrößerung auf den Markt brachte. Er hat damit der Präzisionsoptik vor allem in unserem Vaterlande einen weiteren Anstoß gegeben, dessen Bedeutung schwer richtig einzuschätzen ist. Es mag bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, daß die Grundlage des Einzelfernrohres mit Prismenumkehrung in neuester Zeit von der Goerzschen Anstalt zur Konstruktion eines vollkommenen Richtfernrohres für Geschütze verwandt worden ist, das unter dem Namen des *Panoramafernrohres* auf den Markt gebracht wurde. Dieses System erlaubt ohne Änderung der Blickrichtung des Beobachters mittels einer Drehung des Objektivs den ganzen Horizont abzusuchen, und dabei bleibt das Bild der gerade anvisierten Objekte stets aufrecht und seitenrichtig. Es ist verständlich, daß ein solches Instrument für die Artillerie von einer sehr hohen Bedeutung geworden ist.

Nach den ungemein großen Erfolgen *Abbes* und seiner Mitarbeiter lag es nahe, eine zusammenfassende Theorie der Optik und eine eingehende Behandlung der optischen Instrumente herauszugeben, und darin namentlich den Jenaer Standpunkt zu vertreten. Dieser Aufgabe unterzog sich im Anfang der 90er Jahre *Siegfried Czapski*, und man kann wohl sagen, daß ein derartig umfassendes Buch auf dem Gebiete der technischen Optik noch nicht erschienen war. Namentlich die *Abbesche* Theorie der Strahlenbegrenzung, die in den zwanzig Jahren seit ihrer Veröffentlichung ganz unbeachtet geblieben war, rückte hier in ein helleres Licht und begann allmählich als die Lehre anerkannt zu werden, ohne die ein Verständnis der Leistungen der optischen Instrumente unmöglich ist.

Was die einzelnen Instrumente angeht, so blieb *Czapski*, der in seinem Buche nur die alten Instrumente und das photographische Objektiv behandelte, bei der gewohnten Gruppierung in solche zu subjektivem und zu objektivem Gebrauch, obwohl er an einzelnen Stellen auf die nahe Verwandtschaft der Instrumente beider Verwendungsarten

hinwies. Er hat übrigens in einer seiner späteren Äußerungen erkennen lassen, daß er an dieser Einteilung nicht festhalten wolle, und in der Tat kann man den subjektiven und den objektiven Gebrauch nicht als ein entscheidendes Merkmal für die Einteilung hinstellen. Wenn in der Tat das photographische Objektiv eine besondere Stellung einnimmt, so sind dafür andere Gründe maßgebend als der, daß es auf einer Platte arbeitet.

Vorderhand aber blieb diese Einteilung bestehen, und die nächsten bemerkenswerten Leistungen in der Instrumentenoptik, der Bau der *Riesenrefraktoren* und der Beginn der Verwendung von *Spiegeln zur Himmelsphotographie* waren nicht dazu angetan, einen Zweifel an der Zweckmäßigkeit des Einteilungsprinzips zu erwecken. Auch die von *Henry Siedentopf* entwickelte *Ultramikroskopie*, in der die Methoden der Dunkelfeldbeleuchtung allgemein verfeinert waren, so daß das Vorhandensein vereinzelter kleinster Objekte in einer vorher ungeahnten Weise nachgewiesen werden konnte, fügte sich jenem System befriedigend ein. Etwas anders stand es schon mit der Steigerung des Auflösungsvermögens, die *August Köhler* mit seiner *mikrophotographischen Einrichtung für ultraviolettes Licht* erreichte. Diese ganz aus dem ultraviolettdurchlässigen Quarz bestehende Kombination gestattete zum erstenmal die Anwendung der Mikrophotographie, nicht nur zur Fixierung sonst schon bekannter, sondern zur Auffindung neuer Erscheinungen; die Mikrophotographie diene also jetzt auch der reinen Forschung, nicht nur Lehrzwecken, und damit war ein wohl seit lange winkendes, bisher aber immer vergeblich erstrebtes Ziel erreicht worden.

(Schluß folgt.)

Biologische Probleme ¹⁾.

Von Professor Dr. Max Kassowitz, Wien.

Das Eiweißbedürfnis des Tierkörpers.

Ich habe früher (im 6. Hefte) darauf hingewiesen, daß in den Pflanzensamen und in den Wurzeln und Knollen ebenso wie in den Eiern, der Milch und dem Blute, also in allen natürlichen Nährböden, in denen wachsende Protoplasmen ihren Nahrungsbedarf decken, außer den niemals fehlenden Eiweißkörpern immer auch Kohlehydrate oder Fette (sehr häufig auch beide) und alle zum Leben des betreffenden Organismus notwendigen Mineralstoffe enthalten sind, und habe darin eine weitere Stütze für die Annahme erblickt, daß die Moleküle des Protoplasmas nicht aus Eiweiß allein gebildet werden, sondern daß sie neben einem eiweißartigen Kern auch stickstofffreie Atomkomplexe oder Seitenketten enthalten, zu deren Bildung Zucker oder Fett und außerdem die anorganischen Teile der Nahrung verwendet werden. Den grünen und vielen nichtgrünen Pflanzen stehen allerdings nur im Beginne ihrer Entwicklung eiweißartige Stoffe in ihren Sporen, Samen oder Wurzelstöcken zur Verfügung;

dafür haben sie aber die Fähigkeit, ihren Stickstoff aus einfacheren Verbindungen zu beziehen, die entweder direkt oder indirekt aus den stickstoffhaltigen Ausscheidungen der Tiere herkommen. Nur gewisse niedere Bakterien sind auch imstande, den molekularen Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren, d. h. zum Aufbau der stickstoffhaltigen Gruppen ihrer Protoplasma-moleküle zu verwenden; und erst ihre stickstoffhaltigen Zerfallsprodukte können dann wieder von den höheren Pflanzen, auf deren Wurzeln sie schmarotzen, zur Bildung ihrer eigenen Protoplasmen herangezogen werden. Aber auch für die Verwertung von Ammoniak und dessen Salzen sind die höheren Pflanzen auf die Intervention gewisser „nitrifizierender“ Bakterien angewiesen, da sie sie nicht direkt assimilieren können, sondern erst die salpetersauren Salze, die von den Ammoniak-assimilierenden Bakterien ausgeschieden werden. Diese Nitrate werden dann von den grünen Pflanzen zusammen mit dem Kohlenstoff der atmosphärischen Kohlensäure oder mit der Gruppe HCOH ihrer eigenen Kohlehydrate oder der Gruppe HCH ihrer fetten Öle nebst den obligaten Sulfaten und anderen Salzen zur Synthese ihrer Protoplasma-moleküle verwendet. Die Pflanzen können also ihre stickstoffhaltigen Atomgruppen mit Hilfe von eiweißartigen Reservestoffen herstellen; sie können dazu aber auch einfachere Stickstoffverbindungen verwenden, die sie entweder von außen beziehen oder (wie z. B. das Asparagin) in ihrem eigenen Körper als Zerfallsprodukte ihrer eigenen Protoplasmen vorfinden. *Da sie diese ihre eigenen stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte wieder synthetisch verwerten können, besitzen die Pflanzen auch keine besonderen Organe für deren Ausscheidung*, während die Tiere die einfacher gebauten stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte ihrer Protoplasmen als nicht mehr verwendbare Auswurfstoffe durch die Nieren oder durch nierenähnliche Organe regelmäßig nach außen befördern.

Aus diesem Umstande sowohl als aus der Tatsache, daß alle uns bekannten Tiere in ihrer natürlichen Nahrung neben anderen organischen und anorganischen Stoffen immer auch eiweißartiges Material in sich aufnehmen, hat man bis vor kurzem geschlossen, daß die Tiere ihren Stickstoffbedarf nur mit pflanzlichem oder tierischem Eiweiß decken können und daß sie höchstens daneben auch noch Knorpel-, Knochen- und Bindegewebsleim verwenden, aber mit diesen allein ohne Eiweiß nicht auskommen können. Die Unentbehrlichkeit der Eiweißnahrung für alle tierischen Organismen hielt die Wissenschaft noch vor kurzem für so ausgemacht, daß der berühmte Physiologe *Ludwig* sagen konnte, mit der Entdeckung von *Mulder*, der zuerst auf diese Unentbehrlichkeit hinwies, habe ein neuer Abschnitt in der Ernährungsphysiologie begonnen.

Dieses scheinbar gesicherte Fundament der Ernährungslehre ist nun in den letzten Jahren ins Wanken gekommen, seitdem mehrere Stoffwechsel-forscher gezeigt haben, daß man Versuchstiere nicht nur einige Tage, sondern mehrere Wochen mit einer Nahrung im Stickstoffgleichgewicht erhalten könne, in der weder Eiweiß, noch dessen nächste Spaltungs-

¹⁾ Siehe Heft 1, 6 und 13.

produkte (Albumosen und Peptone) enthalten sind, sondern nur tiefe Abbauprodukte von Eiweiß, hauptsächlich Aminosäuren, die auch durch künstliche Synthese erzeugt werden können. Ja einige Experimentatoren wollen ein solches Gleichgewicht — welches darin besteht, daß nicht mehr Stickstoff ausgeschieden wird als aufgenommen wurde — auch mit einer Nahrung erzielt haben, die den Stickstoff nur in Ammoniaksalzen oder sogar im Harnstoff enthalten hat.

Man hat nun aus diesen jedenfalls sehr bemerkenswerten Ergebnissen, obwohl sie bei Kontrolluntersuchungen nicht immer in ihrem ganzen Umfange bestätigt werden konnten, die weitgehendsten Schlüsse gezogen und in ihnen sogar die Lösung des Problems der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe erblicken wollen, deren Verwendung in der Praxis nur an der übergroßen Kostspieligkeit der künstlichen Herstellung dieser Verbindungen scheitern würde. Aber darin scheinen die meisten jetzt übereinzustimmen, daß die Zerlegung der Eiweißstoffe in den Verdauungsorganen nicht, wie man noch vor kurzem glaubte, zum großen Teile nur bis zu den Albumosen und Peptonen fortschreitet, von denen man annahm, daß sie als solche von der Darmwand resorbiert oder assimiliert werden; sondern daß diese Spaltung durchwegs bis zu den tieferen Abbauprodukten fortschreitet und daß erst diese einfacheren Stickstoffverbindungen, die auch künstlich dargestellt werden können, entweder als „Zellbausteine“ verwendet oder als bloße „Energiespender“ noch weiter bis zu den exkrementiellen Stoffen abgebaut werden.

Wir wollen uns nun die Tatsachen etwas näher besehen, um zu beurteilen, ob diese Schlußfolgerungen wirklich gerechtfertigt sind.

Sicher ist es, daß die in der tierischen Nahrung enthaltenen Eiweiß- und Leimsubstanzen nicht als solche in den Stoffwechsel gelangen, sondern früher durch die Einwirkung verschiedener Verdauungsfermente in einfachere Bestandteile zerlegt werden, die aber den Eiweißcharakter noch nicht ganz verloren haben, weil sie noch die für Eiweiß charakteristische Biuretreaktion geben. Da diese nächsten Spaltprodukte durch tote Membranen diffundieren, hat man angenommen, daß diese Spaltung den Zweck hat, die Aufnahme der Spaltprodukte in den Kreislauf zu ermöglichen. Diese teleologische Erklärung kann uns aber schon an sich nicht befriedigen, weil wir nicht mehr zufrieden sind, wenn man uns sagt, daß ein Geschehnis diesen oder jenen Vorteil gewährt, sondern wir immer auch wissen möchten, wie es zustande kommt. In diesem Falle gewähren uns aber gewisse Erfahrungen der letzten Jahre eine ziemlich befriedigende Einsicht, indem sich gezeigt hat, daß körperfremde organische Stoffe, wenn sie ins Blut eingeführt werden, in diesem Fermentstoffe erzeugen, die ihre Zerlegung in einfachere, für den Organismus verwertbare Verbindungen bewerkstelligen können. Dies gilt nicht nur für kompliziert gebaute Eiweißkörper, sondern auch für Kohlehydrate und Fette, die auch nicht als solche, sondern nur in ihren einfacheren Spaltprodukten im Stoffwechsel verbraucht werden können. Die Zerlegungen erfolgen

also nicht, weil sie zweckmäßig sind, sondern weil die körperfremden Stoffe bei ihrem Zusammenstoß mit dem reizbaren Protoplasma in diesem gewisse Veränderungen hervorrufen, die zur Bildung der spaltenden Fermente führen; und es wird in einem späteren Artikel gezeigt werden, daß sich diese Veränderungen naturnotwendig und ohne Rücksicht auf einen daraus erwachsenden Nutzen vollziehen müssen.

Aber auch die Annahme, daß die Eiweißkörper der Nahrung nicht als solche, sondern erst nach ihrer Spaltung in Peptone durch die Darmwand passieren können, entspricht nicht den Tatsachen. Denn erstens erscheint Hühnereiweiß, wenn es im Übermaß verfüttert wird, zum großen Teil unverändert im Harn, muß also als solches die Darmwand passiert haben; und andererseits konnte man von den durch tote Membranen leicht diffundierenden Peptonen keine Spur jenseits der lebenden Darmwand nachweisen, sondern man findet im Blute nur die „art-eigenen“ Eiweißstoffe, die man jetzt durch die sogenannte biologische Reaktion (wovon später) als solche erkennen kann. Die verschwundenen Peptone werden aber auch nicht in der Darmwand, wie man zu sagen pflegt, in die Eiweißkörper zurückverwandelt oder regeneriert, denn die Eiweißkörper des Blutes sind ja ganz andere als die der Nahrung; sondern sie werden in den Epithelzellen und in der Darmwand zum Aufbau neuer Protoplasamoleküle verwendet und diese geben bei ihrem Zerfall ein „inneres Sekret“ in den Chylus ab, das, ebenso wie das äußere Sekret der Milchdrüse, neben arteigenen Eiweißkörpern auch arteigene Fette enthält, die, wie in der Milch, auch bei fettfreier Nahrung nicht fehlen. Die großen Moleküle des Nahrungseiweißes müssen also nicht deshalb in einfachere Verbindungen zerlegt werden, weil sie nicht die Darmwand passieren können, sondern sie würden sich als solche in die Architektur der neu zu bildenden Moleküle nicht einfügen lassen. Aus der ganz anderen Beschaffenheit ihrer Zerfallsprodukte müssen wir nämlich schließen, daß die Atomanordnung in den stickstoffhaltigen Komplexen der neugebildeten Moleküle eine andere ist, als in dem zu ihrem Aufbau verwendeten Eiweiß; und in diese andere Architektur können die Moleküle der genuinen Eiweiße unmöglich als solche eintreten, etwa so, wie man zur Nachahmung eines Mosaikbildes nicht größere Bruchstücke eines anderen Bildes, sondern höchstens kleine Splitter eines solchen verwenden kann. Nur darf dieser Vergleich nicht so aufgefaßt werden, daß die Spaltprodukte nach dem jetzt so häufig gebrauchten Ausdruck als „Zellbausteine“ verwendet werden; denn erstens handelt es sich nicht um den Aufbau einer Zelle, in der Millionen von Protoplasamolekülen mit nicht protoplasmatischen Formelementen untergebracht sind; und dann werden Bausteine bloß zusammengefügt oder zusammengekittet, während wir immer an die chemische Synthese überaus komplizierter Moleküle denken müssen, zu denen sich die der Nahrung entnommenen Atomkomplexe mit ihren bei der Assimilation frei gewordenen Affinitäten vereinigen.

Sehr geeignet zur Orientierung ist hier eine Gegenüberstellung von Hühnereiweiß und von

Rohrzucker in bezug auf ihr Verhalten gegen tote Membranen und gegen die lebende Darmwand. Obwohl der Eiweißkörper als kolloide Substanz durch die tote Membran gar nicht, der Rohrzucker dagegen als kristalloider Körper sehr leicht hindurchpassiert, findet man doch von beiden Stoffen, solange sie in normalen Mengen eingebracht werden, nicht eine Spur im Blute. Werden sie aber in solcher Menge eingeführt, daß nicht das ganze Quantum durch die Verdauungsfermente zerlegt werden kann, dann gelangt sowohl der schwer diffundierende Eiweißkörper, als der überaus leicht diffundierende Zucker in die Zirkulation und beide werden, weil sie im ungespaltenen Zustande auch von den Körperprotoplasmen nicht assimiliert werden können, durch die Niere ausgeschieden; und dasselbe geschieht auch mit beiden, wenn sie mit Umgehung des Darms ins Blut eingespritzt werden. Aber auch der Mechanismus der Ausscheidung durch die Niere ist nur auf Grund der Annahme verständlich, daß nicht die komplizierteren Eiweiß- und Zuckermoleküle, sondern nur ihre einfacheren Spaltprodukte zum Ausbau neuer Protoplasma-moleküle nach dem Muster der assimilierenden verwendet werden können. Warum werden Bluteiweiß und Blutzucker von der normalen Niere nicht durchgelassen, obwohl Hühnereiweiß und Rohrzucker den Filterapparat der Nierenkapseln ungehindert passieren? Das ist nur dadurch möglich, daß beide vorzüglichen Nahrungsstoffe auf ihrem langen Wege durch die gewundenen und geraden Nierenkanälchen von den mächtigen Protoplasma-leibern der in sie hineinragenden Epithelzellen an sich gerissen und zum Aufbau ihrer Protoplasma-moleküle verwendet werden¹⁾. Gelangen aber die großen Moleküle des Hühnerealbumins oder des Rohrzuckers in den Nierenkreislauf und in die Bowmanschen Kapseln, dann passieren sie das Spalier der Epithelzellen in den Nierenkanälchen unbehelligt, weil sie trotz ihres vorzüglichen Nährwertes von dem Protoplasma dieser Zellen ebenso wenig im ungespaltenen Zustande verwendet werden können, als von den Darmepithelien und von den vielen Körperprotoplasmen, an denen sie vorbeigekommen sind. —

Und nun stehen wir vor der Frage, ob wir die bisherige Vorstellung aufgeben müssen, daß die Peptone und die anderen höheren Spaltprodukte

der Eiweißkörper gleich den sechsgliedrigen Spaltprodukten der höher zusammengesetzten Kohlehydrate als solche assimiliert werden, und ob wir dafür die neue Lehre annehmen sollen, daß die Spaltung im Darm bis zu noch viel tieferen Abbauprodukten fortgesetzt werden muß und daß erst diese als „Zellbausteine“ oder, wie wir lieber sagen, als Material für die Synthese neuer Protoplasma-moleküle Verwendung finden können.

Wenn man nun vorerst von den Fütterungsversuchen absieht und nur das sonstige Tatsachenmaterial ins Auge faßt, so muß man sagen, daß dieses eher gegen die neue Auffassung auszusagen scheint. Vor allem ist zu bedenken, daß die Mehrzahl der niederen Abbauprodukte des Eiweißes in Wasser löslich und zum Teil leicht löslich ist und daß daher ein ansehnlicher Teil derselben mit dem Wasserstrom in die Darmvenen und durch die Pfortader in die Leber gelangen müßte, wo diese Substanzen, wie man bestimmt weiß, in Harnstoff (bei den Säugetieren) oder in Harnsäure (bei den Vögeln) umgewandelt werden. Die Umwandlung geschieht wahrscheinlich in der Weise, daß diese Stoffe beim Zusammenstoße mit den zersetzlichen Protoplasma-molekülen der Leberzellen diese zum Einsturze bringen, wobei auch ihr eigenes chemisches Gefüge so weit gelockert wird, daß sich ihre Atome neu gruppieren und zwar so, daß sie bei den harnstoffbildenden Tieren sich in Harnstoff und bei den Harnsäuretieren in Harnsäure umlagern; daß sie also dieselbe Anordnung gewinnen wie das stickstoffhaltige Zerfallsprodukt der von ihnen zum Einsturz gebrachten Moleküle. So wäre auch zu verstehen, warum sich von außen eingeführter Harnstoff in der Vogelleber in Harnsäure, und Harnsäure wieder in der Säugetierleber in Harnstoff verwandelt. Daß aber diese Stoffe wirklich einen Zerfall des Leberprotoplasmas herbeiführen, schließen wir daraus, daß nach ihrer Einführung in den Nahrungskanal nicht nur so viel Harnstoff zum Vorschein kommt, als durch ihre Umwandlung entstehen kann, sondern ein erhebliches Plus, das wohl nur von einem Zerfall des Leberprotoplasmas herrühren kann¹⁾. Wie immer man sich aber diese Umwandlung vorstellen mag, so scheint doch das eine sicher, daß die aus einer tieferen Spaltung hervorgehenden einfacheren Stickstoffverbindungen aus dem Darmkanal in die Leber gelangen und dort in eine exkrementielle Substanz verwandelt werden müßten. Denn wenn das Leberprotoplasma durch eine schwere Erkrankung (gelbe Leberatrophie) außer Funktion gesetzt wird, dann kommen Leucin und Tyrosin, die sonst im Harn fehlen, in nachweisbaren Mengen in diesem zum Vorschein, was allgemein so gedeutet wird, daß diese Stoffe immer in geringen Mengen aus dem Darm in die Leber gelangen und dort unter normalen Umständen in Harnstoff verwandelt werden, daß aber diese Umwandlung in den fast zerstörten Zellen unterbleiben muß. Dieser Weg der Umwandlung von Nahrungseiweiß in Harnstoff kann aber nur von einer ganz

¹⁾ Diese meine Erklärung für die überraschende Tatsache, daß der Blutzucker, obwohl er wegen seiner leichten Diffundierbarkeit sicher in den Filterapparat der Bowmanschen Kapseln übertritt, dennoch unter normalen Verhältnissen im Harn nicht zum Vorschein kommt (Allgemeine Biologie, 3. Band, S. 279), ist seither glänzend verifiziert worden, indem *Nishi* gefunden hat, daß Zucker nur in der Rindensubstanz der Niere, welche die Bowmanschen Kapseln enthält, nachweisbar ist, nicht aber in der Marksubstanz, die hauptsächlich aus den Harnkanälchen besteht. Das beweist aber nicht, wie *Nishi* gemeint hat, daß der Zucker in den Harnkanälchen zurückresorbiert wird, denn dann müßte er ja auch in der Marksubstanz nachweisbar sein, sondern es beweist, daß er daselbst assimiliert wird. Nur wenn die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome des Zuckers zum Aufbau des Protoplasmas der Nierenepithelien verwendet werden, ist er als solcher verschwunden und kann dann durch die üblichen Reaktionen nicht mehr nachgewiesen werden.

¹⁾ Vgl. das 45. Kapitel des ersten und das 30. des dritten Bandes der Allgem. Biologie.

geringen Menge eingeschlagen werden; denn wenn das ganze Nahrungseiweiß durch die Fermente in Aminosäuren und in noch tiefere Abbauprodukte zerlegt würde und wenn diese dann als leicht diffundierende Stoffe zum großen Teil durch die Pfortader in die Leber übergeführt würden, dann käme dieser Teil der Nahrung überhaupt nicht in die Lage, dem Organismus in irgendeiner Weise, sei es als Baumaterial oder, wie manche noch immer glauben, als Brennstoff und als Energielieferant zu dienen. Denn daß die Epithelzellen und die Protoplasmen der Darmwand diese so leicht diffundierenden Stoffe so rasch assimilieren, daß sie gar nicht in den Kreislauf gelangen, ist schon darum schwer anzunehmen, weil Glycocol, Leucin, Asparaginsäure, Asparagin und verschiedene Ammoniumsalze, in den Verdauungskanal eingeführt, fast in ihrer Gänze als Harnstoff oder als Harnsäure ausgeschieden werden, also diese Umwandlung in der Leber vollzogen haben müssen.

Dazu kommt aber noch die große Langsamkeit der fermentativen Eiweißzersetzung, und zwar nicht nur im Reagenzglase, sondern auch im Darm, wo man in keinem Stadium der Verdauung Aminosäuren allein, sondern immer noch Peptone neben geringen Mengen von Aminosäuren vorfindet. Dafür aber, daß Peptone in der Darmwand nicht als solche assimiliert werden können, existiert nicht der geringste Beweis, so wenig als man berechtigt ist, zu sagen, daß überhaupt der Verwendung von Peptonen zum Aufbau von tierischem oder pflanzlichem Protoplasma (z. B. von Bakterien) jedesmal eine tiefe Spaltung in Aminosäuren und noch einfachere Verbindungen vorhergehen muß.

Bleiben also eigentlich nur die Fütterungsversuche als einzige Stütze der neuen Lehre. Sie sind nicht immer gelungen, denn viele mußten wegen Nahrungsverweigerung oder wegen Erbrechen und Durchfall vorzeitig abgebrochen werden. Aber in einigen derselben ist es doch geglückt, die Tiere durch mehrere Wochen (bis zu 36 Tagen) bei völligem Ersatz der Eiweißkost durch Aminosäuren am Leben und sogar im Stickstoff- und Körpergleichgewicht zu erhalten, und in einigen Fällen wurde sogar eine positive Stickstoffbilanz und eine mäßige Zunahme des Körpergewichts erzielt.

Die Bedeutung dieser merkwürdigen Tatsache wird nun allerdings dadurch erheblich abgeschwächt, daß der Körper eines Hundes auch *ohne jede Stickstoffzufuhr* durch längere Zeit annähernd im Gleichgewicht erhalten werden konnte, wenn nur genügend stickstofffreie Nahrung zugeführt wurde¹⁾. Denn es folgt daraus, daß der Stickstoffbedarf der Tiere unter sonst günstigen Ernährungsverhältnissen noch viel kleiner ist, als man bisher angenommen hat, und daß dieser geringe Bedarf durch einige Zeit aus verschiedenen Eiweiß- oder — besser gesagt — Protoplasmareserven des Organismus (Blutkörperchen, Knochenmark, Milz, Lymphdrüsen usw.) gedeckt werden kann. Werden aber Aminosäuren oder andere niedere Stickstoffverbindungen

der Nahrung zugesetzt, von denen wir wissen, daß sie eine vorzügliche Nahrung für pflanzliche Kleinlebewesen abgeben, dann darf nicht übersehen werden, daß der Darmkanal Milliarden von solchen Organismen beherbergt, die diese einfachen Verbindungen zu ihrem Wachstum und ihrer wuchernden Vermehrung verwenden können¹⁾. Das durch Vermittelung der Bakterienprotoplasmen gebildete Pflanzeneiweiß kann natürlich von dem Wirtsorganismus ebenso verdaut und assimiliert werden wie das aus der gewöhnlichen Pflanzennahrung stammende Eiweiß. Jedenfalls liegt aber hier die theoretische Möglichkeit vor, daß das, wie wir gesehen haben, äußerst geringe Stickstoffminimum der eben ausreichenden Nahrung auf diese Weise beschafft werden kann, ohne daß wir nötig hätten, dem tierischen Protoplasma die Assimilation von niederen Stickstoffverbindungen zuzumuten, die sein Organismus zum Teil regelmäßig als für ihn nicht mehr verwendbare Stoffwechselprodukte nach außen befördert.

Wir hätten also hier ein neues Beispiel dafür, daß Bakterien in höheren Organismen nicht nur als krankmachende Parasiten oder als indifferente Schmarotzer hausen, sondern ihnen auch gewisse Vorteile gewähren. Die Leser dieser Zeitschrift sind in der ersten Nummer durch einen instruktiven Artikel von Zuntz darüber belehrt worden, welche Bedeutung die im Blinddarm der großen Pflanzenfresser wuchernden Bakterien besitzen, indem sie nicht nur den von den tierischen Fermenten nicht angreifbaren Zellstoff ihres Futters in Zucker verwandeln, der natürlich dem Wirtsorganismus zugute kommt, sondern auch die in den Zellulosehüllen eingeschlossenen Eiweißstoffe für die Verdauung und Assimilation erschließen. Darauf beruht wohl auch die auf den ersten Blick so paradox erscheinende Tatsache, daß ein Zusatz von Asparagin zu ihrer Nahrung bei den Pflanzenfressern auf den Eiweißbestand günstig wirkt, während diese Wirkung bei den Fleischfressern für gewöhnlich ausbleibt und nur dann zum Vorschein kommt, wenn man ihrer Nahrung kleingehacktes Heu hinzufügt²⁾. Auch hier dürfte es kaum zweifelhaft sein, daß das Asparagin nicht direkt als tierischer Nahrungsstoff verwendet wird, sondern nur als vorzügliche Bakteriennahrung dient, die das Wachstum und die zelluloselösende Arbeit der Darmbakterien befördert, wodurch zu gleicher Zeit zwei von vornherein wenig wahrscheinliche Annahmen überflüssig werden: nämlich daß Asparagin trotz seiner einfachen chemischen Struktur vom tierischen Protoplasma assimiliert werden kann, und daß gerade in dieser einen Hinsicht ein so fundamentaler Unterschied zwischen dem Protoplasma der Pflanzenfresser und der Fleischfresser bestehen soll, wie er sonst in keiner anderen Richtung bekannt ist.

¹⁾ „Die normalen menschlichen Exkremente bestehen zu etwa einem Drittel aus Bakterienleibern und es werden mit ihnen täglich mehr als 300 Billionen Mikroorganismen aus dem Körper entfernt.“ (v. Fürth, Probleme der physiol. und pathol. Chemie I, S. 40.)

²⁾ Die Literatur hierüber und Näheres im 30. Kapitel des dritten Bandes der Allgem. Biologie.

¹⁾ Abderhalden und Hirsch, Zeitschr. f. physiol. Chemie, 82. Band.

Natürlich erheben diese Ausführungen nicht den Anspruch, die schwierige Frage definitiv zu erledigen. Sie wollen nur davor warnen, die Theorie von der Assimilierbarkeit niederer Stickstoffverbindungen durch die tierischen Protoplasmen vorzeitig zu dogmatisieren. Erst eingehende Versuche, bei denen die hier vorgebrachten Bedenken Berücksichtigung finden, werden ein helleres Licht über dieses wichtige biologische Problem verbreiten.

Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogengangapparat des inneren Ohres. Bogengangapparat u. Kleinhirn. (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.)

Von Univ.-Doz. Dr. Robert Bárány, Wien.

(Schluß.)

Es sei mir nun erlaubt, die Geschichte meiner eigenen Entdeckungen kurz mitzuteilen. Bei der Behandlung ambulatorischer Patienten, die an Ohr-eiterung litten, hatte ich bemerkt, daß sie nach der Ausspülung häufig über Schwindel klagten. Es lag nahe für mich, ihre Augen anzusehen und ich bemerkte einen starken Augennystagmus, der eine ganz bestimmte Form und Richtung hatte. Ich notierte mir die Beobachtung. Als ich zirka 20 derartige Fälle gesehen hatte, verglich ich die Beobachtungen miteinander und war überrascht, überall denselben Nystagmus notiert zu haben. Ich hatte in allen Fällen einen rotatorischen und horizontalen Nystagmus nach der nicht ausgespritzten Seite verzeichnet. Da erkannte ich, daß hier ein gesetzmäßiges Verhalten vorlag, wiewohl es mir noch ganz unklar war, was denn die Ursache dieser Gesetzmäßigkeit sei. Ich las in den Lehrbüchern nach, fand aber keine Aufklärung. Der Nystagmus nach Ausspritzen war wohl nicht vollkommen unbekannt, aber man hatte ihm bisher keine besondere Beachtung geschenkt, insbesondere war auch auf seine Form und Richtung nicht geachtet worden. Die Erklärungen für die Erscheinung lauteten verschieden. Die einen erklärten sie durch den Druck der Spülflüssigkeit hervorgerufen, die anderen durch Reizung der sensiblen Nervenendigungen im Gehörgang infolge der Kälte der Spülflüssigkeit, eine dritte Erklärung beschuldigte die Reizung der Bogengangsnerven durch die Kälte, alles Erklärungen, die mich gar nicht befriedigten. Da kam mir der Zufall zu Hilfe. Ein Patient, den ich täglich behandelte, erklärte einmal: „Herr Dr., ich werde nur dann schwindelig, wenn das Wasser zu kalt ist, wenn es warm genug ist, werde ich nicht schwindelig.“ Ich gab deshalb der Wärterin den Auftrag, wärmeres Wasser in den Ballon zur Ausspülung zu füllen. Sie meinte, das Wasser sei warm genug. Ich erklärte ihr aber, daß offenbar das Wasser im Ballon rasch abkühle, so daß es im Ohr des Patienten doch zu kühl sei. Darauf füllte die Wärterin den Ballon mit sehr heißem Wasser. Als ich nun die Ausspülung wiederholte,

rief der Patient: „Das Wasser ist viel zu heiß, jetzt bin ich wieder schwindlig.“ Rasch beobachtete ich die Augen des Patienten und sah, daß jetzt ein rotatorischer und horizontaler Nystagmus zur ausgespritzten Seite bestand, also genau der umgekehrte Nystagmus wie der bisher beobachtete. In diesem Moment erkannte ich, daß es die Temperatur des Wassers sein müsse, welche den Nystagmus verursacht, welche an seiner Form und Richtung schuld ist. Aus dieser Erkenntnis ergab sich sofort eine ganze Reihe von Konsequenzen nach verschiedenen Richtungen hin. Ich zog zunächst den Schluß daraus, daß, wenn zu kühles Wasser Nystagmus nach der einen, zu heißes Nystagmus nach der anderen Seite bewirkt, Wasser von genauer Körpertemperatur keinen Nystagmus hervorrufen werde. Die Ausspritzung einer Anzahl von Fällen mit genau körperwarmem Wasser ergab die Richtigkeit dieser Vermutung. Dann zog ich den Schluß, daß, wenn die Temperatur an dieser Erscheinung schuld sei, sie auch bei unverletztem Trommelfell hervorruft sein müsse. Auch hier bestätigte sich der Schluß. Mit dieser Konstatierung war mir der möglicherweise große klinische Wert der gefundenen Reaktion klar geworden. So wie jeder Mensch mit normalem Bogengangapparat diese Reaktion zeigen muß, so muß umgekehrt dort, wo die Reaktion fehlt, der Bogengangapparat zerstört sein. Ich suchte nun unter dem reichen Material der Wiener Ohrenklinik nach derartigen Fällen. Binnen kurzer Zeit fand ich einen Fall von Mittelohreiterung, bei dem die Ausspülung der kranken Seite keinerlei Nystagmus hervorrief, während die Ausspülung der gesunden Seite prompte Reaktion ergab. Bei der Operation dieses Falles zeigte sich das Labyrinth durch ein tief eindringendes sogenanntes Cholesteatom zerstört. Ähnliche Fälle fanden sich rasch hintereinander und damit war die Bedeutung der gefundenen Reaktion gesichert. Denn aus diesen Fällen ergab sich unzweifelhaft, daß bei der kalorischen Prüfung nur das Labyrinth der ausgespritzten Seite auf seine Funktion untersucht wird, im Gegensatz zur Prüfung mittelst der Drehung, daß die *kalorische Prüfung somit das einfachste und sicherste Mittel darstellt, um sich binnen wenigen Minuten ein Urteil über die Funktion eines jeden Vestibularapparates zu verschaffen*. Die klinische Bedeutung der gefundenen Reaktion wird noch dadurch vermehrt, daß sie einen vom Willen des Patienten völlig unabhängigen Verlauf nimmt, somit ein vollkommen objektives Urteil ermöglicht. Über die Erklärung der gefundenen Erscheinungen dachte ich lange Zeit fruchtlos nach, bis mir eines Tages ein Einfall kam. Ich stellte folgendes Experiment an. Ich spritzte einen Mann mit kühlem Wasser aus. So wie der Nystagmus erschien, ließ ich den Patienten den Kopf mit dem Scheitel nach abwärts biegen, soweit, bis zwischen der ersten und zweiten Kopfstellung ein Winkel von 180° sich befand. Das erwartete Phänomen zeigte sich sofort in aller Deutlichkeit. Der Nystagmus zur nicht ausgespritzten Seite verwandelte sich in dieser Stellung

in einen solchen zur ausgespritzten Seite gleich dem bei Ausspritzung des Ohres mit heißem Wasser in aufrechter Kopfstellung.

Die Überlegung, welche mich dieses Experiment anstellen ließ, war folgende: Wenn es die Temperatur des Wassers ist, welche Nystagmus erzeugt, dann muß sich das Labyrinth wie ein Gefäß verhalten, welches mit 37° Celsius warmem Wasser gefüllt ist, dessen eine Wand kalt angespritzt wird. Es muß dadurch die dieser Wand benachbarte Flüssigkeit zunächst abgekühlt werden und, spezifisch schwerer geworden, zu Boden sinken, während an der entgegengesetzten Wand umgekehrt alsbald die Flüssigkeit in die Höhe steigen muß. Nehme ich statt des kalten Wassers heißes, so muß die Bewegung genau umgekehrt erfolgen. Ich kann die Bewegung aber auch dadurch umkehren, daß ich das Gefäß um 180° umkehre, wie dies eben bei Neigung des Kopfes mit dem Scheitel nach abwärts der Fall ist. Es muß deshalb bei dieser zweiten geänderten Kopfstellung derselbe Nystagmus auftreten, wie beim Ausspritzen mit heißem Wasser in der ersten Stellung. Da diese Schlußfolgerung sich als richtig erwiesen hatte, so war noch eine weitere Schlußfolgerung zu ziehen. Jede Veränderung der Kopfstellung muß den kalorischen Nystagmus verändern. Je zwei Kopfstellungen, die um 180° voneinander verschieden sind, müssen genau den entgegengesetzten Nystagmus ergeben. Alle diese Schlüsse finden ihre Bestätigung durch das Experiment.

War auf die geschilderte Weise die kalorische Reaktion entdeckt, ihre klinische Bedeutung ergründet und ihre Erklärung gefunden worden, so war noch ein großes Stück Arbeit in ihrer Anwendung auf die verschiedenen Erkrankungen des peripheren Gehörorgans und auf die Erkrankungen des Gehirns zu leisten. Die Beziehungen zum Gehirn sind gegeben: 1. durch das so häufige Übergreifen der eitrigen Erkrankungen des Gehörorgans auf das Gehirn; 2. durch den Verlauf des Bogengangsnerven innerhalb der Schädelkapsel und die mannigfaltigen Verbindungen des Bogengangsnerven in seinem weiteren Verlaufe innerhalb des Gehirns selbst. Es würde viel zu weit führen, wollte ich hier mich ins Detail verlieren. Es sei jedoch erwähnt, daß sich erst auf Grund der kalorischen Reaktion eine Klinik der verschiedenen Erkrankungen des Labyrinths aufstellen ließ, und daß sich die verschiedenen Grade der Erkrankung, die herabgesetzte, die gesteigerte und die aufgehobene Funktion unschwer feststellen lassen. Von der kalorischen Reaktion ausgehend, habe ich dann auch die anderen Prüfungsmethoden des Bogengangapparates systematisch geprüft und ihnen ihre klinische Stellung angewiesen. So habe ich, nachdem schon vorher von verschiedenen Seiten in einzelnen Fällen die Methode angewendet worden war, ohne ihren klinischen Wert richtig einzuschätzen, systematisch die Prüfung auf Nystagmus bei Luftverdichtung und Luftverdünnung im äußeren Gehörgange eingeführt, mittelst der es gelingt, Defekte in der knöchernen Labyrinthwand, wie sie bei Ohreiterun-

gen bestehen können, in einwandfreier Weise zu diagnostizieren. Diese Diagnose ist von großer Wichtigkeit, weil derartige Defekte das Vorstadium der lebensbedrohenden Labyrintheiterung bilden. Durch die rechtzeitige Diagnose der Labyrintheiterung ist man jetzt auch in die Lage versetzt, die, wie erwähnt, von *Jansen* zuerst ausgeführte Labyrinthoperation zur richtigen Zeit auszuführen. Um die Indikationsstellung und Technik der Labyrinthoperation hat sich insbesondere der Wiener Otologe *Neumann* große Verdienste erworben. Sehr wichtige und auch praktisch hoch bedeutsame Resultate ergab die genaue Funktionsprüfung des Bogengangapparates ferner für die Diagnose des Kleinhirnabszesses, einer nicht so seltenen Folgekrankheit der Mittelohreiterung. Hier haben *Neumann* und *Bárány* zusammengearbeitet. *Bárány* entdeckte ferner zuerst das Fehlen der kalorischen Reaktion beim sogenannten Akustikustumor, einer der häufigsten Hirngeschwülste, die wir kennen. Es handelt sich dabei um ein sehr frühzeitiges Symptom dieser Geschwulst und es ist zu hoffen, daß bei genügender Verbreitung dieser Prüfungsmethode die Diagnose dieser Geschwülste immer früher gestellt werden wird und die Patienten so noch rechtzeitig chirurgisch behandelt und geheilt werden können. Meine Methoden der Untersuchung des Labyrinths wurden zuerst naturgemäß in ausgedehntem Maße in Wien angewendet und die Wiener Ohrenärzte *Alexander*, *Bondy*, *Frey*, *Leidler*, *Neumann*, *Ruttin*, *E.* und *V. Urbantschitsch* haben sich hauptsächlich an der Schaffung der Klinik des Bogengangapparates beteiligt. Heute sind diese Methoden allerdings bereits auf der ganzen Welt eingeführt, so daß kein Ohrenkranker als vollständig untersucht gilt, der nicht nach meinen Methoden in bezug auf seinen Bogengangapparat untersucht wurde.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen war es mir klar geworden, daß nur die Untersuchung zahlreicher Fälle von Erkrankungen des Gehirns imstande sein könne, über den komplizierten Mechanismus des Bogengangapparates in seinen Beziehungen zum Zentralnervensystem Klarheit zu bringen. In diesem Bestreben wurde ich durch das freundliche Entgegenkommen zahlreicher Internisten und Neurologen, insbesondere des Hofrats *v. Wagner-Jauregg* unterstützt, der mir das gesamte Material der von ihm geleiteten psychiatrisch-neurologischen Klinik zur Verfügung stellte. Meine Erfahrungen bei der Untersuchung von Nervenkranken wurden in zwei Kapiteln des von *Lewandowsky* herausgegebenen Handbuches der Neurologie zusammengefaßt. Hatte sich bis 1909 mein Hauptaugenmerk dem Studium des Nystagmus zugewendet, so wurde dies nun in der Folge anders. Schon in meinen ersten Arbeiten hatte ich nicht nur den Augennystagmus, sondern auch die übrigen Begleiterscheinungen der Reizung des Bogengangapparates, insbesondere die den Schwindel begleitenden Gleichgewichtsstörungen berücksichtigt und ein neues gesetzmäßiges Verhalten dieser sogenannten Reaktionsbewegungen konstatiert. Ich fand, daß die Richtung der Gleichgewichtsstörung in abso-

lut gesetzmäßiger Weise mit der Richtung des Nystagmus und der Stellung des Kopfes verknüpft ist. Die Richtung der Gleichgewichtsstörung ist eine Funktion zweier Variablen, deren eine x der Nystagmus, die andere y die Kopfstellung darstellt. Besteht z. B. Nystagmus rotatorius nach links und gewöhnliche aufrechte Kopfstellung, so fällt die Versuchsperson nach rechts. Wird der Kopf 90° nach links gedreht, so fällt die Versuchsperson nach vorne, wird der Kopf 90° nach rechts gedreht, so fällt sie nach rückwärts. Erzeugt man statt eines rotatorischen Nystagmus nach links einen vertikalen Nystagmus nach abwärts, so fällt bei aufrechter Kopfstellung der Normale nach rückwärts usw. Durch eine Reihe recht komplizierter Überlegungen, auf die einzugehen zu weit führen würde, kam ich nun zur Annahme, daß diese normaliter entstehenden Gleichgewichtsstörungen, die sogenannten Reaktionsbewegungen, im Kleinhirn zustandekommen dürften und daß bei Erkrankungen des Kleinhirns die normalen Reaktionsbewegungen fehlen müssen, während gleichzeitig spontane Gleichgewichtsstörungen auftreten müssen. Die klinischen Untersuchungen und Befunde, die bei der Sektion genau untersuchter Kranken erhoben wurden, ergaben mir bald eine Bestätigung meiner Annahme und forderten mich gleichzeitig zu weiterer Forschung in dieser Richtung auf. Zu dieser Zeit kamen mir zwei Bücher in die Hand, die für meine weiteren Entdeckungen von größter Bedeutung wurden. Das eine ist die Histologie des Zentralnervensystems von *Ramon y Cajal*, dem berühmten, mit dem Nobelpreis ausgezeichneten spanischen Histologen, 1909 und 1911 erschienen. In diesem Buch weist *Cajal* nach, daß der Bogengangapparat außerordentlich zahlreiche Verbindungen mit dem Kleinhirn besitzt, daß eigentlich jede Faser des Bogengangsnerven im Kleinhirn endigt. Das Kleinhirn besteht aus einem Mittelstück, dem sogenannten Wurm, und zwei seitlichen Teilen, den sogenannten Kleinhirnhemisphären. *Cajal* gibt nun an, daß jede Faser des Bogengangsnerven sowohl mit dem Mittelstück als auch mit beiden Hemisphären des Kleinhirns in Verbindung sei. Das zweite Buch, das mir von großer Bedeutung wurde, rührt von einem holländischen Anatomen *Louis Bolk* her und ist 1906 erschienen. In diesem Buche vertritt *Bolk* auf Grund vergleichend-anatomischer Studien im Gegensatz zu den bisherigen Anschauungen mit allem Nachdruck die Ansicht, daß auch im Kleinhirn analog wie im Großhirn eine ganz bestimmte Lokalisation vorhanden sein müsse, d. h., daß ganz bestimmte Bezirke des Kleinhirns lediglich mit bestimmten Muskelpartien des Körpers in Beziehung stehen, daß deren Innervation Zusammenziehungen ganz bestimmter Muskelgruppen erzeugen müsse. Er geht sogar noch weiter; er weist bestimmten Partien des Kleinhirns ganz bestimmte Muskelprovinzen zu. Seine Schlußfolgerung ist so klar und einleuchtend, daß ich sie hier kurz wiedergeben möchte. *Bolk* sagt also: Alle Anatomen und Physiologen sind darüber einig, daß das Kleinhirn etwas mit der Innervation der Muskulatur des

Körpers zu tun haben muß. Betrachten wir nun verschiedene Säugetiere, so werden wir gewahr, daß bei verschiedenen Arten verschiedene Muskelgruppen ganz enorm verschieden entwickelt sind; z. B. hat die Giraffe einen enorm langen und enorm beweglichen Hals, während der Maulwurf, der ja auch zu den Säugetieren gehört, einen ganz kurzen, unbeweglichen Hals hat. Es ist doch klar, meint *Bolk*, daß die Hirnpartien, welche für die Innervation der Halsmuskulatur dienen, beim Maulwurf nicht so gut entwickelt sein können, wie bei der Giraffe. In der Tat findet er nun, daß bei der Giraffe eine Kleinhirnpartie enorm entwickelt ist, die beim Maulwurf fast fehlt. Und diese Partie des Kleinhirns betrachtet er darum als Sitz der Innervation der Halsmuskulatur. In analoger Weise schließend, weist *Bolk* nun allen Kleinhirnbezirken ihre Funktion zu. Und so erfuhr ich auch, daß *Bolk* den Hemisphären des Menschen die Verbindung mit der Muskulatur der Extremitäten, dem Wurm die Verbindung mit der Muskulatur des Rumpfes zuweist. Als ich diese Ausführungen las, wurde mir klar, daß die sogenannten Fallreaktionen, die Gleichgewichtsstörungen, die während des Nystagmus auftreten, hauptsächlich von der Innervation der Rumpfmuskulatur, also vom Wurm des Kleinhirns, abhängen, daß ich dagegen bisher die Funktion der Kleinhirnhemisphäre noch gar nicht geprüft hatte. Da fiel mir ein Experiment ein, das ich schon Jahre vorher angestellt hatte, ohne aber seine Bedeutung zu ahnen. Die Augenärzte wenden bei Lähmung von Augenmuskeln zur Diagnose gewisser Störungen den sogenannten Graefeschen Tastversuch an. Dieser besteht darin, daß der Patient einen vorgehaltenen Gegenstand — bei verdecktem gesunden Auge — mit dem kranken Auge ansieht, dann das Auge schließt und nun nach dem Gegenstand greift. Der Normale kann dieses stets fehlerlos. Besteht eine Augenmuskellähmung, so erreicht der Kranke den Gegenstand nicht, sondern greift daneben vorbei. Ich wurde auf diesen Versuch insbesondere durch die Arbeiten des Wiener Augenarztes Prof. *Sachs* aufmerksam und es interessierte mich, nun zu erfahren, was macht ein Normaler, wenn ich ihm einen Nystagmus durch Drehung oder Ausspritzen erzeuge? Als ich diese Versuche anstellte, fand ich, daß während des Nystagmus der Normale den vorgehaltenen Finger nicht trifft, sondern in ganz bestimmter Weise daneben vorbeigreift. Ich legte mir nun die Frage vor, hängt dieses Vorbeigreifen von den Bewegungen des Auges ab oder nicht? Um diese Frage zu entscheiden, ließ ich den ganzen Versuch mit geschlossenen Augen vornehmen. Waren die Empfindungen des Auges am Vorbeigreifen schuld, so mußte bei geschlossenen Augen richtig gegriffen werden. Der Versuch spielte sich jetzt folgendermaßen ab. Ich ließ zunächst den Normalen bei geschlossenen Augen meinen vorgehaltenen Finger berühren, dann den Arm auf das Knie senken und nun wieder zum Finger erheben. Der Normale konnte dies stets anstandslos. Nun erzeugte ich einen Nystagmus z. B. nach links. Ich ließ nun wieder bei ge-

geschlossenen Augen meinen vorgehaltenen Finger berühren, den Arm senken und zu meinem Finger wieder erheben. Jetzt aber traf die Versuchsperson den Finger nicht, sondern zeigte nach rechts vorbei. Es war klar, daß das Vorbeizeigen während des Bogengangsreizes nicht vom Auge abhing. Soweit war ich damals gekommen. Ich zog den Schluß daraus, daß auch die Muskeln der Extremitäten durch den Bogengangsreiz innerviert würden, konnte mir aber Näheres über die Art und den Ort der Innervation nicht vorstellen. Als ich nun das Bolksche Buch las, dachte ich mir folgendes: Wenn es richtig ist, daß die Gleichgewichtsstörungen während des Bogengangsreizes vom Wurm des Kleinhirns ausgehen, dann muß das Vorbeizeigen der Extremitäten während des Nystagmus von den Hemisphären des Kleinhirns abhängen. Bei Erkrankungen des Wurms treten spontane Gleichgewichtsstörungen auf und es fehlen die normalen Reaktionsbewegungen. Bei den Erkrankungen der Kleinhirnhemisphären ist daher spontanes Vorbeizeigen zu erwarten und Fehlen der normalen Zeigereaktionen bei Hervorrufung eines Nystagmus. Die Tatsachen haben nun meinen Schlußfolgerungen recht gegeben. Es ist mir gelungen, in einer großen Zahl von Fällen den Nachweis zu führen, daß bei Erkrankung der Kleinhirnhemisphären spontanes Vorbeizeigen der Extremitäten in ganz bestimmter Richtung auftritt. Es ist mir gelungen, nachzuweisen, daß in der Rinde der Kleinhirnhemisphären sich zum mindesten vier Zentren für die Bewegungen der oberen Extremitäten in den verschiedenen Richtungen des Raumes, also nach rechts und links, nach oben und unten finden. Erheben Sie z. B. Ihren rechten Arm von unten nach oben zu meinem vorgehaltenen Finger, so geht diese Bewegung natürlich von der Rinde des Großhirns aus. Das Rechts- und Linkszentrum in der rechten Kleinhirnhemisphäre wirkt aber wie ein Paar gespannter Zügel, zwischen denen sich der Arm bewegt. Sie verleihen der Muskulatur eine gewisse Spannung, eine gewisse Energie, Tonus genannt, und dadurch, daß sie beide gleichgespannt sind, bewegt sich der Arm genau in der gewollten Linie nach oben und trifft meinen Finger stets wieder, so oft er gesenkt und gehoben wird. Stellen wir uns jedoch vor, daß der eine Zügel, z. B. der linke, stärker angespannt wird als der rechte. Was wird geschehen? Es muß natürlich der Arm jetzt, wenn das Großhirn dieselbe Bewegung ausführt wie vorher, nach links abweichen, es muß Vorbeizeigen nach links auftreten. Die stärkere Anspannung des linken Zügels können wir beim Normalen dadurch herbeiführen, daß wir einen Nystagmus nach rechts erzeugen, also z. B. das linke Ohr mit kaltem Wasser ausspülen. Es findet dann, während der Dauer des Nystagmus nach rechts, Vorbeizeigen nach links statt. Wir können aber auch Vorbeizeigen nach links dadurch bewirken, daß wir den rechten Zügel durchschneiden. Jetzt wirkt nur der linke Zügel und der Arm muß bei jeder Hebung immer mehr und mehr nach links abweichen. Eine derartige „Durchschneidung“ des einen Zügels tem-

porär im physiologischen Experiment auszuführen, ist mir ebenfalls gelungen. Bei manchen Operationen wird das Kleinhirn auf beträchtliche Strecken von Knochen entblößt und liegt dann nur von der harten Hirnhaut bedeckt frei. In Modifizierung einer Methode des Physiologen *Trendelenburg* ist es mir nun gelungen, durch Abkühlung der Haut über dem freiliegenden Kleinhirn die darunter liegende Partie des Kleinhirns für die Dauer der Abkühlung zu lähmen und ich erhielt auf diese Weise ebenfalls Vorbeizeigen. Die Lähmung durch die Abkühlung erwies sich in zahlreichen Fällen als gänzlich unschädlich, denn es genügt schon eine Abkühlung auf ca. 20°, um temporär die Funktion der betreffenden Hirnpartie aufzuheben. Zwei bis drei Minuten nach Aufhebung der Abkühlung war bereits wieder die normale Funktion nachweisbar. Irgendwelche Beschwerden für den Patienten ergab diese Methode niemals. Ich habe bereits wiederholt empfohlen, diese Methode zum Studium der Funktion unbekannter Hirnpartien anzuwenden, da sie vollkommen ungefährlich und außerordentlich brauchbar ist. Abgesehen von dieser temporären „Durchschneidung“ des Zügels hatte ich aber auch schon in zahlreichen Fällen Gelegenheit, bei Erkrankungen des Kleinhirns, bei Operationen an demselben die Richtigkeit meiner Lokalisationslehre zu erproben. Es ist mir bisher gelungen, fünf Bezirken an der Oberfläche des Kleinhirns ihre Funktion zuzuweisen. Noch ist eine große Menge von Arbeit zu leisten, denn die unbekannten Bezirke überwiegen noch bedeutend über die bekannten. Aber der richtige Weg ist gefunden und wir dürfen hoffen, daß es binnen nicht zu langer Zeit gelingen wird, die Funktion des Kleinhirns ganz aufzuklären und damit auch wieder der leidenden Menschheit einen wesentlichen Dienst zu leisten, indem nun Erkrankungen des Kleinhirns rechtzeitig erkannt und soweit sie einer chirurgischen Therapie zugänglich sind, auch frühzeitig derselben zugeführt werden.

Literatur.

Ausführliche Literaturangaben finden sich, abgesehen von den im Text genannten Werken, in:

Bárány, Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen. Monatschrift für Ohrenheilkd., 1906.

Bárány u. *Wittmaack*, Funktionelle Prüfung des Vestibularapparates. Verhandlungen der deutschen otolog. Gesellschaft, Frankfurt a. M., 1911. Fischer, Jena.

Ewald, Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus, Wiesbaden, 1892.

v. Stein, Die Lehren von den Funktionen des Ohr-labyrinth, Jena, 1894.

Wanner, Über die Erscheinungen von Nystagmus bei Normalhörenden, Labyrinthlosen und Taubstummten. München, 1901, Mühlthaler.

Die wissenschaftliche Stellung und Aufgabe der Landwirtschaft.

Von Ernst Feige, Breslau.

In der Landwirtschaftswissenschaft lösen sich wie in allen anderen Wissenschaften verschiedenartige Forschungsrichtungen ab. Diese hängen größtenteils mit den wirtschaftlichen Umwälzungen unter der Erdbevölkerung zusammen; dies tritt mit besonderer Deutlichkeit bei den Produktionswissenschaften zutage, und dazu gehört die Landwirtschaftswissenschaft. Bevor wir kurz ihre historische Entwicklung skizzieren, müssen wir uns über ihr Arbeitsgebiet klar werden, d. h. eine Definition des Begriffes „Landwirtschaft“ zu finden suchen.

Letztere ist wie die Industrie ein Gewerbe mit der Aufgabe, die für die menschliche Ernährung notwendigen Erzeugnisse mit möglichst geringem Arbeits- und Kapitalaufwand hervorzubringen. Auf welchem Wege dieser Aufgabe gerecht zu werden ist, hat nun die Landwirtschaftswissenschaft zu ergründen; Sache der landwirtschaftlichen Praxis ist es, die Grundlagen für den Ausbau der Wissenschaft zu liefern und an Hand wissenschaftlicher Erkenntnisse und Fortschritte eine Erhöhung der Produktion zu bewerkstelligen. Mithin ist das Arbeitsgebiet der Landwirtschaftswissenschaft die Landwirtschaft schlechthin im weitesten Sinne. Ein Arbeitsgebiet kann auf den Namen Wissenschaft jedoch erst dann Anspruch machen, wenn es nicht allein der Befriedigung materieller Interessen dient, sondern losgelöst von diesen sich mit der Vertiefung menschlicher Erkenntnis befaßt und die Erscheinungen in ihrem kausalen Zusammenhange zu erkennen sich bemüht. Inwiefern diese Voraussetzungen auf das hier zu besprechende Gebiet zutreffen, müssen die folgenden Erörterungen ergeben. Betrachten wir zunächst den Werdegang unserer Wissenschaft. Der Landbau als solcher ist naturgemäß so alt, wie die menschliche Kultur, die jenem ja den Namen verdankt, überhaupt. Er brauchte nur die geringen Ernährungsbedürfnisse der Menschen im engsten Umkreis zu befriedigen; ein Umschwung trat erst mit dem Beginn der Arbeitsteilung ein, als die Ernährung ganzer Bevölkerungen auf Schichten abgewälzt war, die immer kleiner wurden. Noch heute geht diese eben genannte Entwicklung — auch in unserem Volke — vor sich, die Entwicklung vom Agrarstaat zum Agrar- und Industriestaat und schließlich zum reinen Industriestaat. Ja es scheint sogar, als ob diese Arbeitsteilung unter ganzen Kontinenten vor sich ginge, da Europa sich mehr und mehr vom Ackerbau zur Industrie zurückzieht und die Lebensmittelerzeugung den von der Natur mehr begünstigten Gebieten unseres Planeten überläßt (Amerika, bes. Südamerika, Australien, Asien).

Neben dem Prinzip der Arbeitsteilung ist es die Zunahme der Bevölkerung bei aufsteigenden Nationen, die eine ausreichende Ernährung schwieriger gestaltet. Solange der Landbau ohne

genauere Kenntnis der für ihn in Betracht kommenden Vorgänge der Natur betrieben wurde, war eine Erhöhung wenigstens der pflanzlichen Produkte nicht möglich; denn der Hauptnutzungsfaktor der Landwirtschaft, der Boden, läßt sich auf natürlichem Wege nicht vermehren, während die Fortpflanzungsfähigkeit bzw. Vermehrungsmöglichkeit der zu ernährenden Individuen innerhalb der von der Natur gezogenen Grenzen zunächst nicht beschränkt war. Eine Produktionssteigerung der Landwirtschaft war erst zu erwarten, als die Kenntnis der Natur im allgemeinen sich erweiterte, und das begann im Anfange des 19. Jahrhunderts.

Zwar ist, wie schon erwähnt, der Grund und Boden mit geringen Ausnahmen nicht ausdehnungsfähig; jedoch läßt sich der Normalertrag an Pflanzen bis zu einer noch nicht genau ermittelten Grenze erhöhen. Heute wird wohl jedem Leser, auch wenn er sich nicht ausgesprochen mit Landwirtschaft befaßt, klar sein, auf welchem Wege die Entwicklungsmöglichkeit gegeben ist; das war aber zu Beginn des verflossenen Jahrhunderts, wo noch alles im Entstehen begriffen war, anders.

An sich ließen die veralteten Landbaumethoden schon vielfach zu wünschen übrig, was teilweise an der individuellen Beschränkung des damaligen Bauernstandes gelegen haben mag.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts schon waren die Landbaumethoden anderer Länder, ich erwähne nur England, denen des hier ausschließlich zu berücksichtigenden Deutschlands voraus geeilt. Insbesondere war man in England schon damit vorgegangen, Wert- und Kostenberechnungen der landwirtschaftlichen Erzeugnisse anzustellen. In Deutschland waren damals ökonomische Betrachtungen nur im Zusammenhange mit den sogen. Kameralwissenschaften üblich, das heißt, man betrachtete die wissenschaftliche Ausbildung der Landwirtschaftslehre nur in Verbindung mit dem Verwaltungsrecht möglich. Das wissenschaftliche Eindringen in die Landwirtschaft beschränkte sich also darauf, angehenden Verwaltungsbeamten und Großgrundbesitzern neben der wichtigeren kameralistischen Vorbildung allgemeine Einblicke in landwirtschaftliche Betriebsmethoden zu gewähren.

Dies änderte sich durch das Auftreten *Albrecht Thaers* (1752—1826). Er trennte die Landwirtschaftswissenschaft von den Kameralia; durch das Studium englischer Werke wurde er auf Verbesserungsmöglichkeiten der deutschen Landwirtschaft aufmerksam und erprobte seine Ideen auf einer in der Nähe von Celle gekauften Landwirtschaft und später in Möglin (Kreis Oberbarnim in Brandenburg). Es ist interessant, daß der für den wissenschaftlichen Ausbau der Landwirtschaft bahnbrechende *Thaer* ein ausgezeichneter Arzt und als solcher naturwissenschaftlich — soweit es die damalige Zeit zuließ — gründlich ausgebildet war. Die in Möglin gesammelten Erfahrungen legte *Thaer* in einem 1809—1812 erschienenen Werke: „Grundsätze der rationellen Landwirtschaft“ nieder, das auch schon die Einteilung der Landwirtschaft in einzelne Zweige enthält, wie sie heute

noch üblich ist. Das Wesentliche an *Thaers* Lehre — und darauf laufen unsere Erörterungen hinaus — ist, daß er durch betriebstechnische Methoden, durch Feststellung des Wertes der damals üblichen Gutsbewirtschaftung die landwirtschaftliche Produktion zu heben suchte. Er beschränkte sich also keineswegs auf die Behandlung der für Tier- und Pflanzenproduktion wichtigen Faktoren, sondern wies auch den Rentabilitätsberechnungen den ihrer Wichtigkeit gebührenden Platz zu.

Nach *Thaers* Tode nahm die Landwirtschaftswissenschaft vorwiegend unter dem Einfluß *Justus von Liebig*s und seiner Schüler einen wesentlich anderen Verlauf.

Durch die bahnbrechenden neueren Forschungen auf den Gebieten der Chemie, Physiologie und Biologie erhielt man einen Einblick in das Wesen organischer Entwicklung. Für die Landwirtschaft besonders bedeutungsvoll wurden die Arbeiten *Liebig*s über die tierische und pflanzliche Ernährung. Zwar kannte schon *Thaer* den günstigen Einfluß verschiedener Mineralien auf das Wachstum der Kulturpflanzen, es blieb *Liebig* aber vorbehalten, analytisch die wichtigsten Nährstoffe (N, K, Ca, P_2O_5 usw.) festzustellen und so endlich den Weg für eine künstliche Produktionserhöhung durch Zufuhr der eben genannten Stoffe vermittlels Düngung des Bodens zu ermöglichen. Es würde hier zu weit führen, aller der Forscher zu gedenken, die zu dem Ausbau der Landwirtschaftswissenschaft beigetragen haben. Es erhellt aber aus dem Gesagten, daß das ursprünglich schwierigste Problem der Landwirtschaft, die Erzeugung von menschlicher Nahrung aus anorganischen Rohstoffen, im wesentlichen als gelöst zu betrachten ist; die tierchemischen Forschungen *Liebig*s und anderer Agrikulturchemiker haben gezeigt, bis zu welcher Grenze auch die Fleischproduktion steigerungsfähig ist.

Die Aufgaben der Landwirtschaftswissenschaft haben sich somit gewandelt. Rein wissenschaftliche Errungenschaften haben einen praktischen Nutzen gezeitigt, der kaum zu ermessen ist, die Produktionssteigerung unserer Landwirtschaft konnte mit den steigenden Ernährungsbedürfnissen annähernd gleichen Schritt halten. Es könnte zunächst so scheinen, als ob der heutigen Landbauwissenschaft kein Raum zu weiterer Entwicklung gelassen wäre. Daß dem aber keineswegs so ist, werden wir bei der Einzelbesprechung der landwirtschaftlichen Forschungsrichtungen in folgendem sehen.

Wie schon andeutungsweise hervorgehoben wurde, ist die Landwirtschaftswissenschaft gemäß der Eigenart des landwirtschaftlichen Betriebes in zwei große Gruppen zu trennen, die Lehre vom Betriebe und von der Produktion. Es ergibt sich also folgendes Schema:

I. Wirtschaftslehre des Landbaus. (Betriebslehre.)	II. Produktionslehre.	
	A. Pflanzenbaulehre. (Pflanzenzüchtung,	B. Tierproduktionslehre.
	Ackerbaulehre usw.)	(Tierzüchtung- und -ernährung usw.)

Nach dieser Aufstellung erscheint die ganze Landwirtschaftslehre verhältnismäßig einfach, sie ist es aber in Anbetracht der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Naturvorgänge nicht.

Die Schule *Liebig*s glaubte die Landwirtschaft ausschließlich als angewandte Naturwissenschaft ansehen zu können. Das ist aber nur zutreffend, wenn man die Produktionslehre im Auge hat, die ja nur einen Teil der Gesamtwissenschaft bedeutet.

Wie in obigem Schema ersichtlich, zerfällt die Produktionslehre in zwei große Arbeitsgebiete, die Pflanzen- und Tierproduktionslehre. Als wichtigstes Postulat für ein Wissenschaft zu nennendes Arbeitsgebiet wurde schon eingangs dasjenige aufgestellt, daß exakte Forschungen darin möglich sind.

Die Feststellung der Anbaumethoden allein macht als ein allgemeines Erfahrungsgebiet die Wissenschaft noch nicht aus, sondern erst die der Gründe für die gegenwärtig üblichen Anbaumethoden. Aus diesem Gesichtspunkt heraus gewinnt die Pflanzenproduktionslehre die große Bedeutung, die ihr jetzt auch von Biologen beigemessen wird. Das ist erklärlich, wenn man berücksichtigt, daß die Pflanzenproduktionslehre die Gesamtheit der für das Individuum wesentlichen Lebensbedingungen zu erforschen hat — ein Problem, das in die tiefsten Geheimnisse der Wissenschaft vom Leben überhaupt hineinführt. Nicht allgemein biologische Forschungen werden dadurch in ihrem Wirkungskreis geschmälert oder gar überflüssig gemacht, denn das Interesse der landwirtschaftlichen Forschung ist beschränkt einerseits auf die Kulturpflanzen, andererseits erweitert sie ihr Arbeitsfeld auf Spezialprobleme, die der allgemeinen Wissenschaft ferner liegen. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, hier allen Entstehungs- und Wachstumsfaktoren der Pflanze nachzuspüren, deren jeder einzeln ein Forschungsgebiet für sich bildet, nur einige wesentliche Momente seien hervorgehoben.

Das natürliche Wachstumssubstrat der Pflanze ist der Boden. Wir stoßen hier gleich auf ein schwieriges, teilweise noch brachliegendes Thema, die Erforschung der chemischen und physikalischen Vorgänge im Boden.

Wir sind hierbei schon vor dem ersten typischen Beispiel angelangt, wie durch zunächst materiellen Zwang ein Arbeitsgebiet sich in eine exakte Wissenschaft verwandelt und mit welchen Schwierigkeiten die noch ziemlich junge Landwirtschaftswissenschaft, deren jüngster Zweig die Bodenkunde ist, zu kämpfen hat. *Liebig* hatte nachgewiesen, daß die Pflanze dem Boden gewisse für ihren Aufbau wichtige Verbindungen entzieht; damit sind aber die Beziehungen der Pflanze zum Boden noch nicht erschöpft. Nicht nur die chemischen Vorgänge des Bodens sind für die Pflanze gestaltbestimmend, sondern auch die physikalischen Eigenschaften. Beide Vorgänge sind nicht allein abhängig von der geologischen oder mineralogischen Entstehung, sondern auch von

klimatischen bzw. meteorologischen Einflüssen, von der geographischen Lage und endlich von der Einwirkung vieler Tiere (Regenwurm) und Pflanzen selbst. Wir können mithin die Bodenkunde nicht einer einzelnen Grundwissenschaft zuweisen, sondern müssen ihr eine besondere Stellung neben diesen einräumen. Was für dieses eine Beispiel im besonderen gilt, das gilt in noch größerem Maßstabe für die gesamte Produktionswissenschaft. Es wäre eine falsche Vorstellung, wollte man annehmen, die Landwirtschaft ist nur eine Verkettung der von den Grundwissenschaften — als solche zählen Zoologie, Botanik, Chemie, Geologie, Physik, Mineralogie, Nationalökonomie — gefundenen Tatsachen, sie hat vielmehr eben die Art dieser Verkettung zu analysieren und ihre Anwendbarkeit auf ihre Forschungsobjekte zu prüfen. Es wäre darum müßig, diese Grundprobleme, die alle bekannt sind, der Reihe nach aufzuzählen und in ein zugehöriges System zu bringen. Damit soll keineswegs der Wert von allgemeinen Forschungen für die Produktionswissenschaft unterschätzt werden, im Gegenteil, jede neue Errungenschaft kann der letzteren einen unschätzbaren Dienst leisten, ebenso wie umgekehrt die Erfahrungen dieser von den allgemeinen Wissenschaften nutzbringend verwendet werden können.

Wir sahen, um auf den Ausgangspunkt zurückzukommen, daß dem Boden eine sehr große Bedeutung für das Pflanzenwachstum zukommt, doch schließt seine Bedeutung die Einwirkung anderer Faktoren nicht aus. Auch die Botanik hat ein großes Interesse an der Auffindung genau meßbarer Formeln für die Einflüsse der umgebenden Lebensbedingungen auf das Individuum. Dies Gebiet ist bis jetzt wenig über die Erkenntnis von der Notwendigkeit seiner Bearbeitung herausgekommen. Das liegt an einer gewissen Einseitigkeit der vergangenen Forschung, die nur die chemische Seite des Problems berücksichtigte und dem praktischen Interesse folgend das mineralische Nährstoffbedürfnis der Pflanze feststellte. Erst seit den Arbeiten hauptsächlich des verstorbenen Agrikultur-Physikers *Wollny* haben diese Forschungen die notwendige Erweiterung nach der anderen Seite erfahren, eine Arbeit, die gegenwärtig von *Ramann* (München), *E. A. Mitscherlich* (Königsberg), *Vageler* u. a. fortgesetzt wird.

Die Botanik hat für die Erforschung der Anpassungserscheinungen der Pflanze in verschiedenen Gebieten eine Spezialwissenschaft ausgebildet, die Ökologie. Das Verbreitungsgebiet der Kulturgräser und sonstigen Nutzpflanzen ist bedeutend eingengter und besser bekannt als das botanischer Familien, die Probleme sind mithin teilweise anderer Art. Es gilt bei der Pflanzenproduktionswissenschaft, weniger die Art der einwirkenden Faktoren festzustellen, als vielmehr den Grad der Wirksamkeit, die Arbeit hat sich mehr nach der quantitativen, als nach der qualitativen Seite zu erstrecken. Die hier behandelte Wissenschaft betritt damit ein Neuland: keiner der hierher gehörenden Faktoren ist direkt mit unseren heutigen Hilfsmitteln meßbar, hoffen wir aber,

daß auch die Produktionswissenschaft sich eine ähnlich bewunderungswürdige Methodologie schaffen kann, wie die organische Chemie bei der Erforschung der Strukturformeln komplizierter Verbindungen.

Die Pflanzenproduktionslehre hat nicht nur die Daseinsbedingungen, sondern auch die Entstehungsverhältnisse der Organismen zu untersuchen. Die Besprechung dieses Gebietes, allgemeiner ausgedrückt der Vererbungswissenschaft, führt uns in ein gemeinsames Arbeitsfeld der Pflanzen- und Tierproduktionswissenschaft.

Es ist bisher trotz eifriger Arbeit nicht gelungen, allgemein gültige Erbformeln aufzustellen, ja der Vorgang der Vererbung selbst ist noch ein viel umstrittenes Thema. Die praktische Bedeutung der Erweiterung unserer Kenntnisse über den Vererbungsvorgang ist offensichtlich, ein genauer Einblick in ihn würde es dem Ermessen des Menschen anheimstellen, die Fortpflanzung der Haustiere nach der einen oder andern Richtung zu beeinflussen. Vielerlei Fortschritte in der Vererbungsbiologie verdanken wir dem genialen Augustinerpater *Gregor Mendel*, doch bedeutet die „Mendelsche Regel“ mehr die Feststellung einer bestimmt gerichteten Vererbungstendenz in der organischen Welt, als sie die inneren Ursachen aufklärt. Dies wird die Aufgabe einer späteren Forschung auf umfassenderer experimenteller Grundlage als bisher sein. Nach dem Gesagten ist es kein Zufall, daß gerade von landwirtschaftlicher Seite der Vererbungsbiologie eine sehr große Beachtung geschenkt wird und sich Tier- wie Pflanzenzüchter eingehend an der Forschung beteiligen. Gerade die Landwirtschaft besitzt ein so ungeheures Arbeitsmaterial, daß sie der Wissenschaft in dieser Hinsicht sehr tatkräftige Förderung angedeihen lassen kann.

Was über die Pflanzenproduktionswissenschaft gesagt werden konnte, trifft zum großen Teil auch auf die Tierzüchtung zu. Die Ernährungsphysiologie ist auf beiden Gebieten längst zu einer großen eigenen Wissenschaft, der Agrikulturchemie, geworden und nimmt eine vollständige Sonderstellung ein.

Unsere Kenntnisse über die Stammesgeschichte der Haustiere sind in wesentlichen Zügen fest begründet. *Charles Darwin* gebührt das Verdienst, die phylogenetische Haustierforschung begründet zu haben, Männer wie *H. von Nathusius*, *Rütimeyer*, *C. Keller*, *M. Wilkens* haben sich durch Fortführung der von *Darwin* begonnenen Arbeit ein großes Verdienst erworben. Die ganze Darwinsche Abstammungstheorie beruht bekanntlich auf Erfahrungen aus der landwirtschaftlichen Pflanzen- und besonders Tierzuchtpraxis und auch heute noch bilden landwirtschaftliche Erfahrungen ein wichtiges Entscheidungsmaterial für viele strittige Fragen.

Das für die Züchtungsbiologie zu lösende Problem erstreckt sich nicht ausschließlich auf die Klärung der Vererbungsvorgänge, hierfür kommt mehr die allgemeine Biologie in Frage. Die Tier-

produktionswissenschaft hat sich vielmehr entsprechend ihrer Stellung als landwirtschaftlicher Teilwissenschaft mit der Einwirkung der Lebensverhältnisse, der „Scholle“, auf das Wohlbefinden und damit auf die sexuelle Konstitution des Tieres zu beschäftigen, was schon oben als wichtigstes Betätigungsfeld der Pflanzenproduktionslehre bezeichnet wurde. Die Dinge liegen ebenso wie bei der letztgenannten Wissenschaft: wir kennen die einzelnen biologischen Faktoren, nicht aber den Grad ihrer Wirksamkeit zusammen. Daraus erwächst für die Volksgesamtheit ein großer Schaden; bedeutende wirtschaftliche Werte werden fast täglich vernichtet, weil der einzelne Landwirt noch nicht beurteilen kann, ob aus andern Gebieten stammende Individuen sich anpassen, akklimatisieren werden und eine lohnende Haltung versprechen.

Wir hoffen in vorstehendem ein verständliches Bild davon entworfen zu haben, wie eng jeder wissenschaftliche Fortschritt mit wirtschaftlicher Entwicklung verknüpft ist und welche Stellung die Landwirtschaftswissenschaft innerhalb der Gesamtwissenschaft einnimmt. Bisher hatten wir nur naturwissenschaftliche Grundlagen im Auge. Weite Kreise glauben auch die wissenschaftliche Seite der Landwirtschaft hier erschöpft. Sie würde dann aber als Gesamtheit ihren Charakter als angewandte Naturwissenschaft dokumentieren und den Anschauungen *Liebigs* Recht geben. Ihre spezifische Eigenart erhält aber die Landwirtschaftswissenschaft erst durch die Betrachtung aller praktischen Betriebsmaßnahmen vom ökonomischen Standpunkte aus. Es ist sowohl privat- wie volkswirtschaftlich ein sehr bald merkbarer Unterschied, ob die Produkte mit einem sehr geringen Aufwand oder unter Verschwendung der Rohstoffe hergestellt werden. Die Förderung dieser wichtigen Erkenntnis ist die Aufgabe der Wirtschaftslehre des Landbaus oder, wie sie mit einem gebräuchlicheren, aber weniger zutreffenden Namen bezeichnet wird, die landwirtschaftliche Betriebslehre. Es ergibt sich von selbst, daß die Wirtschaftslehre auf der Nationalökonomie fußt. Nach einer kurzen Blütezeit während der Wirksamkeit *Albrecht Thaers* und einiger Zeit länger wurde sie das Aschenbrödel der Landwirtschaftswissenschaft.

Verbesserungen des Verkehrs, der Produktionsmethoden und Änderungen der wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse haben der modernen Landwirtschaft ein gänzlich anderes Gesicht gegeben.

Die Erzeugnisfaktoren, mit denen der landwirtschaftliche Betrieb zu rechnen hat, sind Natur, Arbeit und Kapital: die Natur (d. h. Boden, Klima usw.) bildet die Grundlage für den Angriff von Arbeit und Kapital. Am wenigsten wandelbar von diesen drei Faktoren ist die Natur, während die Höhe des eingesetzten Kapitals und der Arbeit im Belieben der landwirtschaftlichen Unternehmer steht. Die Wirtschaftslehre muß nun mit Methoden, deren Erörterung nicht hierher gehört,

untersuchen, bis zu welcher Höhe die Einsetzung von Arbeit und Kapital für eine Rohertragssteigerung (der Ernten nämlich) lohnend ist. Einen tiefen Einfluß auf die Gestaltung des Wirtschaftssystems übt die Entfernung der nächsten größeren Ortschaft, die allgemeine Marktpreislage, die Bodenart und geographische Lage, der Kulturzustand der Arbeiter und die Menge der zur Verfügung stehenden Arbeiter überhaupt aus, eine Unsumme von Fragen, deren Erörterung eine genaue Kenntnis der ganzen landwirtschaftlichen Betriebsweise voraussetzt und deshalb hier unterbleiben muß. Die angegebenen Punkte lassen aber das Arbeitsgebiet der Wirtschaftslehre ungefähr erkennen; sie befindet sich insofern in einer mißlichen Lage, indem sie gegenwärtig alle Versäumnisse der verflossenen fünfzig Jahre nachholen muß, anderseits kann sie auf statistischer Grundlage arbeiten und die betriebswirtschaftlichen Vorgänge besser erfassen als die Produktionswissenschaften auf ihrem Gebiete.

Da die Wirtschaftslehre erst seit kurzer Zeit ihre Wiederauferstehung feierte, hat sie noch mit viel Schwierigkeiten zu kämpfen, insbesondere mit der Sicherung einer brauchbaren Forschungsmethode; selbst die Forschungsunterlagen, vor allem eine einwandfreie Buchführung im landwirtschaftlichen Betriebe, lassen viel zu wünschen übrig, denn der größte Teil der Praxis ist noch keineswegs von der Wichtigkeit des Gegenstandes überzeugt, kann die Wirtschaftslehre doch auch keine so schnellen und handgreiflichen Erfolge erzielen wie die Produktionswissenschaften.

Die vorliegende Skizze hatte den Zweck, die Stellung und Aufgaben der Landwirtschaftswissenschaft in unseren Tagen zu zeigen; es konnte nicht unsere Aufgabe sein, hier eine Enzyklopädie der gesamten Landwirtschaftslehre auch nur im Abriß zu geben, dazu sind ihre Beziehungen zu anderen Wissenschaften und ihr eigener Umfang zu groß. Die Landwirtschaft ist eines unserer verzweigtesten Wissensgebiete geworden, kein einziger Vorgang im Natur- oder Wirtschaftsgeschehen ist für sie bedeutungslos. Gleichzeitig sahen wir, daß sie noch sehr weit von ihrer Vollendung entfernt ist. Für die Landwirtschaft insbesondere ergibt sich auf der Seite der Produktionswissenschaft aus jeder biologischen oder chemischen u. dgl. Entdeckung eine Fülle neuer Arbeitsmöglichkeiten, jede Änderung im nationalen oder internationalen Wirtschaftsleben stellt die Wirtschaftslehre vor neue Aufgaben. Das Ziel der heimischen Landwirtschaft muß eine ausreichende Ernährung unseres Volkes sein, die Landwirtschaftslehre hat schon auf diesem Gebiete eine großartige Aufgabe, nämlich unseren Betrieben die Möglichkeit zu verleihen, weiter gesteigerten Ernährungsansprüchen gerecht zu werden. Daneben geht gleichwertig ihre hohe Aufgabe als Wissenschaft unabhängig von den Forderungen des Tages, die Aufgabe, an einer Vertiefung der Kultur und der menschlichen Erkenntnis mitzuarbeiten. Dies ist nicht ihr geringster Wert; auch wenn — wie es fast scheinen möchte — Fortschritte der Chemie uns eines

Tages die Möglichkeit der künstlichen Darstellung der Eiweißstoffe im großen darbieten, so wird doch die Landwirtschaftswissenschaft ihren Rang erhalten können.

Den Lesern, die Näheres über die hier nur gestreiften Gegenstände erfahren wollen, seien folgende Schriften empfohlen:

Th. v. d. Goltz, Geschichte der deutschen Landwirtschaft. Stuttgart 1902/3.

Rob. Müller, Biologie und Tierzucht. Stuttgart 1905.

K. v. Rümker, Die Systematik und Methodik der modernen landwirtschaftlichen Pflanzenproduktionslehre. Fühlings landw. Zeitung, 1911.

Waterstradt, Die Wirtschaftslehre des Landbaus. Stuttgart 1912.

Entnikotinisierung von Tabak.

Von Dr. Rudolf Ditmar, Graz.

Rechnet man die Gesamtproduktion der Erde an Tabak zu 740 Millionen Kilogramm und nimmt man an, daß derselbe durchschnittlich 2 % Nikotin enthalte, so beträgt das gesamte jährlich im Tabak vorkommende Nikotin 14,8 Millionen Kilogramm oder 1480 Waggons¹⁾. Nehmen wir an, daß durch die Behandlung der Tabakblätter vor dem Konsum zwei Drittel des Nikotins verloren gehen, und daß von dem letzten Drittel die Hälfte in dem nicht quantitativ gerauchten Tabak zurückbleibt oder durch den aus dem brennenden Ende aufsteigenden Nebenstrom verloren geht, so wird dennoch die Menschheit alljährlich mit 2½ Millionen Kilogramm, das sind 250 Waggons, reinen Nikotins vergiftet. Nikotin (1-Methyl-2-β-Pyridylpyrrolidin) stellt in seinen beiden optisch aktiven Formen (Links- und Rechtsnikotin) ein schweres Gift vor, durch welches die Ganglienzellen nach kurzer vorhergehender Erregung gelähmt werden. 5 mg genügen, um einen mittelgroßen Hund in 3 Minuten zu töten. Nach *A. Mayor* ²⁾ besitzt das Linksnikotin eine zweimal stärkere allgemeine Giftigkeit als das Rechtsnikotin. Die Menge der Trockensubstanz bei reifen und unreifen Tabakblättern ist beinahe die gleiche und schwankt zwischen 12 und 15 % dergestalt, daß mit zunehmender Reife auch der Aschengehalt und der Prozentsatz des Nikotins und des kohlensauren Kaliums wächst. Mit dem Eintritt der Überreife aber vermindert sich wiederum der Aschen- und Nikotingehalt der Pflanze. Die trockenen Blätter enthalten im Durchschnitt 8,14 % Wasser und in der Trockensubstanz:

Protein	6,65 %
Ammoniak	0,41 „
Salpetersäure	0,86 „
Ätherextrakt (Fett)	4,50 „
Wachs	0,28 „
Harz	7,70 „
Apfelsäure	8,83 „

Zitronensäure	3,68 %
Oxalsäure	2,38 „
Essigsäure	0,31 „
Pektin	9,49 „
Gerbsäure	1,04 „
Sonstige stickstofffreie Extraktstoffe	6,12 „
Rohfaser	11,16 „
Mineralstoffe (Kali und Kalk)	20,73 „

Die narkotische Wirkung des Tabaks beruht auf seinem Gehalte an Nikotin, welcher in den geringwertigen Sorten am höchsten, im Havannatabak am niedrigsten ist. Der Gehalt an Nikotin unterliegt außerordentlichen Schwankungen von 0—8 % und beträgt im Mittel etwa 2 %. Um gewisse Bestandteile des frischen Tabaks zu zerstören, welche beim Rauchen unangenehm riechende und schmeckende Stoffe liefern und im Übermaß giftig sind, werden die Deckblätter etwas angefeuchtet, zu Stößen oder Docken aufgeschichtet und so lange liegen gelassen, bis sie durch Oxydationswirkung kastanienbraun oder gelb werden¹⁾. Man nennt diesen Prozeß Fermentation. Durch ihn wird ein erheblicher Teil des Alkaloides, oft bis zur Hälfte, zerstört. Neben dem Nikotin sind in geringen Mengen noch drei andere Alkaloide: Nikotein, Nikotellin und Nikotimin vorhanden. Außerdem ist an der narkotischen Wirkung auch das Nikotianin oder der Tabakkampfer, eine fettartige Substanz beteiligt. Beim Rauchen (Verglimmen) entwickeln sich Ammoniak, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Blausäure, Pyridin und ein ätherisches Öl. Das letztere, von dem *Thoms* aus 15 kg Tabak 6 g isolieren konnte, siedet bei 295—315° und hat einen kamillenähnlichen Geruch. Das Nikotin wird zum Teil beim Glimmen zerstört oder in Pyridine umgewandelt, gelangt aber teilweise in unverändertem Zustand mit dem Rauche in den Organismus. In starker Verdünnung im Rauche wirkt es anregend und befähigt zu erhöhter körperlicher und geistiger Tätigkeit und zum leichteren Ertragen von Hunger, Durst und Arbeit. Im Übermaß wirkt Rauchen schädlich, besonders beim Verbrauch der unteren Zigarrenenden, in denen sich das Nikotin anhäuft, und führt zum Nikotismus, zur Tabakvergiftung²⁾. Chronischer Nikotismus entsteht infolge gewohnheitsmäßigen übermäßigen Tabakrauchens und -kauens und stellt sich unter verschiedenen Formen dar. Die häufigsten sind: die Tabakamblyopie oder Amaurose (eine teilweise oder vollständige, auf Entzündung der Sehnervfasern beruhende Erblindung) und die Tabakherzaffektion, welche sich meist durch Steigerung der Frequenz und Aussetzen des Herzschlages, in anderen Fällen durch Herzklopfen und Herzschwäche, mitunter durch die Erscheinungen anfallsweise auftretender äußerst heftiger Schmerzen unter dem Brustbein, verbunden mit einem Gefühl höchster Beklemmung und Angst (Angina pectoris), oder auch als Vergrößerung oder Erweiterung des Herzens charakterisiert. Außerdem

¹⁾ *Mercks* Waren-Lexikon.

⁴⁾ Das Buch der Erfindungen, Gewerbe und Industrien. 1897. IV. Bd.

²⁾ Berichte der Deutsch. chem. Ges. 37, 1233 (1904).

²⁾ Dr. *Julius Donath*: Tabakvergiftungen, die Medizin für Alle von Dr. *J. Seydl*. Wien. 1906. Nr. 12. S. 185 ff.

aber kann die chronische Tabakvergiftung in Gestalt von Störungen der verschiedensten Nervengebiete, selbst als Geisteskrankheit (Nicotismus mentalis) auftreten. Häufig finden sich noch bei Rauchern, speziell bei Zigarettenrauchern, Rachenkatarrhe mit starker Trockenheit der Schleimhaut, die sich selbst aufs Mittelohr fortsetzen können, schließlich auch Beschwerden von seiten des Verdauungstraktes (wie Magenschmerzen, Appetitlosigkeit, Gefühl von Völle, Verstopfung mit Durchfällen abwechselnd).

Aus Zigaretten gelangt das Nikotin in einer Menge von 80,2—98,7 % in den Rauch und die Stummel, im Durchschnitt 89, aus Zigarren 84—100 %, in der Mehrzahl 92—97 %, im Durchschnitt 95 %. Die Pyridinmenge erreicht in beiden Fällen höchstens die Hälfte des Nikotins, meist bewegt sie sich zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ des letzteren¹⁾. Der Gehalt an Ammoniak des Zigarrenrauchs scheint in der Regel erheblich größer zu sein als im Zigarettenrauch. Die Temperatur der Zigarre beträgt 1 mm hinter der Glühstelle nur etwa 100°, an der Glühstelle ca. 480°. Das gebundene Nikotin wird durch die Bildung des Ammoniaks in Freiheit gesetzt und destilliert weg; das Ammoniak entsteht beim Rauchen aus dem Eiweiß, nur in sehr geringer Menge aus dem Nitrat, das Pyridin nur zum kleinen Teil aus dem Nikotin. Eine Menge nikotinfreier Stoffe zeigen bei der trockenen Destillation einen Pyridingehalt im Destillat. Für die Wirkung der Rauchgase hat das Kohlenoxyd, der Schwefelwasserstoff und der Cyanwasserstoff, solange in üblicher Weise geraucht wird, keine Bedeutung. Auch beim Einsaugen von 6 % Kohlenoxyd enthaltender Luft in die Mundhöhle und Ausblasen dieses Gemisches tritt keine Andeutung einer Kohlenoxydvergiftung ein, wie beim Lungenrauchen. Die Absorption von Nikotin durch den Menschen aus dem Hauptstrom kann meist auf 25—36 %, sogar bis 42 % des Nikotingehaltes von Zigaretten angenommen werden; bei diesen ist auch die Ammoniakabsorption aus dem Hauptstrom schwächer als bei reinem Ammoniak. Beim sogenannten „Lungenrauchen“, wie es z. B. in Japan üblich ist, werden rund 43 % des nicht verbrennenden Nikotins oder 36,5 % des Gesamtnikotins (80 % des Hauptstroms) absorbiert. Die aus dem Rauch absorbierten Nikotinmengen sind so groß, daß sie die akute Wirkung des Rauchens auf den Ungewohnten erklären. Pyridin und seine Homologen aus dem Haupt- und Nebenstrom von zwölf Zigarren sind beim Einnehmen binnen einer Stunde wirkungslos. Es gelang nicht, wesentliche Mengen nicht alkalischer, giftiger, kondensierbarer Stoffe aus kleineren Mengen Tabakrauch zu gewinnen.

In neuerer Zeit ist man bestrebt, das Nikotin in irgendeiner Weise für den Organismus unschädlich zu machen. *Das erreicht man zunächst dadurch, daß man dem Organismus ein Nikotingegengift während des Rauchens verabreicht. Ferner sucht man das Nikotin vor dem Einziehen des Rauches in die Mundhöhle abzufangen. Endlich versetzt man schon*

den Tabak mit Reagenzien, welche mit dem Nikotin unschädliche Verbindungen eingehen, und schließlich entnikotiniert man den Tabak.

A. Herbrand¹⁾ empfiehlt auf Grund von Versuchen zur Herabminderung der schädlichen Einwirkungen des Nikotins auf den Organismus beim Tabakrauchen das Einnehmen einer Mischung von Magnesiumsuperoxyd und Gerbsäure. Er will dadurch das Nikotin in das physiologisch schwächer wirkende Nikotinoxid überführen. Die in Tablettenform hergestellte Mischung hat den Namen „Nicomors“.

Das teilweise Entnikotinisieren des Tabakrauches will man dadurch erreichen, daß man zwischen dem glimmenden Tabak und der Mundhöhle Spitzen einschaltet, die mit Watte oder sonst fein verteilten Stoffen gefüllt sind. Die große Oberfläche dieser Einschaltungsmedien absorbiert den größten Teil des kondensierten schädlichen Nikotins. Manchmal trinkt man die Einschaltungsstoffe auch mit Substanzen, die mit dem Nikotin Verbindungen eingehen, so mit Zinnchlorür, Gerbsäure, Eisenchlorid, Kobaltchlorid, Magnesiumsulfat, Phosphormolybdänsäure, Phosphorwolframsäure usw.

Die gleichen und ähnlich wirkende Substanzen setzt man auch direkt dem Tabak zu. Dadurch will man die teilweise Entnikotinisierung schon während des Rauchens im Tabak erreichen.

Weit wirksamer ist die *Entnikotinisierung des Tabaks vor dem Rauchen*. Mit dieser beschäftigt sich heute die Industrie bereits im großen, was aus einer Reihe von Patenten hervorgeht.

Die Entnikotinisierungsanstalt *August Falk* in Wien arbeitet nach einem patentierten Verfahren (Österr. Patent Nr. 15 071), welches darauf beruht das Nikotin schon gebrauchsfertigen Tabakfabrikaten (Zigarren, Zigaretten, Rauch- und Kautabaken), wie dieselben im Handel vorkommen, zu entziehen. Das Verfahren beruht auf der bekannten Eigenschaft des Nikotins *zwischen 100° bis 200° zu destillieren*. Durch das Falksche Verfahren gelingt es, dem Tabak zwar nicht das ganze Nikotin zu entziehen, denn dadurch würde auch der Genuß am Tabakrauchen wegfallen, wohl aber läßt sich ein großer Teil des Nikotins entfernen, ohne daß der Geschmack und das Aroma beeinträchtigt oder vermindert würde, da hierbei die dem Tabake den Wohlgeschmack und das Aroma gebenden Stoffe, wie Apfel- und Zitronensäure usw., demselben ganz und gar erhalten bleiben. Neben dem Nikotin wird nach dem Falkschen Verfahren dem Tabake auch das sich bei der Fermentation der Tabake bildende Ammoniak entzogen. Dieser Umstand gereicht dem Verfahren zum Vorteile, denn durch die Entziehung fast des gesamten Gehaltes an Ammoniak wird der Geschmack der Tabakfabrikate wesentlich verbessert und die leichtere Brennbarkeit derselben befördert.

Das Verfahren von *August Falk* wird außer in Österreich in Deutschland, und zwar von der Firma „Nea“ Nikotin-Entziehungs-Anstalt G. m.

¹⁾ *Emil Abderhalden*, Biochemisches Handlexikon. V. Band (1911), S. 42 und 43.

¹⁾ Pharm. Ztg. 55, 271—72.

b. H. in Berlin, ferner von der türkischen Tabakregie und in neuerer Zeit auch von einer englischen Aktiengesellschaft mit bestem Erfolg ausgeübt.

Die Resultate, welche nach dem Falkschen Verfahren erzielt werden, sind folgende:

Vergleichende Tabelle des derzeitigen Nikotingehaltes von Regiefabrikaten (Zigarren, Zigaretten und Zigarettentabake).

Zigarren:	Nikotingehalt in Gewichtsprozent		
	normal wie im Verschleiß	einmal behandelt	zweimal behandelt
Coronas	1,06	0,54	0,30
Pigmeos	1,12	0,58	0,32
Rosita	1,14	0,60	0,34
Selectos	1,15	0,61	0,35
Operas Especial	1,26	0,67	0,38
Trabucos	1,60	0,81	0,48
Trabuco Especial	1,63	0,86	0,49
Regalia media	1,63	0,85	0,49
Prensados	1,64	0,87	0,49
Regalitas	1,64	0,84	0,50
Brasil-Virginier	2,11	1,12	0,63
Feine Virginier	2,51	1,32	0,75
Gem. Ausländer	2,51	1,33	0,75
Virginier Especial	3,52	1,87	1,05
Kaiser-Virginier	3,95	2,09	1,18
Zigaretten:			
La favorite	1,45	0,77	0,44
Coronas	1,61	0,83	0,49
Damen	1,62	0,85	0,48
Stambul	1,75	0,91	0,52
Khedive	1,78	0,93	0,51
Dames	1,85	0,98	0,55
Donau	2,24	1,19	0,67
Kaiser	2,39	1,26	0,71
Herzegowina	2,41	1,27	0,72
Tabake:			
Feiner Kir	2,01	1,06	0,60
Pursitschan	2,15	1,17	0,59
Feiner Herzegowina	2,34	1,24	0,70
Feinster Herzegowina	3,26	1,52	0,78

Die „Nea“ Nikotin-Entziehungs-Anstalt für Tabak und Tabakfabrikate G. m. b. H. hat den Apparat von Dr. Falk etwas umkonstruiert, so daß ein Zurückfließen des Nikotinkondensates auf die Waren nicht stattfinden kann (D. R. P. Nr. 232 610, Kl. 79 c, Gruppe 1).

Der Schwede J. Landin erhielt ein schwedisches Patent (Nr. 32 070 Kl. 74a) auf ein Verfahren zur Darstellung von nikotinfreiem und nikotinschwachem Tabak. Er behandelt zunächst den Tabak mit alkalischen Stoffen, wodurch er das Nikotin in Freiheit setzt. Das freigemachte Nikotin wird dadurch entfernt, daß er nicht erwärmte Luft oder einen Gasstrom während der Behandlung mit Alkalien oder nachher durch den Tabak leitet. Zum Austreiben des Nikotins aus dem Tabak benützt er Kalilauge, Ammoniak oder alkalische Erden. Nach seinem Verfahren bleiben die aromatischen Stoffe im Tabak zurück. Der Luftstrom wird durch titrierte Schwefelsäure geleitet, um das Ende der Entnikotinisierung zu bestimmen. An

Stelle von Luft benützt Landin auch Kohlensäure. Dadurch verwandelt er das im Tabak zurückbleibende Alkali oder Erdalkali in die entsprechenden Karbonate. Bei schwer verbrennbaren Tabaken nimmt er statt Kohlensäure Salpetersäuredämpfe, dadurch erhält er aus den Alkalien und Erdalkalien die betreffenden Nitrate, wodurch er leichtere Verbrennbarkeit des Tabaks erzielt.

Das Verfahren zur Entnikotinisierung von Tabak von Dr. Johannes Sartig in Nikolassee b. Berlin (D. R. P. Nr. 197 159, Kl. 79c, Gruppe 1) ist dadurch gekennzeichnet, daß in einem geeigneten Apparat durch den Tabak überhitzter Wasserdampf geleitet wird, dessen Abkühlung und Kondensation im Innern des Apparates durch entsprechende äußere Beheizung verhindert wird, wobei die aus dem Apparat entweichenden Dämpfe durch einen Kühlapparat geleitet und kondensiert werden können, um das in dem Kondensationswasser gelöste Nikotin in bekannter Weise zu gewinnen.

Einen sehr hübschen Apparat zum Entnehmen der nikotinhaltigen Flüssigkeit während des Entnikotinisierens ohne Abstellung des Betriebes und ohne jede Störung hat sich der dänische Maschinenmeister Peter Kjaer Bolet, Kopenhagen, patentieren lassen (dänisches Patent Nr. 14 936).

Dr. Johannes Sartig in Nikolassee b. Berlin leitet durch den Tabak im luftverdünnten Raume Wasserdämpfe bei Temperaturen unter 100° C., deren Abkühlung und Kondensation im Innern des den Tabak enthaltenden Gefäßes in bekannter Weise durch entsprechende äußere Beheizung verhindert wird (D. R. P. Nr. 243 071, Kl. 79c, Gruppe 1).

Dr. Robert Liebig in Bremen (D. R. P. Nr. 178 962, Kl. 79c, Gruppe 1) benützt die Eigenschaft der gesteigerten Flüchtigkeit des Nikotins in der Luftleere in seinem Verfahren zur Entnikotinisierung von Tabak. Er setzt, nachdem er den Tabak mit Alkalien behandelt hat, diesen ohne Wärmezufuhr der Einwirkung der Luftleere aus.

Damit sind die wichtigsten Entnikotinisierungsmethoden behandelt. Die bei einigen von diesen Verfahren erhaltene Tabaklauge stellt ein wertvolles Produkt vor, welches auf verschiedene Weise präpariert, zur Bekämpfung der Pflanzenschädlinge an Reben-, Hopfenkulturen, Obstbäumen usw. in den Handel kommt.

Die Elsässische Tabakmanufaktur A. G. in Straßburg bringt solche Nikotinpräparate, Nikotin „Schachenmühle“ und Nikotin „Excelsior“, in den Handel (D. R. P. Nr. 220 023, Kl. 45 I, Gruppe 3 und D. R. P. Nr. 250 229, Kl. 45 I, Gruppe 3). Die Tabaklauge wird nach diesen Patenten mit Aluminiumverbindungen (Aluminiumacetat) innig vermischt. Außerdem werden noch Eisen- und Kupferverbindungen bei einzelnen Präparaten hinzugefügt.

Die Société anonyme des tabacs désintoxiqués en faillite erhielt in Genf ein Verfahren zum Ent-

nikotinisieren von Tabaklauge, bei welchem alle löslichen, im Tabak enthaltenen und für dessen Wohlgeschmack unentbehrlichen Stoffe, die aromatischen inbegriffen, der Tabaklauge erhalten bleiben, patentiert (D. R. P. Nr. 212 417, Kl. 79c).

Besprechungen.

Gerland, E., Geschichte der Physik von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des 18. Jahrhunderts. Berlin und München, R. Oldenbourg, 1913. X, 762 S. Preis M. 17,—.

Durch den Tod des Verfassers ist das vorliegende Werk unvollendet geblieben, es sollte ursprünglich die Geschichte der Physik bis auf unsere Tage umfassen. Es ist unter Aufsicht des Herrn *Dr. H. v. Steinwehr* von der bayrischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben, und zwar als letzter Band einer „Geschichte der Wissenschaften in Deutschland“. Durch die Redaktionsbestimmung dieser Sammlung erklärt sich das Fehlen aller Abbildungen, das bei der ersten Durchsicht eines Buches physikalischen Inhalts überrascht. Doch möchte der Referent ausdrücklich betonen, nur bei wenigen Stellen dieses Werkes die Erklärung des Textes durch die Anschaulichkeit bildlicher Darstellung vermisst zu haben.

Das Werk zerfällt in zwei Abschnitte, die Physik des Altertums und die der Neuzeit, eine Trennung, die durch die mit *Galilei* aufkommende Methode induktiver Experimentalforschung grundsätzlich gerechtfertigt wird. Der ältere Stoff ist nach Nationen geordnet und behandelt gesondert die Babylonier, Ägypter, Griechen und Römer, später die Araber usw. Er enthält naturgemäß viel, das man eher „technische Erfindung“ als „wissenschaftliche Erkenntnis“ nennen wird. Manches hätte man allerdings noch ganz anders zu bezeichnen, z. B. den Mißbrauch, den die babylonische Geistlichkeit mit der Oberflächenspannung des Öles getrieben hat, um aus der Zahl der Newtonschen Interferenzfarben auf Wasser oder der Form eines an der Gefäßwand haftenden Tropfens die Zukunft ihrer Gläubigen zu ermitteln (vgl. *G. Quincke, Zeitschrift für Assyriologie*, 18, 223, 1904). Unter den halb technischen Dingen erscheint manches erst wenig bekannt, u. a. die sichere Rückdatierung der *Millefiori*-Gläser bis ins 19. Jahrhundert v. Chr. (Ägypten), eine griechische Steinschleudermaschine auf dem Prinzip unserer Windbüchse oder eine Zahnradübersetzung mit Stundenzeiger und Zifferblatt an der antiken Wasseruhr, deren gleichmäßigen Gang eine Abflußdüse aus einem durchbohrten Edelstein verbürgen sollte. Beides stammt von *Ktesibios*, der nach *Vitruvius* auch den — „Cartesianischen“ Taucher erfunden hat.

Den Römern wird neben der Wiedergabe und Verbreitung griechischer Arbeiten wenig zugestanden, eigentlich nur die Schnellwege mit ungleichen Wagebalken und verschiebbarem Kugelgewicht.

Ein ausführliches Kapitel über des *Ptolemäus* astronomische Verdienste enthält u. a. auch eine Tabelle über den Einfallswinkel und Brechungswinkel des Lichtes im Wasser und im Glas, aus deren Zahlen für je 8 Einfallswinkel man heute die optischen Brechungsindizes zu $n_w = 1,311 + 0,043$ und $n_g = 1,484 + 0,015$ berechnet. Um das so einfache, scheinbar so naheliegende Brechungsgesetz hat sich später selbst ein *Joh. Kepler* vergebens bemüht, bis es endlich *Snellius*, oder nach *Gerlands* Ansicht unabhängig und vor ihm, *Des Cartes* erkannt hat. Einen ähnlichen, wie bei des *Ptolemäus* Messungen, überraschenden Grad der Genauigkeit zeigen uns auch arabische Bestimmungen des spezifischen Gewichts aus dem 11. Jahrhundert, die *E. Wiedemann* in einer Tabelle mit

modernen Werten zusammengestellt hat und die es nicht zweifelhaft erscheinen lassen, daß der Beobachter (*Al Chazini*) die Empfindlichkeit seiner Wage mit 0,06 gr bei 2,2 Kilo Belastung nicht zu hoch angegeben hat.

Der zweite Teil des Buches, der die Physik des 16. bis 18. Jahrhunderts behandelt, zeigt wie alle ähnlichen Werke deutlich die Schwierigkeit, die im Wesen des ganzen Themas liegt. Es gehört zu den Ausnahmen, daß das Verdienst wissenschaftlicher Entdeckungen oder technischer Erfindungen einem einzigen Manne gebührt, daß es sich um Dinge und Erkenntnisse handelt, die ganz aus dem Rahmen der gleichzeitigen Fachwissenschaft heraustreten. Oft ist es die präzise Fassung eines häufig ausgesprochenen Gedankens, eine kleine Abänderung eines bekannten Versuches oder ein alter Versuch in neuer Deutung oder neuer technischer Verwendung, die eine Großtat ersten Ranges darstellt. Für den zeitlich Fernstehenden ist es dann kaum möglich, ein treffendes Urteil zu fällen und den grundsätzlichen Fortschritt zu würdigen, der in einer „selbstverständlichen“ Verallgemeinerung oder „naheliegenden“ Änderung enthalten ist. Dazu kommt, daß wie heute, so auch früher Entdeckungen und Erfindungen von mehreren Seiten gleichzeitig und unabhängig gemacht werden. Das Fernrohr, das Thermometer, die Vorläufer unserer Dampfmaschinen sind bekannte Beispiele. Dann folgen die unausbleiblichen Prioritätsreklamationen, und nicht selten wird aus einem im Grunde unfruchtbaren Thema am Ende eine nationale Ehrenfrage, die mit der ganzen Leidenschaft, aber auch Skrupellosigkeit einer politischen Parteifrage erörtert wird. Gewissenhafte Zitate in wissenschaftlichen Arbeiten sind erst eine Forderung der neueren Zeit, und uns berührt es heute seltsam, wie *Newton* fast nichts davon erwähnt, daß bereits andere Forscher die Planetenbewegung als freien Fall ansprachen und für die Schwerkraft eine dem Quadrate des Abstandes umgekehrt-proportionale Abnahme voraussetzten.

Doch verschwinden die Schwierigkeiten, die einer gerechten historischen Darstellung aus diesen persönlichen Momenten erwachsen, durchaus neben den Schwierigkeiten der Sache. Auch in der Physik ist die langsame, stetige Entwicklung die Regel, nicht der sprunghafte Fortschritt, der sich allen kenntlich an den Namen eines Einzelnen heftet. Hier verliert die Geschichte der Physik wie die der Technik viel vom Reiz des *Persönlichen*, dem die politische und die Kunstgeschichte ihre weite Verbreitung verdankt. Gewiß fesseln auch in der Geschichte der Physik die Abschnitte am meisten, in denen die ganze Wissenschaft im Zeichen eines überragenden Kopfes steht, aber auch der namenlose, unpersönliche Fortschritt bietet dem Leser, dem Physik und Technik am Herzen liegen, eine Fülle überraschender Belehrung und Anregung, besonders wenn die Darstellung so kritisch und frei vom Anekdotenhaften ist, wie die vorliegende von *E. Gerland*.

R. Pohl, Berlin.

Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. In fünf Bänden. Herausgegeben von *Professor Dr. L. Graetz*. I. Band 1. Lieferung. III, S. 1—156 u. 122 Abbild. Preis M. 6,—. II. Band 2. Lieferung. IV, 336 S. u. 252 Abbild. Preis M. 13,—. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1912.

Dem Referenten liegen die ersten Lieferungen der beiden ersten Bände dieses neuen Handbuches der Elektrizität vor. Wenn sich die übrigen Lieferungen diesen ersten in gleicher Beschaffenheit anschließen, so kann dem Werke der Erfolg als sicher gelten.

Von zusammenfassenden Werken über das Gebiet der Elektrizitätslehre ist dasjenige von *Wiedemann* durch

die fortschreitende Wissenschaft bereits in vielen Punkten überholt; die Bände IV und V des Winkelmannschen Handbuches der Physik wiederum geben nicht die Ausführlichkeit, die ein spezielles Handbuch der Elektrizität aufweisen soll. Die Herausgabe des Graetzschen Handbuches, das auf 5 Bände zu je ca. 50 Bogen berechnet ist, erscheint daher von diesem Gesichtspunkte aus gerechtfertigt.

In den vorliegenden Lieferungen wird die Materie in durchaus glücklicher Art behandelt. Die erste Lieferung des ersten Bandes behandelt die Elektrostatik. Nach einem kurzen einleitenden Kapitel von *Graetz*, das das Historische und die Grundgesetze der Reibungselektrizität behandelt, bringt *H. W. Schmidt* ein längeres Kapitel über Elektriziermaschinen und Apparate, *P. Cermak* ein gleiches über elektrostatische Meßapparate und Messung elektrostatischer Größen. Bei beiden Autoren ist erireulicherweise das Bestreben vorherrschend, das Buch nicht durch Beschreibung historisch gewordener Konstruktionen zu sehr zu überlasten, dagegen möglichst vollständig diejenigen Apparate und Methoden zu beschreiben, nach welchen in einem modernen Laboratorium gearbeitet wird. So sind die Quadrantelektrometer recht ausführlich behandelt worden, desgleichen die Elektrometer zur Messung sehr hoher Spannungen. Wenn der Referent zu diesen Kapiteln einen Wunsch aussprechen dürfte, so wäre es der, daß die für radioaktive Messungen so wichtige Bestimmung der kleinen Kapazitäten von Elektroskopen etwas ausführlicher behandelt würde.

Die erste Lieferung des zweiten Bandes bringt zunächst die Theorie der stationären elektrischen Ströme, die in *F. Auerbach* einen zuverlässigen Bearbeiter gefunden hat. Die Meßmethoden und Meßapparate für stationäre Ströme beschreibt *W. Jaeger*. Die Anordnung und Behandlung des Materials durch diesen um die Theorie der Meßinstrumente selbst sehr verdienten Verfasser ist durchaus modern und läßt nichts zu wünschen übrig.

Erich Regener, Berlin.

Bernstein, Julius, Elektrobiologie. Die Lehre von den elektrischen Vorgängen im Organismus auf moderner Grundlage. (Die Wissenschaft, Sammlung naturwissensch. und mathem. Monographien, Heft 44.) Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1912. IX, 215 S. u. 62 Abbild. Preis M. 6,—, geb. M. 6,80.

Charakteristisch für dieses Buch ist zunächst der Titel; nicht „Elektrophysiologie“, sondern „Elektrobiologie“. In dieser Namensänderung steckt ein tieferer Sinn, ein Bestreben des Verfassers, welches um so mehr Anerkennung verdient, als die Hauptarbeitsperiode des Verfassers in einer Zeit liegt, als das Wesen der elektrophysiologischen Erscheinungen noch ein erheblich größeres Rätsel war als heute. Als die Grundphänomene der Elektrophysiologie von *Du Bois-Reymond* studiert wurden, stand man ihrer Deutung ratlos gegenüber. Die frappierende Neuheit der Erscheinungen führte insofern wohl zu einer Überschätzung derselben, als man in ihnen das Wesen der inneren Vorgänge der Muskeln und Nerven suchte. Ohne diesen Hintergedanken wäre kaum eine so immense Arbeit auf die Erforschung der elektrophysiologischen Erscheinungen verwendet worden. Und nun tritt ein immerhin bejahrter Forscher wie *Bernstein* auf und ringt sich zu der Erkenntnis durch, daß alle diese in den Muskeln und Nerven auftretenden Potentialdifferenzen, die nach Millivolt zählen, doch nicht das Wesentliche der Lebenserscheinungen sein können, sondern nur gewissermaßen als Symptome derselben, als begleitende Nebenerscheinungen aufzufassen sind, die wohl in einem ursächlichen Zusammenhang mit den

Lebensäußerungen stehen, nicht aber ein ihrer Größe adäquates Spiegelbild derselben geben. Dieser Gedanke ist nicht an einer bestimmten Stelle des Buches ausgesprochen. In den ersten Kapiteln, welche rein von den Phänomenen der Elektrophysiologie selbst handeln, merkt man davon noch nichts. Aber in den späteren Kapiteln, wenn die modernen Theorien der Membranpotentiale usw. erörtert werden, erhebt sich dieser Gedanke unabweisbar, und am Schluß spricht er diesen Zusammenhang klar aus: Die Potentialdifferenzen, die in tierischen Zellen entstehen, sind sog. Membranpotentiale, darauf beruhend, daß die Zellmembranen für verschiedene Ionen eine verschiedene Permeabilität besitzen. Die Membranpotentiale regulieren den Wassergehalt der Zellen, haben Einfluß auf die Quellung und Entquellung des Zellinneren und führen auf diese Weise einen Wassertransport von und in die Zellen herbei, der sich in Sekretion bei Drüsenzellen, Kontraktion bei Muskelzellen äußert. Daß eigentlich elektrische Kraftentfaltungen vorkommen, ist die Ausnahme; nur gelegentlich, bei den elektrischen Organen gewisser Fische, hat sich die Natur der einmal vorhandenen elektrischen Einrichtungen besonders angenommen und sie durch Hintereinanderschaltung der einzelnen minimalen Kraftquellen so vervielfältigt, daß eine hohe elektrische Wirkung im eigentlichen Sinne zutage tritt. Es ist nicht ohne Interesse, festzustellen, daß nach Erscheinen dieses Buches ein ganz bedeutender Schritt zur Aufklärung der elektrobiologischen Erscheinungen gemacht worden zu sein scheint, in einem Sinne, der der Tendenz dieses Buches durchaus entspricht, wenn auch der Weg zur Lösung dieser Fragen in dem in dem Buche dargestellten Inhalt noch nicht direkt gegeben ist: ich meine die Arbeiten von *Jacques Loeb* und *M. Beuthner* über die Natur der bioelektrischen Ströme, welche an pflanzlichen Objekten durch neue Versuchsanordnung mit unerwarteter Klarheit herausgekommen ist und von *Beuthner* dem Prinzip nach auch zur Befriedigung physico-chemisch gedeutet werden konnte.

L. Michaelis, Berlin.

Fischer, Emil, Organische Synthese und Biologie. 2. unveränd. Aufl. Berlin, Julius Springer, 1912. 28 S. 8°. Preis M. 1,—.

In diesem Vortrage, der im Jahre 1907 als Faraday-Lecture in London gehalten wurde und nunmehr in zweiter Auflage erschienen ist, gibt der Verfasser ein Bild der innigen Beziehungen, welche seit jeher zwischen Biologie und organischer Synthese bestanden haben und welche bis in die Gegenwart so außerordentlich fördernd für beide Wissenschaften gewesen sind. Er weist zunächst auf den Entwicklungsgang der organischen Chemie hin, die sich in ihrem Beginne gewissermaßen aus der Biologie entwickelt hat, indem ja die einzigen Produkte, die der damaligen organischen Chemie zur Verfügung standen, dem Tier- bzw. Pflanzenreiche entnommen waren und versucht nun an Hand einiger Beispiele die große Bedeutung, welche die organische Synthese für die Aufklärung der chemischen Vorgänge im Organismus hat, klarzulegen. Er bespricht zunächst die Kohlensäureassimilation der grünen Pflanzen und die Hypothese von *Baeyer*, nach welcher sich zunächst Formaldehyd bilden soll, welches durch Polymerisation in Glukose übergeht. Der künstlichen Synthese ist es nun gelungen, diese Reaktionen auszuführen, wohl aber meistens unter Zuhilfenahme von Mitteln, die mit dem organischen Leben unverträglich sind. Immerhin lassen die bisherigen Forschungen mancherlei Wege erkennen, welche diese Synthese im pflanzlichen Organismus nehmen könnte. Die bisherigen Ergebnisse der orga-

nischen Chemie können freilich nicht allein zur Aufklärung dieser biochemischen Prozesse ausreichen, die viel vollkommener arbeiten als die künstlichen chemischen Methoden. Er geht hierauf auf die Chemie der Fette über und weist darauf hin, daß es vor allem die organische Synthese gewesen ist, welche uns die Konstitution der Fette zumindest in ihren Hauptzügen gelehrt hat. Freilich sind wir über den Vorgang der Verbrennung der Fette im Tierkörper und noch mehr über den Vorgang der Fettentstehung im Tierkörper noch sehr im unklaren, wengleich sich auch eine Entstehung derselben aus Kohlehydraten vorstellen läßt. Auch auf dem viel schwierigeren Gebiete der Kohlehydrate hat die organische Synthese ganz wesentlich dazu beigetragen, die Konstitution dieser Körper klarzulegen. Auch der biologischen Forschung ist diese Erweiterung unserer Kenntnisse auf dem Gebiet der Konstitution der Kohlehydrate zugute gekommen und namentlich wurde die Lehre von den Ferment- und Enzymwirkungen vielfach gefördert. Ebenso bedeutungsvoll ist die Synthese für die Chemie der Eiweißkörper geworden, wo sie ganz wesentlich zur Ermittlung der Konstitution der Eiweißspaltprodukte beigetragen hat und wo durch die künstliche Herstellung von Polypeptiden der analytischen Untersuchung der Peptone und Albumosen neue Bahnen eröffnet wurden. Wenn auch die Mittel, deren sich bis jetzt die künstliche Synthese meistens bedient hat, allerdings verschieden von den in der Lebewelt zur Verwendung kommenden Agentien sind, so hat sich doch überall, wo es sich darum handelte, Aufschluß über die Struktur und Metamorphose zu gewinnen, die Mithilfe der künstlichen Synthese als notwendig erwiesen. J. M.

Loeb, L., The Comparative Efficiency of Weak and Strong Bases in Artificial Parthenogenesis. Journal of Exp. Zoology, vol. 12, 1912.

In einer früheren Arbeit wurde von dem Verfasser gezeigt, daß schwache Säuren (CO_2) viel leichter künstliche Parthenogenesis (Membranbildung) herbeiführen können als starke Säuren, welche Erscheinung er mit dem Umstande in Zusammenhang brachte, daß nur jene Säuren, welche leicht in das Ei diffundieren, künstliche Parthenogenesis auszulösen vermögen. In der vorliegenden Arbeit führt er den Nachweis, daß auch Ähnliches für die Basen gilt, indem eine so schwache Base wie das Ammoniak für die Hervorrufung der künstlichen Parthenogenesis ganz bedeutend wirksamer ist, als das stark basische KOH, NaOH und Tetramethylammoniumhydroxyd, was wahrscheinlich gleichfalls mit dem Umstande in Zusammenhang steht, daß ersteres sehr rasch in das Innere des Eies dringt, während die starken Basen nur sehr langsam oder gar nicht hineindiffundieren. Die Ausführung der Versuche geschah derart, daß die Eier zunächst für einige Zeit in eine mit einer der erwähnten Basen alkalisch gemachten Salzlösung kamen und hierauf einige Minuten in eine hypertonsche Salzlösung und erst dann in gewöhnliches Seewasser versetzt wurden. Die mit Ammoniak behandelten Eier entwickeln in der hypertonschen Salzlösung eine Membran; die Bildung der Membran kann wohl auch schon in der alkalischen Salzlösung erfolgen, jedoch muß das Ei darin eine bedeutend längere Zeit verweilen. Durch Entziehung des Sauerstoffes, wie dies durch oxydationsverhindernde Mittel, z. B. Spuren von Cyankalium, bewirkt werden kann, wird diese Wirkung des Ammoniaks verhindert oder zumindestens verzögert. Da nun aber durch diese Versuche gezeigt wurde, daß nur jener Teil des Alkalis wirksam ist, der in das Innere der Eizelle dringt, und aus einer früheren Arbeit des Verfassers hervorgeht, daß die Oxydationsgeschwindigkeit durch NH_4OH viel mehr beschleunigt wird als durch die starke

Base KOH, so geht daraus hervor, daß die Oxydationsprozesse nicht, wie einige Forscher meinen, auf die Oberfläche des Eies beschränkt sind, sondern zu einem sehr wesentlichen Teile im Innern der Zelle vor sich gehen.

J. M.

Loeb, J. und H. Wasteneys, Die Oxydationsvorgänge im befruchteten und unbefruchteten Seesterneel. Arch. f. Entwicklungsmechanik Bd. XXXV, 1912.

Loeb hatte seinerzeit die Vermutung ausgesprochen, daß die Oxydationsvorgänge oder mit diesen im Zusammenhang stehende Prozesse für den raschen Tod des unbefruchteten Eies verantwortlich sind. Es hatte sich gezeigt, daß das reife unbefruchtete Seeigeei eine Woche am Leben bleiben kann, während das reife unbefruchtete Seesterneel innerhalb weniger Stunden zugrunde geht, falls nicht eine Befruchtung erfolgt. Entzieht man aber dem Ei den Sauerstoff, so läßt es sich bedeutend länger am Leben erhalten. Loeb wirft nun die Frage auf, warum die reifen unbefruchteten Seesterneier so viel rascher absterben als die unbefruchteten Seeigeeier. Im befruchteten Seeigeei verlaufen die Oxydationsvorgänge nach der Befruchtung 4—6 mal rascher als im unbefruchteten. Es scheint daher, daß im reifen, aber unbefruchteten Seesterneel die Oxydationsvorgänge schon nach der Eireifung eine erhebliche Steigerung erfahren und hierdurch der schnelle Tod derselben bewirkt wird. Zur Prüfung dieser Ansicht maßen die beiden Verfasser die Intensität der Oxydationsvorgänge im befruchteten und unbefruchteten Seesterneel und kamen hierbei zu dem Resultate, daß sowohl im reifen unbefruchteten Seesterneel als auch im befruchteten Seesterneel die Oxydationsvorgänge mit nahezu derselben Geschwindigkeit verlaufen. Die Verfasser ziehen daraus den Schluß, daß das unbefruchtete Seesterneel darum rascher abstirbt, weil in ihm die Oxydationen relativ rasch verlaufen; die lebensrettende Wirkung der Befruchtung besteht darin, daß sie das Ei gegen die schädliche Wirkung der Oxydationsvorgänge oder mit diesen im Zusammenhang stehenden Prozesse immunisiert.

J. M.

Astronomische Mitteilungen.

Ein neuer kleiner Planet ist auf der Sternwarte Königstuhl bei Heidelberg entdeckt worden, der die Bezeichnung „1913 RE“ trägt und von der 13. Größenklasse ist. Dagegen hat sich der früher als neu entdeckt mitgeteilte Planetoid 1913 RA nach den Untersuchungen von A. Berberich in den *Astron. Nachr.* Nr. 4641 als identisch mit dem kleinen Planeten Irene Nr. 14 erwiesen, was übrigens schon aus der ziemlich beträchtlichen Helligkeit (9. Größenklasse) recht wahrscheinlich war. —

Über systematische Fehler verschiedener Beobachter bei Kometenbeobachtungen bringt E. Redlich in den *Astron. Nachr.* Nr. 4641 eine interessante Untersuchung. Mit Recht betont der Verfasser, daß, wie alle übrigen astronomischen Messungen, auch Kometenbeobachtungen gewissen systematischen Fehlern unterliegen, die in den Sinneswahrnehmungen des Beobachters, im Instrument usw. ihren Ursprung haben. Da nun bei der Bahnbestimmung von Kometen häufig gerade mehrere Beobachtungen von ein und demselben Astronomen, gelegentlich auch Positionsmessungen verschiedener Beobachter benutzt werden, so ist die Ermittlung derartiger systematischer Fehler für eine möglichst einwandfreie Bahnbestimmung eines Kometen von großer Wichtigkeit. Man muß daher unter allen Umständen bei Bahnbestimmungen von Kometen, besonders wenn dieselben zum größten Teil

auf Positionsmessungen ein und desselben Beobachters beruhen, den systematischen Fehlern des Beobachters Rechnung tragen. Der Verfasser hat nun für im ganzen 62 verschiedene Beobachter und bei 13 Kometen die systematischen Fehler der Astronomen, unter Zugrundelegung von Normalörter in der Kometenbahn und mit Bildung der Unterschiede „Beobachtung minus Rechnung“ abgeleitet. Es ergibt sich aus der entsprechenden Zusammenstellung, daß die systematischen Fehler im Maximum in Rektaszension fast 5 Bogensekunden und in Deklination etwas über 3 Bogensekunden betragen. Auffallend erscheint, daß nur bei einem Beobachter den größten Fehlern in der Rektaszension auch die Maximalfehler in der anderen Koordinate entsprechen, während sonst die Beträge der Fehler in den beiden Koordinaten einer Kometenposition beträchtlich hin und herschwanken. Von großem Interesse würde es nunmehr sein, wenn der Verfasser auch die photographisch aufgenommenen Kometenpositionen, die von persönlichen Auffassungsfehlern nahezu frei sein müssen, demnächst auf etwa übrig bleibende systematische Fehler untersuchen würde. —

Über Verzeichnungen der photographischen Platten bei photogeographischen Breitenbestimmungen für den internationalen Polhöhendienst macht auf der nordamerikanischen Breitenstation *Gaithersburg Md.* der dortige Astronom *Frank E. Roß* in den *Astron. Nachr.* Nr. 4642 nicht unwichtige Mitteilungen. Aus den nur ganz kurzen Andeutungen über das Instrument geht zunächst hervor, daß zum Photographieren der Sternspuren nach der *Horrebow-Talcott-Methode* auf jener nordamerikanischen Breitenstation nicht das bereits 1895 nach Prof. *Marcuse* von *Wanschaff* konstruierte und durch eingehende Messungsreihen von Prof. *Marcuse* sowie nachher auch von Prof. *Wanach* erprobte photographische Zenitteleskop Verwendung findet, sondern vielmehr eine besondere photographische Zenitkamera mit sehr kurzer Brennweite. Die benutzten Platten haben einen Umfang von nur 27/37 mm, und eingehende Untersuchungen über das Verziehen der empfindlichen Schicht gaben das überaus wichtige Resultat, daß nur für die in Luft getrockneten Platten ein beträchtliches Verziehen auftrat, während beim Trocknen der ganz entsprechenden *Lumière-Platten in Alkohol* nur ganz unmerklich kleine Fehler durch Veränderung der empfindlichen Schicht übrig blieben. —

Photographische Aufnahmen des bisher äußersten Planeten unseres Sonnensystems *Neptun* und seines einzigen, 1847 von *Lassell* entdeckten Trabanten von nur 14. Helligkeitsstufe, auf dem Greenwicher Observatorium erhalten, liegen jetzt nach englischen Mitteilungen fertig ausgemessen vor. Danach ergeben sich für die Bahn des um rund 15 Halbmesser des Planeten vom Neptun selbst abstehenden Trabanten folgende Bestimmungsstücke: Neigung $116\frac{1}{2}$ Grad (früher etwas größer angenommen), große Axe $16\frac{1}{4}$ Bogensekunden und Länge des aufsteigenden Knotens der Satellitenbahn 189 Grad. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß nach photometrischen Messungen von *Pickering* der Durchmesser jenes Neptuntrabanten auf 3600 km (nahezu gleich den größeren Jupitertrabanten) geschätzt werden kann, während der Planet Neptun selbst, der uns bei seiner großen Entfernung von fast 4500 Millionen Kilometer von der Sonne (fast 30 Erdbahnradien) nur als Scheibchen von kaum $2\frac{1}{2}$ Bogensekunden im Durchmesser oder wie ein Sternchen von der 8. Größe erscheint, einen faktischen Durchmesser von 56 000 km besitzt. —

Der Direktor der chilenischen Nationalsternwarte in *Santiago*, der deutsche Astronom Prof. Dr. W. *Ristenpart*, ist nach Zeitungsnachrichten freiwillig aus dem

Leben geschieden. Über die Veranlassung dieses für die Astronomie der südlichen Erdhalbkugel tief bedauerlichen Schrittes, der dem tatenreichen Leben eines äußerst strebsamen Forschers ein so frühzeitiges Ende bereitete, läßt sich vorläufig noch nicht sicher urteilen. Jedenfalls haben auch frühere Erfahrungen gelehrt, daß gerade auf dieser chilenischen Sternwarte für ausländische Gelehrte eigenartige Verhältnisse herrschen, die oftmals stärker sind, als selbst die besten wissenschaftlichen Bemühungen eines in seiner Wissenschaft aufgehenden deutschen Forschers. Sobald nähere Nachrichten über die wirklichen Gründe des plötzlichen Hinscheidens von Prof. *Ristenpart* aus *Santiago* de Chile vorliegen, soll auf diese auch für die deutsche Astronomie wichtige Angelegenheit zurückgekommen werden. —

Die *Gezeiten des Mittelmeeres* behandelt Professor v. *Sternneck* in einer der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien eingereichten Abhandlung. Die wichtigsten Ergebnisse dieser auch allgemein interessanten Untersuchung sind folgende: die Hafenzeit oder die Verspätung des Hochwassereintritts gegen die Kulmination des Mondes beträgt beim Adriatischen Meere im Osten 3,8 und im Westen 10,4 Stunden. Zur Zeit der Syzygien (Vollmond, Neumond gleichbedeutend mit Eintritt der Springflut) strömen durch die Straße von Gibraltar erhebliche Wassermengen aus dem Atlantischen Ozean ins westliche Mittelmeerbecken, gleichzeitig durch die Straße zwischen Sizilien und Tunis, sowie durch die Meerenge von Messina aus dem Ost- ins Westbecken des Mittelmeers, endlich auch durch die Straße von Otranto aus dem Adriatischen in das Mittelmeer. A. M.

Kleine Mitteilungen.

Wie telegraphiere ich drahtlos? Die deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. (Debeg) Berlin SW 61 unterhält auf den größeren Passagierdampfern der deutschen Reedereien Stationen für drahtlose Telegraphie, die während der Fahrt stets im Betrieb sind und den Reisenden zur Absendung und Entgegennahme funkentelegraphischer Nachrichten zu den durch internationale Bestimmungen festgesetzten Gebühren zur Verfügung stehen.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die richtige Abfassung von Radiotelegrammen an Schiffe auf hoher See dem Publikum in vielen Fällen Schwierigkeiten bereitet. Eine kleine, unter vorgenanntem Titel von der Debeg herausgegebene Schrift verfolgt den Zweck, diese nach Möglichkeit zu beseitigen. Bei dem immer mehr steigenden radiotelegraphischen Verkehr sind nachstehende Angaben aus dieser Schrift für weiteste Kreise von Interesse.

Die Abfassung eines drahtlosen Telegramms an ein Schiff in See soll an folgendem Beispiel erläutert werden: Der Passagier Hans Hoffmann befindet sich auf der Fahrt nach New York auf dem Dampfer „Kaiserin Augusta Viktoria“ der Hamburg-Amerika-Linie und hat am 11. Hamburg verlassen. Am 12. nachmittags soll ihm eine wichtige geschäftliche Mitteilung übermittelt werden. Die einzige Möglichkeit, die Nachricht noch am gleichen Tage in den Besitz des Passagiers gelangen zu lassen, ist die drahtlose Telegraphie.

Die Adresse eines solchen Radiotelegramms muß nun folgende Bestimmung enthalten: 1. den Namen des Passagiers, an den es gerichtet ist (eventuell mit ergänzenden Zusätzen, falls Verwechslungen möglich); 2. den Namen und die Nationalität des Dampfers, auf dem der Passagier sich befindet; 3. den Namen der Küstenstation, über die das Telegramm an den Dampfer befördert werden soll.

Schwierigkeit bereitet häufig die Bestimmung der *Küstenstation*, da hierzu Kenntnis der Lage und der Reichweite der einzelnen Küstenstationen Voraussetzung ist. Im Zweifelsfalle muß der Name der vermittelnden Küstenstation von der annehmenden Telegraphenanstalt festgesetzt werden. Im vorliegenden Falle würde der Beamte eine der englischen Kanalstationen bestimmen, voraussichtlich die Station Bolt Head. Die Adresse würde also lauten:

Hans Hoffmann
Kaiserin Augusta Viktoria deutsch
Bolt Head.

Zur Annahme von Radiotelegrammen sind alle Telegraphenanstalten des In- und Auslandes verpflichtet. Bei kleineren Telegraphenanstalten kann es vorkommen, daß der annehmende Beamte selbst nicht in der Lage ist, an Hand des ihm zugegangenen Materials die geeignete Küstenstation zu bestimmen. In diesem Falle hat der Absender einen gewissen Betrag zu hinterlegen, und das Telegramm wird nach einer Zentralstelle gesandt; dort wird dann die geeignete Küstenstation bestimmt und hiernach der Tarif berechnet.

Die Gebühr für Radiotelegramme setzt sich zusammen:

1. aus der Gebühr für die Übermittlung auf den Linien des Telegraphennetzes (in Deutschland für 1—10 Worte 50 Pf.), *Landgebühr*;
2. aus der Gebühr, die der Küstenstation für ihre Dienste zukommt (in Deutschland für 1—10 Worte 1,50 M.), *Küstengebühr*;
3. aus der Gebühr, die der Station an Bord des Schiffes für Annahme und Aushändigung des Telegramms zusteht (1—10 Worte 3,50 M.), *Bordgebühr*.

Die Gesamtgebühr für ein Radiotelegramm aus Deutschland an einen Dampfer über eine deutsche Küstenstation beträgt somit, falls das Telegramm 10 Worte nicht überschreitet, 5,50 M.; das gleiche Telegramm kostet über eine französische Küstenstation 8,20 M., englische Küstenstation 10 M., holländische Küstenstation 6 M.

Im Auslande nehmen außer den öffentlichen Telegraphenanstalten auch die bestehenden Radiotelegraphengesellschaften, die in der Debegschrift genannt sind, Radiotelegramme zu der tarifmäßigen Gebühr an und erteilen ebenso wie die Debeg kostenlose Auskunft.

Es folgen dann in der Debegschrift noch Tabellen über die geeigneten Küstenstationen für Nord- und Südamerikafahrt, Afrikarundfahrt (Richtung Lissabon—Mittelmeer—Kapstadt), Ostasien- und Australienfahrt und Mittelmeerfahrt. Die kleine Schrift schließt mit einer Stationsliste der Debeg.

Dr. E.

Über eine fischessende Spinne schreibt E. C. Chubb vom Durban-Museum in Natal in der *Nature* (10. April): In einer vor der Natal Scientific Society am 22. November 1911 gehaltenen Vorlesung berichtete Rev. N. Abraham über das Verhalten einer Spinne, die er hatte Fische fangen und fressen sehen. Über die Vorlesung berichtete *The Natal Advertiser* und gleichlautend *The Agricultural Journal of the Union of South Africa*. Aber soviel ich weiß, sind diese interessanten Beobachtungen bisher in keiner nennenswerten wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht worden. Als Mr. Abraham die Vorlesung hielt, war die Spinne noch nicht bestimmt worden, aber seitdem habe ich Gelegenheit gehabt, zwei in seinem Besitz befindliche Exemplare zu untersuchen, und habe sie bestimmt als *Thalassius spenceri*,

Picard Cambridge (*Proceedings of the Zoological Society*, 1898, p. 28.)

Das Folgende ist ein Auszug aus dem Zeitungsbericht: „Im Jahre 1905 lebte ich in Greytown, Natal. Eines Tages war ich damit beschäftigt, mit einem kleinen Netz in einem seichten Gewässer Fischchen und Wasserinsekten für ein Aquarium zu fangen. Ich sah zufällig am Rande des Wassers eine schöne Spinne und fing sie. Zu Hause setzte ich sie in ein großes Aquarium, in dem ich eine Anzahl Fischchen hielt. Die Spinne maß ungefähr drei Zoll, wenn ihre Beine ausgestreckt waren; der Körper war klein, aber die Beine waren lang. Nachdem sie sich auf dem Gestein des Aquariums eine Zeitlang aufgehalten hatte, nahm sie eine interessante Stellung ein: sie stellte zwei Beine auf einen Stein, die anderen sechs weit ausgespreizt auf das Wasser, so daß sie eine gewisse Oberfläche umspannten. Ich hatte zu tun und überließ die Spinne sich selber. Nach einigen Minuten kam mein Diener mit der Meldung, die Spinne, die ich in das Aquarium gesetzt hätte, fräße einen meiner kleinen Fische. Ich ging sogleich hin und sah die Spinne oben auf dem Gestein, einen schönen kleinen Fisch in den Fängen, der etwa viermal das Gewicht seines Räubers haben mochte. Ich war für den Augenblick sprachlos vor Staunen. Wie konnte die Spinne, die nicht schwimmen kann, einen lebendigen, schnell schwimmenden Fisch fangen? Sie schien den Fisch fest zu halten, wie eine Katze eine Maus fest hält. Bald fing sie an, ihren Fang zu verschlingen, und nach kurzer Zeit war von dem Fisch nichts übrig außer der Rückengräte. Ich mußte nun herausfinden, wie die Spinne den Fisch finge. Am Abend, etwa gegen 11 Uhr, saß ich bei dem Aquarium, um sie zu beobachten in der Hoffnung, den Fischfang sehen zu können. Die Spinne hatte auf einem Stein Posto gefaßt, wo das Wasser nicht tief war, und hatte ihre langen Beine auf das Wasser hinausgeworfen, wo sie kleine Eindrücke auf der Oberfläche hervorriefen, ohne aber die Wasseroberfläche zu durchbrechen. Die Füße der zwei Hinterbeine klammerten sich fest an ein kleines Felsstückchen gerade über dem Wasserspiegel. Der ganze Körper war über dem Wasser, der Kopf ungefähr im Mittelpunkt über dem von den Beinen umgrenzten Gebiet und sehr nahe an der Wasseroberfläche. Nach einiger Zeit sah ich ein kleines Fischchen auf den Stein zu- und unter den ausgestreckten Beinen der Spinne hindurchschwimmen. Die Spinne machte einen plötzlichen Tauchsprung, ihre langen Beine, der Kopf und der Körper gingen ganz unter das Wasser, mit erstaunlicher Geschwindigkeit warf sie die Beine um den Fisch, und im Augenblick durchbohrten die mächtigen Fänge seinen Körper. Die Spinne brachte sofort ihre Beute auf den Felsen und fing ohne Säumen an, sie zu verzehren. Langsam, aber sicher fing der Fisch zu verschwinden an, und nach einiger Zeit war die Mahlzeit vorüber.“

Neuerdings hat der Rev. P. Pascalis Boneberg vom Marianhill Monastery, Natal, Mr. Abrahams Beobachtungen ergänzt. P. Boneberg hat ebensolche Spinnen Kaulquappen der Kröte *Bufo carens* und ausgewachsene Exemplare des kleinen Frosches *Rappia marmorata* fangen und verschlingen sehen. Er will, so viel ich weiß, darüber in einer deutschen wissenschaftlichen Zeitschrift berichten. Daß die Beobachtungen der beiden Herren sich auf dieselbe Spezies *Thalassius spenceri* beziehen, ist mir nicht zweifelhaft; Pater Boneberg gestattete mir, ein ausgewachsenes Männchen und ein ausgewachsenes Weibchen und zwei unentwickelte Exemplare seiner Spinne zu untersuchen. Die beiden zuletzt erwähnten überwies er freundlicherweise dem Durban-Museum.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 19.

9. Mai 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

- Wege und Ziele der Hirnforschung. Die Interakademischen Hirnforschungsinstitute. Von *Prof. Ludwig Edinger, Frankfurt a. Main.* S. 441.
- Biologie und Phylogenese. Von *Privatdozent Dr. L. Freund, Prag.* S. 444.
- Richtlinien in der Entwicklung, Erkenntnis und Wertung der optischen Instrumente. Von *Prof. Dr. M. v. Rohr, Jena.* (Schluß.) S. 445.
- Über die optische Aktivität asymmetrischer Moleküle. Von *Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.* S. 450.
- Der heutige Stand der Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung. Von *Dr. Hartwig Klut, Berlin.* S. 453.
- Einfluß des Eises auf die Ausgestaltung der Hochgebirgstäler. Von *Dr. A. Mahlke, Hamburg.* S. 456.
- Besprechungen. S. 458.
- Astronomische Mitteilungen. S. 462.
- Kleine Mitteilungen. S. 463.

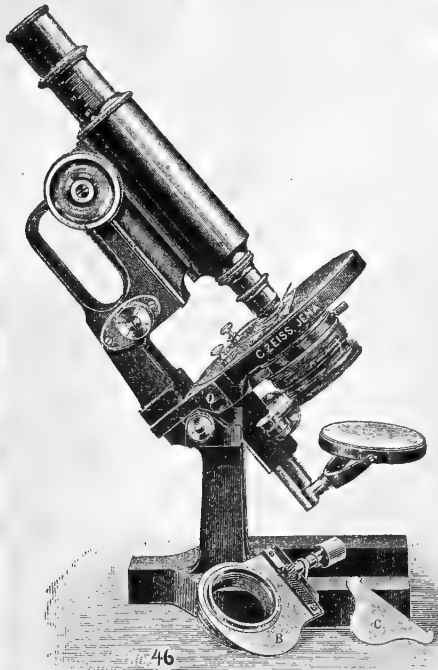
WISSENSCHAFT UND HYPOTHESE

Sammlung von Einzeldarstellungen aus dem Gesamtgebiet der Wissenschaften mit besonderer Berücksichtigung ihrer Grundlagen und Methoden, ihrer Endziele und Anwendungen.

- I. Wissenschaft und Hypothese. Von *H. Poincaré*. Deutsch von *F. u. L. Lindemann.* 2. Aufl. Geb. M. 4.80
- II. Der Wert der Wissenschaft. Von *H. Poincaré.* Deutsch von *E. Weber.* 2. Auflage. Geb. M. 3.60
- III. Mythenbildung und Erkenntnis. Eine Abhandlung über die Grundlagen der Philosophie. Von *G. F. Lipps.* Gebunden M. 5.—
- IV. Die nichteuklidische Geometrie. Historisch-kritische Darstellung ihrer Entwicklung. Von *R. Bonola.* Deutsch von *H. Liebmann.* Mit 76 Fig. Geb. M. 5.—
- V. Ebbe und Flut sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Von *G. H. Darwin.* Deutsch von *A. Pockels.* 2. Auflage. Mit einem Einführungswort von *G. v. Neumayer.* Mit 52 Illustrationen. Geb. M. 8.—
- VI. Das Prinzip der Erhaltung der Energie. Von *M. Planck.* 3. Auflage. Gebunden M. 6.—
- VII. Grundlagen der Geometrie. Von *D. Hilbert.* 4. Auflage. Gebunden M. 6.—
- VIII. Geschichte der Psychologie. Von *O. Klemm.* Gebunden M. 8.—
- IX. Erkenntnistheoretische Grundzüge der Naturwissenschaften und ihre Beziehungen zum Geistesleben der Gegenwart. Von *P. Volkmann.* 2. Auflage. Gebunden M. 6.—
- X. Wissenschaft und Religion in der Philosophie unserer Zeit. Von *E. Boutroux.* Deutsch von *E. Weber.* Gebunden M. 6.—
- XI. Probleme der Wissenschaft. Von *F. Enriques.* Deutsch v. *K. Grelling.* 2 Teile. I. Wirtschaftlichkeit und Logik. Gebunden M. 4.— II. Die Grundbegriffe der Wissenschaft. Gebunden M. 5.—
- XII. Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften. Von *P. Natorp.* Geb. M. 6.60
- XIII. Die pflanzengeographischen Wandlungen der deutschen Landschaft. Von *H. Hausrath.* Gebunden M. 5.—
- XIV. Das Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus aus. Von *J. Petzoldt.* Gebunden M. 3.—
- XV. Wissenschaft und Wirklichkeit. Von *M. Frischeisen-Köhler.* Gebunden 8.—
- XVI. Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und Naturwissenschaft. Von *E. Picard.* Deutsch von *F. u. L. Lindemann.* Gebunden M. 6.—
- XVII. Wissenschaft und Methode. Von *H. Poincaré.* Deutsch von *F. u. L. Lindemann.* (U. d. Pr.)

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite III.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

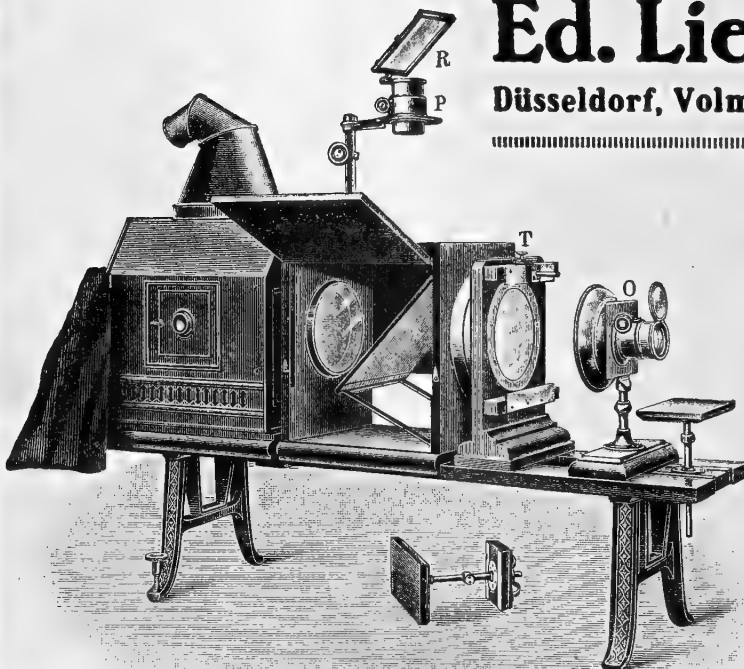
PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Wege und Ziele der Hirnforschung. Die Interakademischen Hirnforschungsinstitute.

Von Prof. Ludwig Edinger, Frankfurt a. Main.

Wer ein Stückchen Gehirn, etwa eines, das er auf dem Speiseteller vor sich sieht, näher betrachtet, wird, je nach der Stelle, nur ein gleichartiges Grau oder Weiß in der weichen Masse erblicken, und auch, als man sich längst des Mikroskopes zu bedienen wußte, hat man da nur „Röhrchen“ und „Kügelchen“ gesehen, deren Anordnung, deren Zusammenhänge garnicht zu ermitteln waren. Zwar wußte man um die Mitte des 19. Jahrhunderts schon fast 50 Jahre, daß sich durch Abfaserung erhärteter Gehirne bestimmte Stränge immer gleichartig darstellen ließen und daß man die Nerven abfasernd in die sonst gleichartige Masse weiterhin verfolgen konnte. Ja schon die Schemata in *Descartes'* Buche nehmen an, daß das Gehirn überall hin von Bahnen, von Fasersträngen durchzogen, ja vielleicht aufgebaut sei. Natürlich war das Bestreben das große Seelenorgan näher kennen zu lernen groß, und seit Jahrhunderten schon hat man immer und immer wieder versucht, aus dem, was jezeitig bekannt war, Schlüsse auf die Leistung zu ziehen. Gar manche uns heute kindlich naiv scheinende Hypothese wurde aufgestellt. Die Geburtsstunde einer wirklichen Anatomie des Nervensystems aber schlug erst an jenem Wintertage des Jahres 1842, an dem der große Kasseler Arzt *Benedict Stilling* einen Schnitt durch ein Rückenmark untersuchte, das er bei einer Kälte von -13° gefroren hatte. Als er da alle die feinen Fasern geordnet nebeneinander sah, wurde ihm sofort klar, daß er den Schlüssel zu dem geheimnisvollen Baue gefunden hatte, daß er eine Methode, die weit führen mußte, endlich besaß. Und noch heute untersuchen wir solche Schnitte, suchen durch die Kombination vieler aufeinander folgender die Wege der Bahnen festzustellen. Des Frierens bedarf es nicht mehr, seit wir eine gewisse Anzahl von chemisch das Organ erhärtenden Flüssigkeiten kennen gelernt und seitdem wir Maschinen besitzen, die Schnitte in beliebiger Größe von der Dicke weniger Hundertstel des Millimeters abzuhebeln getechnik, die speziell auf Arbeiten von *Gerlach*, von solchem Schneiden in Massen einzubetten, die das Schneiden erleichtern und den Schnitt nachher zusammenhalten. Wir schmelzen etwa ein kleines Gehirn in Paraffin, hobeln es in $\frac{1}{100}$ mm dicke Scheiben, entfernen das Paraffin aus den nebeneinander auf eine Glasplatte angeordneten und färben sie dann mit allerlei Substanzen, die je nachdem die Fasern oder die Zellen, gesunde oder erkrankte Teile besser vortreten lassen. Dieser Färbetechnik, die speziell auf Arbeiten von *Gerlach*, von *Weigert* und *Nissl* basiert ist, haben sich auf Grund von *Golgis* Arbeiten später noch die mannig-

fachsten Metallimprägnationen zugesellt, und jedesmal, wenn ein neues technisches Verfahren uns geschenkt wurde, haben wir wieder Neues gelernt, oft an Stellen oder in Gewebsteilen, die völlig bekannt schienen. Was wir vom Zusammenhang der Teile, was wir vom inneren Aufbau der Zellen selbst und was wir von ihrem Verhalten bei Erkrankungen wissen, beruht auf solchen Imprägnationen und Färbungen. Alljährlich erscheinen mehrere hundert nur auf sie gestützte Arbeiten. Zahlreiche zusammenfassende Darstellungen, die naturgemäß immer schnell veralten, wenn wieder eine neue Technik auftaucht, sind gegeben worden und wir haben Spezialisten, die nur das eigentlich Histologische interessiert und die in oft sehr lebhaftem Streite ihre Meinungen ausfechten. Ein großer Teil der hierher gehörenden Literatur ist polemisch, weil eben sehr wenig ganz feststeht. Die Hauptfrage, die seit 20 Jahren diskutiert und zu lösen gesucht wird, geht dahin, ob das Nervensystem aus einzelnen Zellen besteht, die nur mittels ihrer Ausläufer, der zentralen und peripheren Nervenbahnen untereinander in Verbindung treten — auch die Art des Verbindens wird diskutiert — oder ob es sich um ein von vornherein alles durchziehendes System unter sich zusammenhängender Fibrillen handelt, zwischen welche da und dort Zellen eingelagert sind. Man neigt jetzt im allgemeinen mehr zu der ersteren Auffassung und sieht in der Nervenzelle und ihren Ausläufern eine biologische Einheit, deren Existenz bis in die feinsten Verzweigungen hinaus abhängig ist von dem Kerne der Nervenzellen. Die Fibrillen stellen wahrscheinlich nur die Leitungswege her.

Aber wenn wir auch das Feingewebliche noch besser kennen, als es tatsächlich der Fall ist, das würde uns noch immer keinen Überblick über den Gesamtaufbau der vielen Teile geben, die das Gehirn zusammensetzen, wir würden daraus nicht erfahren, wie sie untereinander zusammenhängen, wo die einzelnen Bahnen entspringen, wo sie enden, wo Zwischenstationen im Bahnverlauf sind und dergleichen mehr. Ein gut gefärbter Schnitt ist kaum zu übersehen oder gar zu verstehen. Allzusehr verwirren da nach allen Richtungen laufende in allen Querschnitten getroffene Fasergruppen und Einzelfasern. Wer derlei versuchte, würde vor der gleichen Aufgabe etwa stehen wie einer, der aus einer langen Reihe feiner Querschnitte durch ein zum Klumpen geballtes Damasttisch Tuch den Verlauf eines einzelnen Fadens erkennen wollte. Man hat daher seit langem versucht, sich die Sache einfacher zu gestalten. Mit dem Abfasern, das früher geübt war, konnte man natürlich es nicht mehr probieren, nachdem erkannt war, wie außerordentlich verwirrt die einzelnen Bahnen verlaufen. Das mußte auch mißlingen, als man vorher mit chemischen Mitteln Trennungen, Auflockerungen versuchte. Wie aber, wenn in jenem Damasttisch Tuche ein einziger roter Faden wäre, der ließe sich leicht

in jedem der Schnitte wiederfinden und aus den Schnittbildern in seinem ganzen Verlaufe rekonstruieren. Anders färbare Einzelfasern herzustellen hat man nun mit Nutzen am Nervensysteme versucht.

Jede Nervenfaser hängt von ihrer Ursprungszelle ab, derart, daß sie zugrunde geht, wenn jene vernichtet wird. Untergehende Fasern aber lassen sich vielfach anders mit Überosmiumsäure färben als normale, sie werden kohlschwarz, wenn jene kaum gelblich werden. Schneidet man z. B. einem Tiere einen bestimmten Teil der Großhirnrinde weg, so entarten alle da entspringenden Fasern bis hinab zu ihren Endpunkten im Rückenmarke; in diesem erscheinen tief schwarze Stellen immer da, wo Fasern aus der Hirnrinde liegen. Mit dem Verfahren der Degeneration hat man viele Bahnen gefunden. Mit ihm haben wir auch vieles, das durch Färbungen bekannt war, erst ganz sicherstellen können, ihm verdanken wir die Kenntnis z. B. der wahren Nervenursprünge und der Bahnen, die aus dem Großhirn zu ihnen führend, es erlauben den Gedanken in die Tat zu übersetzen. Verfolgung der nach Blutungen in die Sprachregion degenerierten Bahnen aus dem Großhirn zu den Kernen der beim Sprechen notwendigen Muskeln hat uns z. B. so die Sprachbahn erkennen lassen. Überhaupt hat man die Erkrankung einzelner Hirnteile immer gerne benutzt, um zu ermitteln, welche Fasern durch sie unterbrochen werden und bis wohin man die Degenerationsprodukte im Nervensystem verfolgen kann. Natürlich beschränkt man sich längst nicht mehr auf solche Zufälle, sondern erzeugt absichtlich die Unterbrechungen an gewählten Stellen. So hat man z. B. Tieren ein Auge entfernt und danach den Endpunkt jedes aus der Retina entspringenden Faserchens im Gehirn festgelegt, oder man hat an Neugeborenen solche Ausrottungen ausgeführt und dann untersucht, welche Hirnteile danach in der Entwicklung zurückbleiben. Alle derartigen Arbeiten verlangen vollkommenste Beherrschung einer nicht leichten Technik, und viele verursachen, schon weil die Tiere lange und in großer Zahl zu halten sind, auch große Kosten. Als vor einigen Jahren der Preis der Überosmiumsäure auf das Dreifache stieg, hat das niemand so lebhaft empfunden wie die neurologischen Laboratorien, die sehr viel davon für das Degenerationsverfahren verbrauchen müssen.

Auch die Entwicklung des Nervensystems hat man vielfach studiert. Zunächst die der äußeren Formen, viel später und mit besonderem Gewinne diejenige der Nervenbahnen. Diese umgeben ihre Leitbahnen zumeist mit einer isolierenden fettartigen Masse, ganz wie es für Hochspannungskabel durch Öl geschieht, und diese „Markscheiden“ entwickeln sich keineswegs alle gleichzeitig. In dem Rückenmarke eines menschlichen Embryos aus dem 6. Monate sind z. B. nur die eintretenden Wurzeln wohl sichtbar, weil ihre Fasern mit Mark bereits umgeben sind, alles andere bedarf, um analysiert zu werden, weil es fast wie eine gleichartige Masse aussieht, ganz besonderer Methodik. Den Verlauf jener Wurzeln aber kann man leicht verfolgen, besonders wenn man auf ihren Markscheiden die

tiefdunklen Hämatoxylinlacke färbereich ablagert. Hieraus hat sich eine Methodik entwickelt. Menschen der allerverschiedensten Altersperioden wurden untersucht, und es gelang, der Entwicklung ihrer einzelnen Bahnen folgend, viele dieser Bahnen neu aufzufinden und andere erst zu sichern. Ja, im letzten Jahrzehnt ist mit dieser Methodik das allerschwierigste Problem in Angriff genommen worden, die Unterschiede, welche innerhalb der weiten Oberfläche der vielgefalteten Hirnrinde des Großhirnes vorhanden sind, und bereits sind höchst wichtige Resultate gezeigt. Das wichtigste vielleicht, daß vor allen anderen diejenigen Teile der Hirnoberfläche sich fertig ausbilden, welche aus den ersten Enden der Sinnesnerven Rezeptionen erhalten und daß die ca. 40 anderen „Felder“ der Rinde sich nur sehr allmählich im Leben entwickeln, wahrscheinlich durch die Gebrauchsnahme selbst. Denn man kann — etwa durch Zubinden der Augen — die Ausbildung der Sehfunktion tragenden Teile des Großhirnes sehr verzögern. Es ist — auch aus Beobachtungen der Klinik her — sehr wahrscheinlich, daß die nicht direkt der Sinnesperzeption dienenden Hirnteile die zahllosen inneren Verbindungen herstellen, welche uns als Assoziationen bekannt wurden. Die Hirnrinde reichert sich übrigens bis in die 50. Lebensjahre immer mehr mit Fasern an und speziell auf diese feinen intrakortikalen Fasern gerichtete Arbeiten lehren, daß eine überaus große Verschiedenheit des Baues an den verschiedensten Teilen der Oberfläche besteht, daß vielleicht 100 und mehr different gebaute „Felder“ da anzunehmen sind. Solche Untersuchungen sind überaus mühsam, langwierig und auch kostspielig. Ein einziges reifes Menschenhirn ergibt ca. 1800 Scheiben, deren Herstellung fast ein Jahr bedarf und ca. 800 Mark kostet. Um aber Schlüsse ziehen zu können, muß man möglichst viele solcher kostbaren Serien zur Verfügung haben. Hier sei noch erwähnt, daß wir auch viele Arbeiten besitzen, die untersuchen, wie vielerlei verschieden gebaute Rindenfelder existieren, wenn man nicht die Nervenfasern, sondern — auch hierzu mußte eine spezielle Methodik ausgebildet werden — die Anordnung und den Reichtum an Ganglienzellen berücksichtigt. Die Resultate der verschiedenen Methoden stehen noch nicht in völliger Übereinstimmung, aber in leidlicher, und werden im allgemeinen auch durch die Ergebnisse des Tierversuches und der Klinik gut gestützt.

Alles, was diese und einige andere Methoden erreichten, war im wesentlichen in den Dienst der Klinik gestellt, die gezwungen, die verschiedenartigsten Krankheitsbilder zu verstehen, in dem, was ihr die Anatomie zu bieten hatte, so Ungenügendes nur fand, daß die Ärzte selbst an die Arbeit gehen und sich selbst erst die theoretischen Unterlagen ihrer Tätigkeit schaffen mußten. Die Fachanatomie hat sie, wie übrigens auch die Fachphysiologie, in solcher Arbeit so wenig unterstützt, daß mit ganz wenig Ausnahmen alle auf dem Gebiete der Hirnanatomie Arbeitenden Kliniker und praktische Ärzte waren. Dieser Umstand hat es im wesentlichen veranlaßt, daß gerade das komplizierteste

Nervensystem, das des Menschen am besten untersucht ist, daß vielfach die Arbeiten an Tiergehirnen nur zur Aufklärung noch unklarer Verhältnisse am Menschen angestellt wurden.

Allmählich aber hat man erkannt, daß eine allgemeinere Auffassung des Zentralnervensystems unmöglich ist, wenn man sie wesentlich auf den Menschen und vielleicht einige Säuger beschränkt. Gewiß hatten schon Gelehrte des siebzehnten Jahrhunderts die Gehirne von Fischen usw. untersucht, und allmählich waren, besonders als die Querschnittstechnik aufkam, auch Gehirne von Amphibien, Reptilien und Vögeln wenigstens der äußeren Form nach bekannt geworden. Über das Fischgehirn gar hatte man förmliche Atlanten voll Abbildungen geschaffen. Aber aus all dem war wenig auf das Allgemeingültige zu schließen, es fehlte eben die Erkenntnis der Bedeutung und des Zusammenhanges der einzelnen Hirnteile. Zur Verzierung des Textes in vielen Lehrbüchern der Psychologie, sonst eigentlich zu nichts, war das damals Bekannte zu brauchen. Wenn es aber Aufgabe der Hirnanatomie ist, das Nervensystem so zu verstehen, daß schon aus seinem Bau gewisse Schlüsse auf die Funktion möglich werden, und das ist die Aufgabe, welche jetzt mit Recht vielfach gestellt wird, dann kommt es vor allem darauf an, die Apparate bei solchen Tieren kennen zu lernen, deren Gesamtverhalten noch so ist, daß man auf ein sehr einfaches psychisches Verhalten schließen kann, denn da darf man auch die einfachsten und deshalb übersichtlichsten Verhältnisse erwarten. Bei einem Fische zum Beispiel kann man voraussagen, wie er auf einen bestimmten Reiz hin handeln wird, seine Bewegungen sind immer die gleichen, wenn der Reiz und die Umstände, unter denen er eintritt, die gleichen sind. Nichts von dem, was wie freie Willenshandlung erscheint, mischt sich ihnen bei, sie verlaufen im wesentlichen gesetzmäßig und bestimmbar. Als man sich aber, etwa um die Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, an die Aufgabe machte, den inneren Bau des Gehirnes der niederen Vertebraten zu studieren, da zeigte es sich, daß auch hier schon die Verhältnisse gar nicht so einfach, sondern viel zu kompliziert waren, als daß man sie auf gefärbten Schnitten übersehen konnte. Alle die oben erwähnten anderen Methoden mußten herangezogen werden. Außerdem mußte man, das wurde bald klar, Vertreter sehr vieler Arten kennen lernen. Das Gehirn der *sit venia verbo* intelligenten Gans ist von dem eines Finken kaum weniger verschieden als das Hundegehirn von dem des Menschen. Und das Chamäleon, eine Eidechse, die ihre Nahrung erspäht und mit der Zunge erfaßt, hat viele Hirnteile ganz anders als andere Eidechsen, die am Boden ihre Beute suchen. Auch sonst fanden sich bald so viele auf die Funktion hinweisende Apparatsverschiedenheiten, daß sich bald gerade aus den durch die vergleichende Anatomie vielfach aufgedeckten Tatsachen viel mehr Rückschlüsse auf die Funktion machen ließen, als durch das, was die Anatomie des Menschenhirnes bereits gelehrt hatte. Immer deutlicher wurde es nun, daß

die Aufgabe, das Gehirn des Menschen in Beziehung zu den psychischen Funktionen zu bringen, allzu verfrüht gestellt, eine viel zu schwer zu lösende war. Gerade auf dem Gebiete der vergleichenden Anatomie setzte deshalb in den letzten Jahrzehnten ein besonders eifriges Studium ein, zahlreiche Monographien über einzelne Tiergehirne erschienen, große Schnittsammlungen wurden angelegt und 1908 konnte zum erstenmal eine Übersicht über das Gehirn der niederen Vertebraten gegeben werden. Das Allermerkwürdigste, was sich bei diesen Studien herausstellte, war, daß das Gehirn aller Tiere, der Haifische so gut wie der Menschen, in einem großen Teil seiner Organe — es sind die, welche den einfachsten Verrichtungen, die sich überall wiederholen, dienen — fast gleich gebaut ist. Dieses älteste Hirngebiet, das Urhirn, ist also allen Wirbeltieren gemeinsam. Einzelabschnitte sind natürlich dem Schwimmen, Fliegen usw. entsprechend verschieden ausgebildet. Aus einer bei den Fischen noch minimalen Anlage entwickelt sich dazu allmählich ein anderes Hirngebiet, das Großhirn, das beim Menschen so enorme Entwicklung erfährt. Man erkannte dann, daß die Hirnrinde, das Hauptorgan des Großhirnes, sich nur ganz allmählich entwickelt hat. Es wurden dann auch die Bahnen gefunden, die aus dem Urhirn kommend dessen Rezeptionen dem Neuhirne vermitteln. Dabei zeigte sich, daß zu allererst, schon bei den Eidechsen, der Ricchapparat, ein uralter Teil des Urhirnes, Anschluß an den bald so stark sich entwickelnden Rindenapparat findet. Man lernte immer mehr unterscheiden zwischen Urhirn und Neuhirn und sah allmählich, daß das erstere alle Rezeptionen aufzunehmen und Motus dagegen zu leisten geeignet ist, während das Neuhirn je nach seiner Entwicklung die größere oder geringere Fähigkeit zum Erkennen und zu Handlungen durch seine Bauart schaffen könnte. Das kann hier natürlich nicht ausführlicher dargelegt werden¹⁾, aber man wird leicht erkennen, daß hier ein fruchtbarer Ausgangspunkt für vergleichend psychologische Fragestellungen gegeben war, daß endlich wirklich die Frage aufgeworfen werden kann, was vermag ein Tier mit dem und jenem Apparat zu leisten und was gewinnt es, wenn ein neuer hinzukommt. Endlich war die Möglichkeit gegeben, Anatomie und psychisches Verhalten parallel zu studieren.

Aus dem Vorstehenden erhellt, wie überaus wichtig, aber auch wie überaus schwierig und ausgedehnt die Erforschung des Zentralnervensystemes geworden ist, wie sich aber immer klarer gewisse Ziele und Wege zu ihnen zeigen. Man sieht auch leicht ein, daß die Kraft des Einzelnen so großen Aufgaben gegenüber nicht ausreichen kann und daß der Zeitpunkt herannaht, wo die wenigen bisher dem großen Werke dienenden Arbeitsstätten zu größerem gemeinsamen

¹⁾ Für das Nähere vergl. *Edinger*, Einführung in die Lehre vom Baue des Zentralnervensystemes. 2. Aufl. Leipzig 1912, oder des gleichen Verfassers zweibändiges: Vorlesungen über den Bau der nerv. Zentralorgane. 1908 und 1912. 8. Auflage.

Werke sich zusammenschließen müssen. Ein solches Werk bereitet sich eben vor.

Als im April 1901 die großen Akademien der Welt Delegierte an die Pariser Akademie schickten, um eine gemeinsame internationale Assoziation der Akademien zu gründen und in dieser spezielle Themata gemeinsam und großzügig zu bearbeiten, beantragte auf Rat von Prof. His die Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, man möge eine Fachkommission einsetzen zur Beratung der Mittel und Wege, wie auf den Gebieten eines Teils der Entwicklungsgeschichte, andernteils der Hirnanatomie eine nach einheitlichen Grundsätzen erfolgende Sammlung, Verarbeitung und allgemeine Nutzbarmachung von sicherem Beobachtungsmaterial erreicht werden kann. Bei der Diskussion dieses Antrags stellte sich heraus, daß zunächst nur der auf das Gehirn bezügliche Teil weiter zu verfolgen sei, und das war ganz natürlich, denn auf der Tätigkeit dieses Organs beruht ja die ganze Tätigkeit der Akademien, es zu erforschen durfte schon eine erste Aufgabe der neu gegründeten Vereinigung sein. Im Mai 1904 konnte von dieser Kommission der Generalversammlung der Assoziation, die in London gehalten wurde, der Antrag eingereicht werden, die einzelnen Gesellschaften möchten bei ihren Regierungen usw. dahin arbeiten, daß Spezialinstitute für die Erforschung des Zentralnervensystems gegründet oder, soweit bereits vorhanden, gefördert würden. Dieser Antrag war durch Prof. His sehr ausführlich motiviert worden. Es war für die verschiedenen Abteilungen, anatomische, physiologische, pathologische usw. der Hirnforschung eine lange Reihe von wünschenswerten Aufgaben besprochen, und es wurden schließlich zur Diskussion derselben von der Royal Society auch eine Anzahl den Akademien nicht angehöriger Hirnforscher als Sachverständige geladen. Im allgemeinen wurde nach diesen Anträgen entschieden. His sollte aber ihre Verwirklichung nicht mehr erleben. Es dauerte noch Jahre, bis wesentlich durch W. Waldeyers Arbeit in mannigfachen Tagungen die Akademische Zentralkommission für Hirnforschung, die BC., „Brain-Commission“, zusammengesetzt aus Gelehrten der verschiedenen Länder, in Tätigkeit treten konnte. Sie ernannte zu ihren Organen die meisten der bestehenden Hirnforschungsinstitute und bald auch das 1909 von der holländischen Akademie der Wissenschaften begründete Hirnforschungsinstitut in Amsterdam. Dabei stellte sich heraus, daß bis dahin weitaus die Mehrzahl der hierher gehörigen Forschungsstätten rein private und oft mit großen Opfern aufrechterhaltene Unternehmungen einzelner für diese Studien begeisterter Ärzte waren. Inzwischen sind auch diese zum Teil in den Kreis der Universitätsinstitute einbezogen worden. Es gibt jetzt in der BC. Hirnerforschungsinstitute in Madrid, St. Petersburg, Amsterdam, Wien, Zürich, Leipzig, Philadelphia, Budapest und Frankfurt a. M. Sie treten einstweilen durch Austausch ihrer Jahresberichte und der bei ihnen erscheinenden Arbeiten, gelegentlich auch durch Materialaustausch unter-

einander in Beziehungen. Erst neuerdings hat man sich auch an die gemeinsame Lösung einer größeren Aufgabe herangewagt. Im Mai 1912 beschloß die BC. auf einer Tagung in Frankfurt a. Main die Herausgabe eines großen Atlases von Querschnitten durch das Menschenhirn, der alles heute Beobachtbare in sehr großem Maßstabe gezeichnet enthalten und als Unterlage für weitere Originalarbeit, aber auch als Vorlage für die Abbildungen der Lehrbücher dienen soll. Die sehr großen Tafeln dieses Atlases werden in durch Buchstaben und Zahlen genau definierte ganz kleine Quadrate zerlegt; dadurch ist es möglich, jedes Faserbündelchen sofort zu finden und nach der Lage zu definieren. Einstweilen sind die Mittel bewilligt, vier Probetafeln herzustellen, an denen bereits gearbeitet wird.

Auch die einzelnen Institute vergrößerten ihren Wirkungskreis. So hat z. B. das Frankfurter Institut eigene Abteilungen für die normale und für die pathologische Anatomie mit speziellen Abteilungs-vorstehern, es steht in innigen Beziehungen zu der in gleichem Gebäude liegenden pathologischen Anatomie und in ebensolchen zu der ganz nahen Nervenabteilung der inneren Klinik. Ein psychologischer Diskussionsabend verbindet es mit dem psychologischen Institute. In Petersburg bereitet man gar ein Rieseninstitut vor, das alle diese sonst getrennten Zweige in sich selbst vereint.

Biologie und Phylogenese.

Von Privatdozent Dr. L. Freund, Prag.

Die verwandtschaftlichen Verhältnisse im Tierreich stellen nach den geltenden Anschauungen der Abstammungslehre die Grundlagen des Systems dar, nach welchen dasselbe aufgebaut werden soll. Die Zusammenfassung unserer Kenntnisse von den verwandtschaftlichen Beziehungen führt zur Stammesgeschichte, die uns gestattet, je nach dem Umfange derselben die Abstammungslinien (Ahnenreihen im Gegensatz zu Evolutionsstufen) festzulegen, die die einzelnen Ordnungen im Laufe ihrer Entwicklung durchlaufen haben. Die einzelnen Tatsachen, die ihre Verknüpfung in der Stammesgeschichte finden, wurden bisher von den morphologischen Wissenschaften, nämlich der vergleichenden Anatomie und Paläozoologie geliefert, die den gröberen und feineren Bau der lebenden und fossilen Tiere erforschen und miteinander vergleichen, ferner von der Entwicklungsgeschichte, die die Ausbildung der Organe und Organismen im einzelnen erforscht. Geringere Verwertung hat für die Kenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen und der Phylogenese die biologische Forschung gefunden. Da handelte es sich vornehmlich um das Studium der Beziehungen zwischen Lebensweise und Umgestaltung der Organe, bei der die „konvergente Züchtung“ gelehrt hat, infolge gleicher Lebensweise gleich oder ähnlich gestaltete Formen nicht immer als verwandt aufzufassen und so indirekt phylogenetische Erkenntnis vermittelte. Auch die Lehre von den rudimentären Organen hat da wertvolle Dienste geleistet. Nicht unerwähnt seien auch die Ergebnisse der von Dollo und Abel erfolgreich vertretenen Paläobiologie, die aus der Lebensweise und ihrem Einfluß bei den rezenten Formen auf die gleichen Vorgänge bei fossilen schließend deren Bau besser verstehen lehrt und dadurch phylogenetische Vor-

arbeit leistet. Aber die eigentliche Physiologie der einzelnen Organe, die Funktion an sich, abgesehen von der dadurch bedingten Formänderung, ist bisher nur sehr wenig berücksichtigt worden, trotzdem man meinen sollte, daß neben dem Bau und der Entwicklung eines Organs auch dessen Funktion vielleicht phylogenetisch und verwandtschaftlich verwertbare Tatsachen liefern könnte.

Solche Tatsachen existieren, ohne daß die Zoologen und Paläontologen ihrer prinzipiellen Bedeutung Rechnung zu tragen und als Eröffnung eines neuen aussichtsreichen Forschungsgebietes zu würdigen geneigt scheinen.

Da kommen vor allem die bahnbrechenden Untersuchungen *Uhlenhuths* über die biologische Blutdifferenzierung bei den Wirbeltieren in Betracht. Es handelt sich da bekanntlich um die Erscheinung, daß das Blutserum eines Kaninchens, in das man das Blutserum irgendeines Wirbeltieres eingebracht hatte, dann im Glas nur zu dem Blutserum desselben Tieres hinzugefügt, einen Niederschlag erzeugt. Diese Erscheinung wird auf spezifische Reaktionsstoffe des Serums zurückgeführt, die Eiweißpräzipitine genannt werden; sie ist so empfindlich, daß selbst bei Verdünnung von 1 : 100 000 die Reaktion noch wahrnehmbar ist. Die Reaktion gelingt nicht nur bei derselben Spezies, sondern auch bei den nach unserer bisherigen Erfahrung nahe verwandten Arten, doch mit veränderlicher Intensität, die annähernd quantitativ proportional dem Verwandtschaftsgrade der betreffenden Arten ist. Größere Untersuchungsreihen wurden in dieser Richtung an verschiedenen Primaten gewonnen und gaben sehr interessante Befunde (*Uhlenhuth*, *Wassermann*, *Stern*, *Nuttal*, *v. Dungen*, *Friedenthal*).

Aus neuester Zeit stammen nun Untersuchungen von *Wicchowski*¹⁾, ebenfalls auf physiologisch-chemischem Gebiete, nämlich über die Produkte der Harnausscheidung. Zwei davon, Harnsäure und Allantoin, beanspruchen darunter besonderes Interesse. Schon früher konnte er nachweisen, daß bei den Säugetieren ganz allgemein bis zu den Affen das hauptsächlichste Endprodukt des Purinstoffwechsels das Allantoin ist, welches 90 % und darüber ausmacht, dem gegenüber die Harnsäure und die Purinbasen gelegentlich nicht einmal nachweisbar sind. Beim Menschen überwiegt ganz abweichend davon die Harnsäure, die 90 % der gesamten Purinausscheidung ausmacht, wogegen Basen und Allantoin sehr spärlich vorhanden sind. Diese ganz unvermittelt auftretende Differenz führte auf die Suche nach Übergängen, wobei Anthropoiden- (Schimpansen-) Harn untersucht werden konnte. Da zeigte sich denn niemals Allantoin, dagegen stets reichlich Harnsäure, so daß hier hinsichtlich des Purinbestandes dieselben Verhältnisse herrschen wie beim Menschen. Dieser Befund ist um so wichtiger, als 6 *Macacus rhesus*, 1 *Cynocephalus* sp. und 1 *Cercopithecus callithrichus* untersucht viel Allantoin und wenig oder gar keine Harnsäure, entsprechend anderen Säugetieren (Ungulaten, Carnivoren, Rodentia) aufwiesen. *Wicchowski* sieht darin im Anschlusse an die Untersuchungen *Uhlenhuths* einen weiteren Beweis für die nahe Verwandtschaft zwischen Menschen und Anthropoiden. Anhangsweise sei hier als längst bekannt erwähnt, daß die Stickstoffausscheidung im Harn der Säugetiere hauptsächlich in Form der Harnsäure, bei Säugern in der des Harnstoffes erfolgt. Spätere Untersuchungen an menschlichen Embryonen verschiedenen Alters (*Starkenstein*) ergaben keine Spur von Allantoin, demnach ein den Erwachsenen analoges Verhalten, wogegen bei anderen chemischen Vorgängen im Organismus

während der Ontogenese Veränderungen beobachtet wurden.

Ohne auf die Diskussion dieser Nachweise einzugehen, geht daraus hervor, daß wir hier eine besondere Art von Belegmaterial haben, das bei der Verwandtschafts- und der darauf aufgebauten phylogenetischen Forschung verwendet werden muß. Es scheint damit eine Forschungsrichtung begonnen, die weiter gepflegt noch wertvolle Ergebnisse zeitigen dürfte, was insbesondere von denen *Wicchowskis* gesagt werden kann. Jedenfalls sei ihre Berücksichtigung für die Phylogenese den Zoologen und manchen Paläontologen empfohlen.

Richtlinien in der Entwicklung, Erkenntnis und Wertung der optischen Instrumente.

Von Prof. Dr. M. v. Rohr, Jena.

(Schluß.)

Ein Anstoß von hoher prinzipieller Wichtigkeit ging von dem schwedischen Ophthalmologen *Allvar Gullstrand* aus, der der technischen Optik neue Bahnen gewiesen hat. Es soll hier nicht über sein neues System gesprochen werden, durch das er die geometrische Optik auf flächentheoretische Grundlagen stellte und so das Werk *William Hamiltons* in fruchtbarster Weise weiterführte, sondern hier soll in erster Linie des Erkenntniszuwachses gedacht werden, der seiner Betonung des direkten Sehens zu verdanken ist. Er machte bereits in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts darauf aufmerksam, daß alle Instrumente, die im unbehinderten direkten Sehen benutzt werden sollten, auf das Vorhandensein des Augendrehpunkts Rücksicht nehmen müßten. Da man auch für die Wimpern Raum lassen müsse, so würde es sich empfehlen, den Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen des Instruments mindestens 25 mm hinter der dem Auge nächsten Fläche der Kombination anzunehmen und für diesen Ort als Blendenpunkt jedenfalls die hauptsächlichsten Fehler schiefer Büschel wie chromatische Differenz der Hauptstrahlneigung, Verzeichnung und Astigmatismus schiefer Büschel zu heben. Soweit die hier behandelten optischen Instrumente in Frage kommen, ist *Gullstrand* als der erste anzusehen, der einen solchen Vorschlag machte, und er zeigte in dem Falle einer schwachen Lupe auch die Möglichkeit, ein solches System zu berechnen. Er beabsichtigte, eine Betrachtungslinse für Photogramme zu schaffen, die mit Objektiven verhältnismäßig kurzer Brennweite (von 12 cm und darunter) aufgenommen waren. Da normalsichtige Erwachsene auf eine so kurze Entfernung nicht akkomodieren können, so würden sie derartige Photogramme aus einem zu weiten Abstände betrachten und damit eine Tiefensteigerung wie bei einem verkleinernden Fernrohre erhalten. Durch eine für das direkte Sehen korrigierte schwache Lupe von der Brennweite des Aufnahmeobjektivs betrachtet, würde das Photogramm dem beobachtenden Auge in weiter Entfernung also so erscheinen, daß es von normalsichtigen Erwachsenen ohne Ak-

¹⁾ Prager Medizinische Wochenschrift, Nr. 22, 30. Mai 1912.

kommodationsschwierigkeiten aufgenommen werden könnte. Tatsächlich sind derartige schwache Lupen als *Verantlinsen* von der Firma Zeiss angeboten worden, und man erkennt leicht, daß hier die alte dem Guckkasten und dem Graphoskop unklar zugrundeliegende Idee in klarer Erkenntnis und mit entsprechender Durcharbeitung des Linsensystems wiederkehrt. *Gullstrand* hat dann später auch noch darauf hingewiesen, daß nicht nur schwache Lupen, sondern auch *schwache Fernrohre vom holländischen Typus* in dieser Weise für den Drehpunkt des Auges als Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen zu korrigieren seien.

Man muß es deutlich hervorheben, daß hiermit eine Erweiterung der Abbeschen Theorie der Strahlenbegrenzung eingeführt wurde, die zur Vervollständigung dieses Systems notwendig war. Was *Abbe* im Anfang der 70er Jahre klar und knapp abgeleitet hatte, das war eine vollständige Theorie für alle die technischen Instrumente gewesen, die während des Gebrauchs ungeändert und in Ruhe blieben, aber es war von ihm und seiner ganzen Schule übersehen worden, daß diese grundsätzlichen Voraussetzungen bei dem akkommodationsfähigen, in seiner Höhle bewegten Auge nicht zutrafen; hier trat der Ophthalmologe mit seiner Erkenntnis der physiologischen Sachlage dem Physiker ergänzend zur Seite und wies auf den *Müllerschen Drehpunkt* hin, dessen Existenz eine verhältnismäßig bequeme und doch genügend strenge Berücksichtigung der Augendrehung ermöglicht. Betrachtet man im Lichte dieser Erkenntnis die alten Instrumente zu subjektivem Gebrauch, so erkennt man leicht, daß diese so gut wie ohne Ausnahme eine durch ihren Bau von vornherein bestimmte, meistens ziemlich enge Austrittspupille haben, deren Mitte, wie *Abbe* stets betont hat, als Zentrum der augenseitigen Perspektive dient. Beim Gebrauch bringt man das Auge möglichst nahe an die Austrittspupille und beobachtet durch sie wie durch ein Schlüsselloch mit bewegtem Auge und bewegtem Kopfe die seitlichen Teile des von dem Instrument gelieferten Bildes. Wie immer, wenn es sich um eine deutliche Wahrnehmung handelt, muß man sich auch hier durch das Sehen mit bewegtem Auge, das Blicken, orientieren, aber es kommt hier kein freies, ungehindertes Blicken zustande, sondern man ist genötigt, wie oben erwähnt, Kopfbewegungen zu Hilfe zu nehmen, um durch das „Schlüsselloch“ hindurchzusehen.

Immerhin blieb auch jetzt noch eine Erweiterung des Begriffes der optischen Instrumente durch einen Typus übrig, der aber nicht eher die Aufmerksamkeit der Theoretiker erregte, als bis er ihnen zur Erhöhung seiner Leistungen dargeboten wurde. Da es sich hier um eines der ersten eigentlich medizinischen Instrumente handelt, so wird eine etwas eingehendere Darstellung am Platze sein.

Um die Zeit, da die Abbeschen Mikroskope die ersten großen Erfolge ernteten, in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre, veröffentlichte ein junger Mediziner, *Maximilian Nitze*, der zuerst in Dresden, dann in Wien tätig war, unter dem Na-

men *Kystoskop* ein Instrument, das zur Erforschung des Blaseninnern bestimmt war. Dieses Instrument hatte gleich von Anfang an eine andere Aufgabe als die älteren zusammengesetzten Instrumente. Hier kam es nicht im wesentlichen darauf an, die Objekte deutlicher vorzuführen, sondern sie überhaupt dem Auge darzubieten, denn unter den gewöhnlichen Umständen ist das Blaseninnere eines Patienten ohne blutige Operation nicht sichtbar. Wie gesagt, ging die wissenschaftlich geleitete Optik zunächst an diesem Instrument vorüber, dessen Entwicklung trotz der liebevollen Anteilnahme seines Erfinders einen etwas mühseligen Weg zur Vervollkommnung zurücklegen mußte, doch wurde es schließlich durch die energischen Bemühungen *Otto Ringlebs*, eines jungen Berliner Urologen, in der allerneuesten Zeit auf eine recht beachtenswerte Höhe der wissenschaftlichen Durcharbeitung gehoben. Außer anderen medizinischen Instrumenten wie dem *Gastroskop* und dem *Laryngoskop* gehört unter diese Klasse der nur vorführenden Einrichtungen noch ein militärischen Zwecken dienendes Instrument, das in viel größerem Maßstabe ausgeführte *Sehrohr (Periskop)* für Unterseebote.

Das Vorhandensein von Vorkehrungen dieser Art, von denen die Kystoskope immerhin in Tausenden von Stücken verbreitet sind, macht es notwendig, ihnen eine Stelle in dem System der optischen Instrumente anzuweisen, und es wird sich zeigen, daß gerade durch die Berücksichtigung dieser Einrichtungen das gesamte Material vorteilhaft gruppiert werden kann.

Weist man ganz im allgemeinen darauf hin, daß das objektseitige Gesichtsfeld den Inhalt alles dessen umfaßt, was das Instrument von dem gerade eingenommenen Standorte (dem einmal gewählten Projektionszentrum) aus dem Beobachter vorführen kann, so besteht die Funktion der alten Instrumente darin, diesen Inhalt dem beobachtenden Auge unter einem größeren Bildwinkel vorzuführen, als er dem unbewaffneten Auge möglich wäre. Mit steigender Vergrößerung wurde die (angulare oder lineare) Ausdehnung des objektseitigen Gesichtsfeldes verständlicherweise immer kleiner. Es ist ganz plausibel, daß man mit der Vergrößerung stärker heruntergehen muß, wenn man auf die bloße Vorführung des sonst nicht sichtbaren Objektraumes den Hauptwert legt, und daß man sich also von den alten verdeutlichenden (weil vergrößern den) Instrumenten entfernen muß, wenn man die Übersicht besonders steigern will; es treten also den verdeutlichenden die nur wiederholenden Instrumente gegenüber. Bei den Sehrohren für Tauchboote bleibt man bei wirklichen, wenn auch geringen, Vergrößerungen der objektseitigen Bildwinkel, weil man bei diesen teuren Instrumenten große optische Mittel aufwenden kann; bei den medizinischen Konstruktionen dieser Art, die im Aufbau einfach, häufig dennoch geradezu gewaltige Gesichtswinkel im Objektraum zulassen, verkleinert man in der Regel die objektseitigen Hauptstrahlneigungen sehr merklich.

Auf diese Weise erhält man eine zweckmäßige Haupteinteilung aller optischen Instrumente, die

danach in zwei Klassen zerfallen, je nachdem der Umfang des abgebildeten Objektbereichs oder die Vergrößerung der Objekteinzelheiten bei der Konstruktion im Vordergrund stand. Man wird sie, wie schon gesagt, zweckmäßig in *wiederholende* und *verdeutlichende* einteilen. Wo die Grenze beginnt, ist, wie bei jeder Abgrenzung, willkürlich. Nimmt man, wenn w' den augenseitigen Bildwinkel, w^* den Gesichtswinkel beim Sehen mit unbewaffnetem Auge bezeichnet, ein Tangentenverhältnis

$$\frac{\operatorname{tg} w'}{\operatorname{tg} w^*} = 2$$

als Grenzwert an, so seien alle geringeren Vergrößerungen (und alle Verkleinerungen) den wiederholenden, alle höheren Vergrößerungen den verdeutlichenden Instrumenten zugerechnet.

Die Änderung der Hauptstrahlenneigung, die beim Fernrohr unmittelbar aus der Vergrößerung anzugeben ist, hat nun eine wichtige Folge für die durch die Instrumente vermittelte Raumwiedergabe. Gewiß kann man bei den hier behandelten, für die einäugige Beobachtung bestimmten Instrumenten nicht von einer Tiefenwahrnehmung reden, die dem Einzelauge so gut wie völlig verschlossen ist, aber bei bekannten, insonderheit bei regelmäßig gestalteten Objekten kann man mit Hilfe der Erfahrung aus der Perspektive, den Überschneidungen, den Schlagschatten, der Luftperspektive und der Deutlichkeitsabnahme mit der Entfernung sehr wohl zu einer Tiefenvorstellung kommen, die unter günstigen Umständen sogar von außerordentlicher Lebhaftigkeit sein kann. Nimmt man den Fall solcher Objekte an, die eine gute Tiefenvorstellung zu bilden gestatten, so zeigt sich, daß mit der Änderung der Hauptstrahlenneigung eine Änderung der Tiefe verbunden ist, und zwar erscheinen bei verdeutlichenden Instrumenten die Tiefenwerte abgeflacht, bei einer (ziemlich seltenen) Verkleinerung der Hauptstrahlenneigung aber vergrößert. Mit andern Worten ist die größere Deutlichkeit im einen, das größere Gesichtsfeld im anderen Falle durch den Verzicht auf die treue Wiedergabe zu bezahlen.

Da nun darüber kein Zweifel besteht, daß das Photogramm den Eindruck des aufgenommenen Objekts im Beschauer hervorrufen soll, so folgt ohne weiteres, daß das photographische Objektiv zu den rein wiederholenden Instrumenten zu rechnen ist. Dabei wird allerdings stillschweigend angenommen, es solle das Photogramm mit einem Auge vom richtigen Orte aus, d. h. so betrachtet werden, daß es sich Punkt für Punkt mit dem dargestellten Objekt deckt, eine Forderung, die übrigens in der glänzenden englischen Periode von einzelnen ihrer vornehmsten Vertreter gestellt worden war. Wurde der Abstand unrichtig gewählt, so ergibt sich eine Tiefenfälschung ganz entsprechend dem oben Gesagten. Da es sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, nämlich bei Landschafts-, Gebäude- und Straßenaufnahmen um weit entfernte Gegenstände handelt, so ist der richtige Betrachtungsabstand von dem Photogramm durch die Brennweite des Aufnahmeobjektivs gegeben, und dieser Abstand

kann leicht eingenommen werden, wenn er nicht kleiner ist als der Nahpunktsabstand des Beobachters. Schon ganz im Anfang der Photographie ist in England die Schwierigkeit bemerkt worden, die sich aus dem abnehmenden Akkommodationsvermögen alterssichtig gewordener Normalsichtiger dann darbot, wenn die Aufnahmebrennweite mit Rücksicht auf die Ausmaße und die Kosten der Platten verhältnismäßig kurz gewählt war. Betrachtete man unter diesen Umständen eine Aufnahme aus einem zu großen Abstände, so erhielt man verkleinerte Bildwinkel und infolgedessen eine übertriebene Tiefenausdehnung bekannter Objekte, während in den (seltenen) Fällen von sehr langbrennweitigen Aufnahmeobjektiven ohne weiteres eine Fernrohrwirkung mit ihrer Abflachung der Tiefenwerte zustande kam. Heutzutage ist man in der Herabsetzung der Aufnahmebrennweiten noch viel weiter gegangen und auf Längen gekommen, die sehr häufig auch von den Nahpunktsentfernungen Kurzsichtiger übertroffen werden. Hier stellte sich der Gullstrandsche Gedanke der Verantkonstruktion hilfreich ein. Die Verantlinse (theoretisch von der Brennweite des Aufnahmeobjektivs) entwirft von dem Photogramm in ihrer vorderen Brennebene ein zeichnungsreiches deutliches Bild in weiter Ferne und unter den richtigen Bildwinkeln, so daß es nun im freien direkten Sehen und sogar ohne wesentliche Akkommodationsanstrengung von Normalsichtigen selbst höheren Alters betrachtet werden kann. Die Verantlinse wirkt hier ganz wie das Okular eines Fernrohrs, und zwar theoretisch eines solchen von der Vergrößerung = 1. So groß nun auch beim photographischen Objektiv und der nachträglichen Betrachtung des Photogramms die Ähnlichkeit mit einem schwach oder gar nicht verkleinernden Fernrohr ist, so handelt es sich doch insofern um ein Instrument *sui generis*, als hier eine „unterbrochene“ Abbildung vorliegt. In dieser Unterbrechung der Abbildung scheint wenigstens dem Autor das eigentliche Unterscheidungsmerkmal für die beiden Möglichkeiten zu liegen, die man meistens als objektive und subjektive Beobachtung auseinander zu halten wünscht, obwohl man dabei kaum immer das trifft, was man im Sinne hat. Denn wenn man das Photogramm sicherlich als einen Verwirklichungsfall der objektiven Betrachtung ansehen muß, so stimmt die Bezeichnung der objektiven Betrachtung eines solchen durch eine Lupe um so weniger, je mehr man Wert darauf legt, den Eindruck im Bildraum der Lupe mit dem Eindruck bei der Betrachtung der Objekte selbst gleich zu machen. Dann kommt es auf das Photogramm als ein physisches Objekt gar nicht an, und es macht für diese Betrachtungsweise gar keinen Unterschied, wenn es etwa grobe Zeichnungsfehler enthält, die durch die Lupe eben aufgehoben werden. Dagegen deckt der Begriff der unterbrochenen Abbildung den Tatbestand durchaus und läßt sofort diese Abbildung jener anderen gegenüberstellen, die etwa durch ein Sehrohr für Tauchboote erhalten wird, bei dem die Vergrößerung gerade den Wert = 1 hat. Ähnlich wie die Leistung

II. Wiederholende Instrumente

für ferne Objekte				für nahe Objekte			
f. ununt. Beobacht.	für unterbrochene Beobachtung			f. ununt. Beobacht.	für unterbrochene Beobachtung		
	einf. Einricht.	zusammengesetzte Einricht. mit zeitlicher Trennung in			einf. Einr.	zusammengesetzte Einricht. mit zeitlicher Trennung in	
		Objektivfunkt.	Okularfunkt.			Objektivfkt.	Okularfunkt.
Landschafts- spiegel in Gärten, Zerstreu- ungslinsen als Zeichen- hilfen, Sehrohre für Tauchboote	Camera obscura an Aussichts- punkten	Camera obscura als Zeichen- apparat, Photo- graphisches Objektiv	Guckkasten, Verant, Projektions- apparat für Diapositive von Land- schaften und für Kinemato- gramme	Kystoskop Gastroskop Laryngoskop	Epidiaskop	Kysto- photo- graphischer Apparat	Projektion von Diaposi- tiven naher Objekte, schwächere Verantlinsen u. Lesegläser angewandt auf Photo- gramme naher Objekte
							卐
							▼
							zu den Presbyopen- und Lupenbrillen

rang sie sich zuerst in England in dem Kreise begeisterter Amateure. Es ist schon darauf hingewiesen worden, welche Förderungen durch die gemeinsame Arbeit auch in theoretischer Hinsicht erwachsen, aber es bedeutete doch einen entscheidenden Fortschritt, als die Steinheilsche Firma die Münchener Traditionen für die Fernrohre aufnahm und sie durch die photographischen Objektive erweiterte. Als nun die Abbeschen Erfolge für das Mikroskop, das photographische Objektiv und die Handfernrohre bekannt wurden, da änderte sich allmählich in der ganzen Welt der Charakter der optisch-technischen Betriebe. Es wurde die Arbeitsteilung in theoretische Forschung und praktische Ausführung akzeptiert, und es reichte meistens die Aufnahme eines Instruments in das Fabrikationsgebiet einer anerkannten Firma aus, um das Instrument auf die Höhe eines edlen zu heben. So wurden Projektionssysteme, Guckkästen, die medizinisch-optischen Instrumente allmählich in immer weiterem Grade verbessert.

Man erkennt, wie langsam aber sicher die persönliche Kunstfertigkeit im Zusammenbau eines optischen Instruments ausgeschaltet wird zugunsten einer gründlichen theoretischen Durcharbeitung und der Verwendung gesteigerter technischer Fertigkeit, wie sie durch die Arbeitsteilung in großen Fabriken ermöglicht wird. Das optische Instrument verläßt den Standpunkt eines in wenigen Exemplaren hergestellten und wenigen zugänglichen Kunstprodukts und wird zu einem Massenartikel von höherer Vollendung und im Verhältnis niedrigerem Preis. Die aus der wissenschaftlichen Durcharbeitung folgende Steigerung des inneren Wertes wird aber nicht im vollen Maße anerkannt, weil der vergrößerte Kreis der Benutzer das neue Hilfsmittel nicht mehr in alter Art teilnehmend behandelt, sondern entweder nur gewisse Leistungen von ihm fordert oder es der Mode folgend mehr oder minder unvollkommen benutzt. Die Aufnahme der Abbeschen Theorie des Mikroskops wird auf der einen und die Verwendung des photographischen Objektivs wird auf der andern Seite als ein Beleg angeführt werden können. Diese Massenfabrication solcher auf das beste durchgearbeiteter Instrumente erfährt in unseren Tagen durch die Anforderungen des Kriegswesens eine weitere mächtige Erweiterung.

Und da stellte sich denn ganz von selbst das Bedürfnis ein, mehr das Interesse für das Instrument bei den Benutzern zu erwecken, und die verschiedenen optischen Firmen haben durch ihre Mitarbeiter oder durch befreundete Gelehrte den Versuch machen lassen, durch Wort und Schrift ein tieferes Interesse für ihre Erzeugnisse zu erwecken. Diese Bestrebungen werden aller Wahrscheinlichkeit nach noch erweitert werden müssen, und es ist zu hoffen, daß allmählich eine Instrumentenoptik zustande kommt, die, auf ein genügendes technisches, physiologisches und psychologisches Fundament gegründet, dem Benutzer die Möglichkeit gibt, eine Einsicht in das Wesen seines Instruments zu erhalten und es auch in schwierigeren Fällen vorteilhaft zu verwenden. Es ist nicht ausge-

schlossen, daß sich in dieser Weise ein gemeinsames Sachverständigen-Interesse der ausführenden Firmen entwickelt, das man auch trotz der weiter bestehenden wirtschaftlichen Konkurrenz im Auge behalten wird. Es ist nicht wahrscheinlich, daß dadurch den einzelnen Firmen Eintrag geschähe, vielmehr würde sich auf Grund der besseren Sachkenntnis der Benutzer ein etwa erreichter Fortschritt deutlicher und würdiger hervorheben lassen als bei dem heute beliebten Einzelvorgehen, das in geradezu grotesker Weise den Anschein zu erwecken sucht, vom Vorhandensein seiner Wettbewerber nichts zu wissen.

Über die optische Aktivität asymmetrischer Moleküle.

Von Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg,
Clausthal i. H.

1. Das asymmetrische Kohlenstoffatom; die Waldensche Umkehrung.

Unter optischer Aktivität versteht man bekanntlich die Erscheinung, bei der die Schwingungsebene des polarisierten Lichtes unter bestimmten Bedingungen eine Drehung erleidet. Und zwar kann die Drehung, wenn der polarisierte Lichtstrahl gerade auf den Beobachter zukommt, von diesem aus gesehen im Sinne des Uhrzeigers, „nach rechts“, oder im entgegengesetzten Sinne, „nach links“, erfolgen. An Ursachen für das Phänomen sind bisher drei erkannt worden: Die Schwingungsebene eines polarisierten Lichtstrahles wird gedreht, erstens wenn der Lichtstrahl durch ein magnetisches Feld, zweitens wenn er durch bestimmte Kristalle und drittens wenn er durch eine Schar von Molekülen eines gewissen chemischen Charakters hindurchgeht. Im ersten Falle hat der materielle Stoff, der sich in dem vom Lichtstrahle durchlaufenen Magnetfelde befindet, auf die Erscheinung nur einen quantitativen Einfluß; die verschiedenen Stoffe unterscheiden sich nur durch den Grad und die Richtung ihrer spezifischen Wirkung: in demselben magnetischen Felde drehen die einen Stoffe die Schwingungsebene des Lichtstrahles nach rechts, die anderen nach links, die einen stark, die anderen schwach. Im zweiten Fall ist die Drehung an die Struktur des Kristalles gebunden; mit der Zerstörung des Kristalles etwa durch Auflösung geht das Drehungsvermögen verloren. Im dritten Falle endlich ist die Ursache im Molekül des betreffenden Stoffes zu suchen, denn die Erscheinung tritt unabhängig vom Aggregatzustande des Stoffes auf. Im übrigen erweist sich der Vorgang der Drehung in allen drei Fällen als durchaus symmetrisch. Im ersten Falle hängt die Richtung der Drehung von der Richtung der magnetischen Kraftlinien ab; kehrt man deren Richtung um, ohne sonst irgend etwas an der Versuchsanordnung zu ändern, so wechselt die Drehung ihre Richtung, während ihr absoluter Betrag seinen Wert behält. Im zweiten und dritten Falle existiert für jeden „aktiven“ Kristall und jedes „aktive“

Molekül, das nach rechts dreht, ein dem ersten kristallographisch und chemisch vollkommen entsprechendes Gegenstück, das unter denselben Versuchsbedingungen im selben Maße nach links dreht, und umgekehrt.

Von den drei verschiedenen Fällen, in denen optische Aktivität auftreten kann, soll uns hier nur der dritte Fall beschäftigen, also der Fall, bei dem die Ursache für die Drehung im Bau des Moleküls liegt.

Ihren Ausgangspunkt hat die Lehre von dem optischen Drehungsvermögen der Moleküle in den klassischen Untersuchungen *Pasteurs* über die Weinsäure. *Pasteur* zeigte im Jahre 1848, daß die Traubensäure — ihre Ähnlichkeit mit der gewöhnlichen rechtsdrehenden Weinsäure war der Wissenschaft seit den wichtigen Arbeiten von *J. J. Berzelius* über die Isomerie (d. h. über die Erscheinung, bei der Stoffe von gleicher chemischer Zusammensetzung verschiedene Eigenschaften haben können) wohl bekannt — in zwei verschiedenen, im Verhältnis von Gegenstand zu Spiegelbild stehenden „enantiomorphen“ Kristallen vorkommt, die bei der Kristallisation der Traubensäure unter bestimmten Bedingungen nebeneinander und dann immer in gleicher Menge entstehen. Als *Pasteur* die einzelnen Kristalle aussuchte, fand er, daß die einen in jeder Beziehung vollständig identisch mit der rechtsdrehenden Weinsäure waren und auch wie diese sowohl im kristallisierten Zustande wie in Lösungen die Ebene des polarisierten Lichts nach rechts drehten, während die anderen, die kristallographischen Spiegelbilder der ersten, sich zwar chemisch von der rechtsdrehenden Weinsäure in keiner Weise unterschieden, aber im Gegensatz zu ihr sowohl als Kristalle wie in gelöster Form die Ebene des polarisierten Lichtes in demselben Maße wie jene nach rechts nach links drehten: *Pasteur* hatte die Linksweinsäure aufgefunden.

Außer den Weinsäuren drehen, wie im Laufe der Jahre festgestellt worden ist, noch viele andere Kohlenstoffverbindungen die Ebene des polarisierten Lichtes; insbesondere finden sich optisch aktive Stoffe in sehr großer Zahl unter den in der Natur vorkommenden Verbindungen der organischen Chemie, eine sehr interessante und wichtige Tatsache. Alle diese Verbindungen haben nun, wie von *J. H. van't Hoff* und gleichzeitig und unabhängig von ihm von *Le Bel* nachgewiesen worden ist, eine gemeinschaftliche Eigenschaft: ihre im Sinne der herrschenden Lehre von der Konstitution der Kohlenstoffverbindungen geschriebenen Strukturformeln haben ein asymmetrisches Kohlenstoffatom. D. h. ein Kohlenstoffatom in ihrem Molekül ist dadurch gekennzeichnet, daß seine vier Wertigkeiten durch vier verschiedene Atome oder Atomgruppen abgesättigt sind. Eine räumliche Vorstellung der Verhältnisse erhält man, wenn man sich das Kohlenstoffatom im Mittelpunkt eines regulären Tetraeders liegend und seine vier Wertigkeiten als gerichtete Einzelkräfte nach den Ecken des Tetraeders gerichtet denkt. Das folgende Schema (vgl. Fig. 1 und 2) läßt ohne weiteres erkennen, daß von einem Gebilde dieser Art zwei

verschiedene Formen möglich sind, die sich allein durch die relative Lage der Substituenten unterscheiden. Die beiden Formen stehen zueinander im Verhältnis eines Gegenstandes zu seinem Spiegelbilde, sind aber nicht identisch. Die Dinge liegen hier demnach ebenso wie bei den enantiomorphen Kristallen; es handelt sich in beiden Fällen um dasselbe Prinzip. Dieses Prinzip läßt sich, da ein räumliches Gebilde mit seinem — natürlich ebenfalls räumlich gedachten — Spiegelbilde nur dann nicht identisch ist, wenn es unsymmetrisch ist, d. h. nicht durch eine Symmetrieebene in zwei ihrerseits im Verhältnis von Gegenstand zu Spiegelbild stehende Teile zerlegt werden kann, auch in anderer, allgemeinerer Weise ausdrücken: Optische Aktivität zeigen solche Moleküle (oder Kristalle), durch die sich keine Symmetrieebene legen läßt. Die Moleküle (oder Kristalle) dieser Art kommen stets in zwei verschiedenen, zueinander im Verhältnis von Gegenstand zu Spiegelbild stehenden Formen vor, die, sonst in ihrem Verhalten vollkommen identisch, sich nur dadurch unterscheiden, daß die eine Form

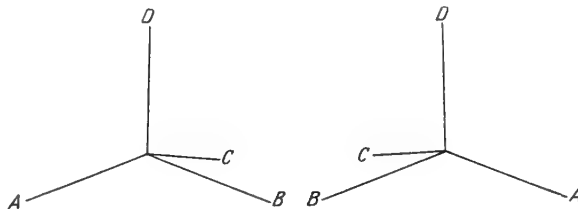


Fig. 1.

Fig. 2.

Schematische Darstellung der beiden Verbindungen, zu denen ein asymmetrisches Kohlenstoffatom Veranlassung gibt.

die Schwingungsebene des polarisierten Lichtes nach rechts, die andere sie, um denselben Betrag, nach links dreht.

Nun ist die organische Chemie zwar imstande, Moleküle von vorgeschriebener Struktur aufzubauen, es gibt bis jetzt aber kein Mittel, auf rein synthetischem Wege und unter Benutzung von ausschließlich inaktivem Ausgangsmaterial von einem asymmetrischen Molekül nur die eine oder die andere Form darzustellen. Da das Entstehen beider Formen, wie eine genauere Betrachtung des Tetraederschemas lehrt, gleich wahrscheinlich ist, so entstehen bei der Synthese immer beide Formen, die Rechts- wie die Links-Form in gleicher Menge, d. h. das entstehende Gebilde ist, als Ganzes betrachtet, optisch inaktiv. Ein derartiges, aus einem Gemisch gleicher Mengen zweier optischer Antipoden bestehendes System heißt, wenn die beiden Antipoden frei nebeneinander existieren, ein *razemisches Gemisch*, oder wenn sie, was nicht selten vorkommt, zu einer Verbindung zusammentreten, eine *razemische Verbindung* oder ein *Razemat*. Zur Gewinnung der einzelnen aktiven Formen können direkt natürlich nur *razemische Gemische* Verwendung finden, und zwar gibt es, wenn man von der Benutzung bereits vorhandener aktiver Stoffe absehen will, hierzu nur einen einzigen Weg: die schon von *Pasteur* angewendete Methode der mechanischen Auslese der enantiomor-

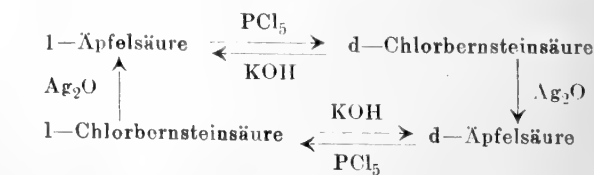
phen Formen. Ist man aber einmal im Besitz optisch aktiver Stoffe, so bietet die Gewinnung weiterer aktiver Stoffe in ihren Einzelformen keine prinzipiellen Schwierigkeiten mehr: Entweder kann man mit ihrer Hilfe ein nach den üblichen Methoden der synthetischen Chemie erhaltenes racemisches Gemisch in seine Komponenten zerlegen. Oder man benutzt die interessante Erfahrung, daß die Synthese — die, wie bereits gesagt wurde, bei Abwesenheit optisch aktiver Stoffe stets zur Bildung von racemischen Gemischen oder von Racematen führt — dann, wenn Einzelformen optisch aktiver Stoffe in dem Reaktionsgemisch bereits vorhanden sind, asymmetrisch verläuft, d. h. derart, daß nicht beide Antipoden in gleicher, sondern die eine von ihnen in überwiegender Menge entsteht — eine Erfahrung, deren Erklärung wohl in der Bildung asymmetrischer Zwischenprodukte zu suchen ist. Das interessante und in Anbetracht des sehr häufigen Vorkommens optisch aktiver Stoffe in der Natur wichtige Problem der Gewinnung optisch aktiver Stoffe auf rein chemischem Wege ohne Zuhilfenahme bereits vorhandener aktiver Stoffe und ohne Anwendung der Methode der mechanischen Auslese der enantiomorphen Formen ist noch nicht gelöst.

Ein weiteres Fundamentalproblem der Lehre von der optischen Aktivität, dessen Lösung trotz vieler darauf gerichteter Bemühungen noch nicht gelungen ist, betrifft den Grad des Drehungsvermögens in seiner Abhängigkeit von der chemischen Konstitution der optisch aktiven Stoffe. Wir sind heute noch nicht imstande, bei Kenntnis der Strukturformel eines Stoffes mit asymmetrischem Kohlenstoffatom über den Betrag der von ihm verursachten Drehung irgend etwas auszusagen, und wir vermögen auch nicht zu sagen, welche der beiden Formen nach rechts, welche nach links dreht. Mit der rein qualitativen Aussage, daß die eine der beiden Formen (welche, wissen wir nicht) nach rechts und die andere im gleichem Maße (wieviel, wissen wir ebenfalls nicht) nach links dreht, ist unsere Kenntnis erschöpft.

Die Ursache für diese Schwierigkeiten liegt wohl in erster Linie darin, daß die Drehung der Polarisationssebene des Lichtes kein einfacher Vorgang ist. Größe, ja sogar Richtung der Drehung hängen erstens von der Wellenlänge des Lichtes ab und zweitens von den Versuchsbedingungen, z. B. wenn es sich um Lösungen aktiver Stoffe in inaktiven Lösungsmitteln handelt — ein praktisch sehr wichtiger Fall — von der chemischen Natur des Lösungsmittels, von der Konzentration des gelösten Stoffes, von der Temperatur usw. Auch allgemeingültige Beziehungen zwischen der Drehung, die die einzelnen Spektralgebiete durch die Wirkung desselben aktiven Stoffes und bei denselben Versuchsbedingungen erfahren, haben sich noch nicht ermitteln lassen. Kurz, über dem ganzen Gebiete schwebt noch tiefes Dunkel.

Eine gegenseitige Umwandlung optischer Antipoden ist wohl möglich, ja, sie tritt sogar spontan ein, wenn auch die Geschwindigkeit der Umwandlung meist nur gering ist. Früher hatte man ge-

meint, daß diese Umwandlung immer in der Weise geschehe, daß sich aus dem bei Beginn des Versuches allein vorhandenen einen Antipoden der andere Antipode bilde — eine räumliche Vorstellung dieses Vorganges läßt sich nach Werner leicht gewinnen, wenn man annimmt, daß die an dem asymmetrischen Kohlenstoffatom haftenden Substituenten nicht vollständig fest an ihrer Tetraederecke haften, sondern um diese als Mittellage Schwingungen ausführen —, daß aber unter denselben Bedingungen auch wieder Rückbildung des ersten Antipoden stattfinde, und daß infolgedessen, da beide Antipoden sich chemisch vollkommen gleich verhielten, das Ende des Vorganges ein dynamisches Gleichgewicht sein müsse, das dadurch charakterisiert sei, daß in ihm beide Antipoden in gleicher Menge vorhanden seien. Das Ziel aller gegenseitigen Umwandlung optischer Antipoden sei also die Bildung eines racemischen Gemisches, sei *Racemisation*. Mit dieser Ansicht stimmte die Tatsache überein, daß ein racemisches Gemisch niemals spontan optisch aktiv wird. Die Anschauung, daß die gegenseitige Umwandlung optischer Antipoden immer zum racemischen Gemische oder zum Racemat führen müsse, entspricht der Wirklichkeit indessen nicht. Paul Walden hat vielmehr gezeigt, daß die vollständige Umwandlung eines Antipoden in den anderen möglich ist. Die eigentümlichen, als *Waldensche Umkehrung* bezeichneten Erscheinungen werden durch das folgende Beispiel verständlich gemacht: Substituiert man in der rechtsdrehenden Chlorbernsteinsäure das Chloratom mit Hilfe von Kalilauge durch die Hydroxylgruppe, so erhält man die linksdrehende Äpfelsäure, und in derselben Weise erhält man aus der linksdrehenden Chlorbernsteinsäure die rechtsdrehende Äpfelsäure. Ersetzt man nun in den Äpfelsäuren die Hydroxylgruppe rückwärts wieder mit Hilfe von Phosphor-pentachlorid durch Chlor, so gelangt man zu den ursprünglichen Chlorbernsteinsäuren zurück. Aus diesen Versuchen würde man schließen, daß die Rechtsäpfelsäure nach ihrer Konfiguration der Linkschlorbernsteinsäure und die Linksäpfelsäure der Rechtchlorbernsteinsäure entsprechen muß. Dieser Schluß besteht indessen nicht zu Recht, denn ersetzt man in der Chlorbernsteinsäure das Chloratom anstatt mit Hilfe von Kalilauge mit Hilfe von Silberoxyd durch die Hydroxylgruppe, so gelangt man zu einem ganz anderen Ergebnis: Aus der Rechtchlorbernsteinsäure bildet sich unter diesen Versuchsbedingungen die Rechtsäpfelsäure, aus der Linkschlorbernsteinsäure die Linksäpfelsäure. Die Verhältnisse, wie sie ähnlich auch bei anderen Systemen gefunden worden sind, sind in dem folgenden Schema¹⁾ übersichtlich zusammen-



¹⁾ Es bedeutet: l = linksdrehend, d = rechtsdrehend.

Wie die Übersicht zeigt, kann man also z. B. die Linksäpfelsäure in die Rechtsäpfelsäure verwandeln, indem man sie zunächst durch Phosphorpentachlorid in die Rechtschlornbersteinsäure und diese unter Benutzung von Silberoxyd in die Rechtsäpfelsäure überführt. Razemisierung tritt bei Anwendung der beiden genannten Hydroxylierungsmittel nur in sehr geringem Maße, bei Anwendung anderer Hydroxylierungsmittel meist in höherem Grade ein.

Eine Deutung dieser merkwürdigen und lange Zeit ganz unverständlichen Erscheinungen scheint neuerdings durch Überlegungen gefunden zu sein, die etwa gleichzeitig und unabhängig voneinander A. Werner in Zürich und Emil Fischer in Berlin angestellt haben. Die beiden genannten Autoren machen die sehr plausible und in anderen Fällen auch schon als richtig erwiesene Annahme, daß der eigentlichen Substitution eine Addition vorangehe; die eigentliche Substitution würde also erst beim Zerfall des primär gebildeten Additionsproduktes erfolgen. Bei diesem Zerfall braucht nun, das ist das Wesentliche, der neu in das Molekül eintretende Substituent keineswegs die Stelle zu besetzen, die der ausgetretene Substituent innegehabt hat, es können vielmehr bei dem Vorgange konfigurative Verschiebungen eintreten, die im einzelnen von Fall zu Fall verschieden sein und sicherlich in erheblichem Maße auch von der Struktur des sich zersetzenden Additionsproduktes abhängen werden. So erscheint das anfangs so rätselhafte Phänomen der Waldenschen Umkehrung wenigstens im Prinzip verständlich, aber es wird noch mancher Arbeit bedürfen, um zu zeigen, daß diese mögliche Erklärung tatsächlich auch die richtige ist.

Der heutige Stand der Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung.

Von Dr. Hartwig Klut, Berlin,

Mitglied der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.

Auf dem für die allgemeine Gesundheitspflege so wichtigen Gebiete der Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung der Gemeinden sind in den letzten Jahren nicht unerhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Um auch weitere Kreise in den heutigen Stand der Wasserreinigungs- und Abwässerbeseitigungsfrage einzuführen, soll im nachstehenden ein kurzer orientierender Überblick über diese beiden Kapitel der modernen Hygiene gegeben werden. Als Unterlage diente mir neben anderen Werken das kürzlich aus berufener Feder erschienene, sehr empfehlenswerte Buch von Dr. J. Tillmans: *Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung*, Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. S., 1912.

Wasserreinigung.

Es sei zuerst die *Reinigung des Wassers für Trinkzwecke* besprochen.

Durch die klassischen Arbeiten von Robert Koch wissen wir jetzt, daß durch Wasser in erster Linie Typhus und Cholera übertragen

werden können. Es muß daher von einem zu Trink- und Wirtschaftszwecken dienenden Wasser gefordert werden, daß dieses vor allen Dingen keine Krankheitserreger¹⁾ aufweist. Des weiteren muß verlangt werden, daß das Wasser keine für Menschen und Tiere schädliche Bestandteile, z. B. Bleiverbindungen, enthält, und ferner muß es von solcher Beschaffenheit sein, daß es auch zum Genuß²⁾ anregt.

Zur Entfernung der Bakterien und der Krankheitserreger im Wasser benutzt man im großen die verschiedenen Verfahren der *Filtration*³⁾. Als solche dienen:

a) Die *langsame* oder *englische Sandfiltration*, wie sie z. B. in *Hamburg* und *Altona* angewandt wird. Die Filter stellen im allgemeinen große, meist viereckige, von einer Mauer umgebene Flächen dar, welche mit Kies und Sand gefüllt sind. Zu unterst liegt eine Schicht von Steinen von 60 bis 150 mm Korngröße. Darauf folgt eine Kiesschicht, welche bezweckt, den darüber liegenden Sand zu schützen und die von oben nach unten allmählich größer wird. Die Kiesschicht setzt sich in der Regel zusammen aus einer Lage von etwa Nußstärke, einer von Bohnengröße, einer von Erbsengröße und einer Lage von Hirsekorngröße (3—5 mm). Darauf ruht die Sandschicht, auf welcher das Rohwasser in einer gewissen Höhe aufgebracht wird. Sand- und Kiesschicht werden häufig in verschiedener Größe zusammengestellt. Mittlere Stärken sind: 60 cm Wasserhöhe, 60 cm Sand und 60 cm Kies. Das filtrierte Wasser fließt unten ab und gelangt von dort in den Reinwasserbehälter. Für die Versorgung einer Stadt mit filtriertem Wasser gebraucht man eine ganze Reihe solcher Sandfilter. Die Filtrationsgeschwindigkeit soll im allgemeinen 0.1 m in der Stunde nicht überschreiten, eine Geschwindigkeit, bei der also jedes Quadratmeter Filterfläche in der Stunde 100 Liter liefert. Wenn auch durch die Sandfiltration kein absoluter Schutz gegen etwaige im Rohwasser vorhandene Krankheitserreger erreicht wird, so hält man doch allgemein den relativen Schutz bei geregelter Betreibung der Filter für ziemlich hoch. Zur weitergehenden Reinigung des Wassers wendet man auch, wie z. B. in *Bremen*, nach E. Götze die Doppel-*filtration* an. In *Magdeburg* benutzt man als Vorfiltration die Puéch-Chabal-Filter, sog. Stufenfilter, wodurch die Feinfilter entlastet werden.

b) *Schnellfilter*. Die Filtrationsgeschwindigkeit kann bei Anwendung von Schnellfiltern⁴⁾ bis zu

¹⁾ C. Günther, Einführung in das Studium der Bakteriologie. 6. Aufl. Leipzig 1906.

²⁾ R. Abel, Die Vorschriften zur Sicherung gesundheitgemäßer Trink- und Nutzwasserversorgung. Berlin 1911.

³⁾ O. Spitta, Die Wasserversorgung im Handbuch der Hygiene von M. Rubner, M. v. Gruber u. M. Ficker. II. Band. 2. Abteilung. „Wasser und Abwasser“. Leipzig 1911.

⁴⁾ E. Friedberger, Versuche über die Verwendbarkeit der amerikanischen Schnellfiltration für die Königsberger Wasserversorgung, Zeitschr. f. Hygiene 1908, Bd. 61, S. 355.

5 m und mehr in der Stunde gesteigert werden. Als Material benutzt man meist Kies mit einer Korngrösse von 1 bis 3 mm. Zur Erzeugung einer künstlichen Filterdecke dient fast ausschließlich schwefelsaure Tonerde.

Bei Mangel an Trinkwasser greift man zur *künstlichen Herstellung von Grundwasser aus Oberflächenwasser (Infiltration)*. Praktische Anwendung macht man hiervon z. B. bei den Wasserwerken an der Ruhr. Die sogenannte *Uferfiltration* besteht darin, daß man am Ufer eines Sees oder Flußlaufes Brunnen absenkt. Aus diesem Brunnen wird dann das Wasser abgepumpt, wodurch der Wasserstand in dem Brunnen erheblich abgesenkt wird. Die Folge davon ist, daß das Wasser aus dem See oder Fluß durch die filtrierenden Sand- oder Kiesschichten des Ufers hindurch in den Brunnen eintritt. Bei diesem Durchgang durch den Boden wird das Wasser in ähnlicher Weise von den Keimen befreit, wie das Grundwasser (z. B. in Offenbach am Main). Für die Gewinnung künstlichen Grundwassers hat C. Reichle¹⁾ folgende Grundsätze aufgestellt:

1. Fehlt für ein Versorgungsgebiet die Möglichkeit einer ausreichenden Versorgung mit Grundwasser, so empfiehlt es sich, bei der Verwendung von Oberflächenwasser in jedem Fall auch die Möglichkeit einer eventuellen künstlichen Grundwassererzeugung zu prüfen.
2. Die letztere kann bei sachgemäßer Anlage eine größere Betriebssicherheit und einen günstigeren bakteriologischen Effekt als gewöhnliche Sandfilter gewähren; ein wesentlicher Vorteil den letzteren gegenüber bietet aber die Möglichkeit der Erzielung einer gleichmäßigen Temperatur des Wassers.
3. Der Wahl bestimmter Schichten für Anreicherungs Zwecke hat eine sorgfältige Untersuchung derselben, ihres Aufbaues, ihrer Zusammensetzung und ihres Gehaltes an auslaugbaren Stoffen voranzugehen.
4. Es ist notwendig, daß die Bemessung und Anordnung natürlicher Bodenfilter auf Grund sorgfältiger Vorversuche erfolgt, die dabei gewählten Geschwindigkeiten und Wasserspiegelhöhenlagen dürfen im Betrieb nicht ohne weiteres überschritten werden. Bei der Feststellung des Filtrationseffektes ist mit einer zeitweiligen Störung der Filterhaut bzw. der Eintrittsfilterzone überhaupt zu rechnen. Die Aufenthaltsdauer bzw. der Weg des infiltrierten Wassers von der Versickerungsstelle bis zur Fassungsanlage ist so groß zu bemessen, daß auch bei nicht oder unvollständig eingearbeiteten Filterzonen jederzeit eine gesicherte bakteriologische Reinigung erfolgt.
5. Für die Vorreinigung des zu verwendenden Oberflächenwassers von den ihm etwa anhaftenden Verschmutzungen dürften sich ins-

besondere große Aufstaubecken oder Schnellfilteranlagen empfehlen.

6. Die Anreicherung braucht nicht nur auf Grundwasserträger aus Sand und Kies-schichten beschränkt zu werden; in bestimmten Fällen dürfen auch geeignete Gesteinsschichten eine künstliche Anreicherung zulassen (künstliches Quellwasser).
7. Anreicherungsanlagen bedürfen wie alle Verfahren zur Reinigung von Oberflächenwasser einer fortlaufenden wissenschaftlichen Kontrolle.

Verfahren der Wassersterilisation. Von den neueren Verfahren zur sicheren Abtötung etwaiger Krankheitserreger im Wasser haben sich im großen bislang bewährt die *Ozonisierung*¹⁾ des Wassers, wie sie z. B. in Paderborn geübt wird. Ferner das *Ferrochlor-Verfahren Duyk*²⁾, *System Howatson*, das mit Erfolg in Middelkerke in Belgien angewandt wird. Das *Chlorkalkverfahren*, das namentlich in Nordamerika³⁾ viel angewandt und auch ganz neuerdings mit Erfolg von einigen Wasserwerken an der Ruhr⁴⁾ benutzt wird. Auch mit Hilfe *ultravioletter Strahlen*⁵⁾ gelingt es, pathogene Keime zu vernichten. Das Verfahren ist jedoch ziemlich teuer.

Zur *Desinfektion* von Wasserleitungen usw. benutzt man mit Erfolg Schwefelsäure (wie z. B. in Beuthen); um Bohrlöcher zu desinfizieren, dient vielfach Karbol-Schwefelsäure⁶⁾.

Beschaffenheit des Wassers für eine Zentralversorgung in chemischer Hinsicht. Ein für die Zentralversorgung eines Ortes dienendes Wasser muß auch vom chemischen Standpunkt so beschaffen sein, daß es einmal zum Genuß anregt, und zweitens im Leitungsnetz keine Störungen, wie Zerfressungen oder Verschlämmungen des Rohrmaterials, hervorruft. In erster Linie wirkt ein hoher Eisengehalt des Wassers störend. Die meisten Grundwässer der norddeutschen Tiefebene sind mehr oder weniger eisenhaltig. Frisch entnommen sehen solche Wässer in der Regel farblos aus. Durch den Luftzutritt wird das in ihnen enthaltene Eisen oxydiert und ausgeschieden. Hierbei spaltet sich oft Schwefelwasserstoff ab. Das Wasser wird trübe und unansehnlich und

¹⁾ O. Daske, Die Reinigung des Trinkwassers durch Ozon, Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1909, Bd. 41, S. 385.

²⁾ K. Thumm u. A. Schiele, Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitigung, Heft 8, Berlin 1907, S. 1.

³⁾ K. Imhoff u. Ch. Saville, Die Desinfektion von Trinkwasser mit Chlorkalk in Nordamerika, Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1910, Bd. 53, S. 1119.

⁴⁾ H. Bruns-Gelsenkirchen, Über die Desinfektion des Trinkwassers in Wasserleitungen durch Chlorkalk, Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1912, Bd. 55, S. 649.

⁵⁾ Grimm und R. Weldert, Sterilisation von Wasser mittels ultravioletter Strahlen, Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig. Berlin 1911, Heft 14, S. 85.

⁶⁾ A. Gärtner, Leitfaden der Hygiene, 5. Aufl. Berlin 1909.

¹⁾ C. Reichle, Über künstliches Grundwasser. Journal f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1910, Bd. 53, S. 699.

scheidet nach einiger Zeit Eisenocker¹⁾ ab. Ein weiterer Nachteil ist der, daß solche Wässer einen günstigen Nährboden für Eisenbakterien abgeben, die durch ihr üppiges Wachstum zur Verschlammung der Leitungen und zu den dadurch bedingten Betriebsstörungen noch besonders beitragen. Schon ein Eisengehalt von 0,3 mg im Liter Eisen (Fe_2O_3) kann ein Leitungsnetz nachteilig beeinflussen.

Je nach der Art der leichteren oder schweren Ausscheidung des Eisens²⁾ aus dem Wasser werden die verschiedenen Verfahren der Enteisung angewendet, die im wesentlichen auf folgenden Vorgängen beruhen:

1. Belüftung und Filtration,
2. Belüftung, Rieselung und Filtration,
3. Benutzung von Chemikalien, wie Alaun, Kalkwasser.

Man kann durch diese Methoden den Eisengehalt im Reinwasser bis unter 0,1 mg im Liter heruntersinken.

Ähnlich wie das Eisen verhält sich das Mangan im Wasser, das namentlich durch sein Vorkommen im Breslauer und Stettiner Grundwasser erhöhtes Interesse gewonnen hat. Es ist im allgemeinen schwerer als Eisen aus Wasser³⁾ zu entfernen, es begünstigt ebenfalls das Wachstum von Manganbakterien. Die Entfernung geschieht im wesentlichen nach den gleichen Grundsätzen wie beim Eisen⁴⁾. In gesundheitlicher Beziehung haben Eisen- und Manganverbindungen in den Mengen, wie sie im Trinkwasser vorzukommen pflegen, keine Bedeutung.

Entfernung der freien Kohlensäure. Wässer, die freie Kohlensäure in größerer Menge gelöst enthalten, besitzen die nachteilige Eigenschaft, Metalle und Mörtelmaterial anzugreifen. In gesundheitlicher Hinsicht kommt in erster Linie das Blei⁵⁾ in Betracht, das noch vielfach zu Hausanschlüssen verwendet wird. Selbst sehr geringe Mengen von Blei im Wasser können schon ernste Erkrankungen bei längerem Genuß solch bleihaltigen Wassers hervorrufen, wie namentlich die Erfahrungen in Dessau es gezeigt haben. Von 28 000 Einwohnern litten hier im Jahre 1886 nicht weniger als 92 unter heftigen Vergiftungserscheinungen. Außer diesen schweren Fällen sind natürlich auch sehr viele leichtere Erkrankungen vorgekommen.

Zur Unschädlichmachung der freien Kohlensäure im Wasser wendet man in der Praxis meist folgende Verfahren an:

¹⁾ Vergl. u. a. H. Klut, Gesundheit 1909, Bd. 34, S. 746.

²⁾ Finger, Wasserversorgung in den Marschen, Klinisches Jahrbuch 1908, Bd. 19.

³⁾ H. Többen, Über die besten Verfahren der Reinigung des Grundwassers von Eisen und Mangan, Gesundheits-Ingenieur 1907 Nr. 46 und 47.

⁴⁾ Vergl. a. Thiesing, Versuche über die Entmanganung von Grundwasser (in Stettin), Mitteilg. a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. u. Abwässerbeseit. Heft 16. Berlin 1912. S. 210.

⁵⁾ H. Klut, Bleiröhren und Trinkwasser, Journal f. Gasbeleucht. u. Wasserversorg. 1911, Bd. 54, Nr. 17, S. 409.

Bei weichen Wässern bindet man die freie Kohlensäure durch Filtration des Wassers über Marmor. In Frankfurt am Main hat sich dieses Verfahren nach J. Tillmans gut bewährt. Oder man setzt eine berechnete Menge von Sodalösung oder Natronlauge dem Wasser, wie z. B. in Dessau, hinzu. Auch Kalkwasser wird mit Erfolg, z. B. in Weißwasser (Lausitz), benutzt.

Bei Wässern mit größerer vorübergehender Härte (Karbonathärte) läßt sich die freie Kohlensäure¹⁾ durch Rieselung gleichzeitig bei der Enteisung des Wassers entfernen. H. Wehner²⁾ entfernt die freie Kohlensäure aus Wasser durch Rieselung in Vakuumapparaten.

Reinigung von Trinkwasser im kleinen. Für die Entfernung etwaiger krankheitsverdächtiger Keime im Trinkwasser sind eine Reihe von Klein- und Hausfiltern im Gebrauch; sie bestehen meist aus Stein, Kohle, Asbest, Ton, Porzellanerde, Kieselgur usw. Nach O. Spitta³⁾ dürften die Berkefeld-Filterkerzen den relativ besten Kleinfiltertyp darstellen. Sie werden auch in den großen und kleinen Armeefiltern verwendet und sind hier zu einem System von Kerzenbatterien vereinigt. Vergl. a. K. Opitz, Brunnenhygiene, Berlin 1910.

Das sicherste Mittel zur Vernichtung von Krankheitserregern im Wasser ist unstreitig das Abkochen. Eine Reihe geeigneter Apparate hierzu beschreibt J. Tillmans in seinem obigen Werk an der Hand instruktiver Abbildungen.

Auch im kleinen lassen sich durch chemisch-physikalische Behandlung des Wassers mit Ozon und ultravioletten Strahlen die schädlichen Bakterien aus Wasser mittels zweckentsprechender Apparate⁴⁾ entfernen.

Die im Haushalt, namentlich für Waschw Zwecke (Gelbwerden der Wäsche, Erzeugung von Rostflecken), recht störenden Eisenverbindungen⁵⁾ im Wasser lassen sich durch kleine geeignete Hausapparate (z. B. Dunbarsches Faß) gut entfernen.

Reinigung des Wassers für technische Zwecke. Wässer, die für technische Zwecke geeignet sein sollen, müssen in der Regel klar, möglichst farb- und geruchlos, von nicht saurer Reaktion, praktisch eisen- und manganfrei und vor allen Dingen weich sein. Auch viel Stickstoffverbindungen, organische Stoffe, Chloride und Sulfate im Wasser stören mehr oder weniger⁶⁾.

¹⁾ H. Klut, Die Bedeutung der freien Kohlensäure im Wasserversorgungswesen. Gesundheits-Ingenieur 1907, Nr. 32, S. 517, Bd. 30.

²⁾ H. Wehner, Bleilösung und Eisenlösung bei Wasserversorgungswässern und die Vakuumrieselung, Gesundheit 1908, S. 747.

³⁾ Handbuch der Hygiene (I. c.), S. 93, Bd. Wasser und Abwasser.

⁴⁾ Dale, Gesundheits-Ingenieur 1910, Bd. 33, S. 457, u. Schwarz u. Aumann, ebenda 1911, Bd. 34, S. 654.

⁵⁾ K. Opitz, Klinisches Jahrbuch 1912. Bd. 26, S. 449.

⁶⁾ Vergl. a. H. Stoof, Wasser in „Chemische Technologie der Neuzeit“ von O. Dammer, Bd. 1. Stuttgart 1910.

Man bezeichnet im allgemeinen Wasser mit einer Gesamthärte (deutsche Grade)

- von 0—4° sehr weich,
- „ 5—8° weich,
- „ 9—12° mittelhart,
- „ 13—18° ziemlich hart,
- „ 19—30° hart,
- über 30° sehr hart.

Hartes Wasser verbraucht bekanntlich zum Waschen viel Seife und zwar vernichten 20 Härtegrade 2,4 kg Seife im cbm Wasser. Auch für Kochzwecke ist solches Wasser nur wenig geeignet. Man weiß, daß z. B. Hülsenfrüchte in hartem Wasser schwer weich kochen, und die Herstellung von verschiedenen Getränken, wie Kaffee, Tee usw., erschwert wird.

Eine hervorragende Bedeutung hat die *Enthärtung* des Wassers besonders für Kesselspeisezwecke¹⁾. Harte Wässer sind infolge Steinbildung schädlich. Die Härte eines Wassers, die bekanntlich durch Kalk- und Magnesiaverbindungen bedingt wird, sollte am besten für Kesselspeisezwecke unter 6° (deutsche Grade) betragen. 1 deutscher Härtegrad ist gleich 10 mg CaO (Kalk) oder 7,1 mg MgO (Magnesia) in 1 l Wasser. — Für die *Enthärtung* sind heute hauptsächlich drei Verfahren in Gebrauch: 1. das *Kalk-Sodaverfahren*, 2. das *Reisertsche Barytverfahren* und 3. das *Ganssche Permutitverfahren*. Die Reinigung des Wassers geschieht am besten außerhalb des Dampfkessels.

Das *Kalk-Sodaverfahren* ist das älteste, ist billig und hat sich in der Praxis im allgemeinen gut bewährt. Zweckmäßig wird die Reinigung in besonderen Apparaten mit dem vorgewärmten Wasser vorgenommen, weil hierdurch die Enthärtung des Wassers vollkommener ist.

Das *Reisertsche Barytverfahren* empfiehlt sich namentlich bei hoher Gipshärte des Wassers. Der ziemlich hohe Preis sowie die Giftigkeit der Barytverbindungen sind aber bei dieser Art der Reinigung von Nachteil.

Das jüngste in der Praxis angewandte Reinigungsverfahren ist die Behandlung des Wassers mit Permutit nach *R. Gans*²⁾, es wird bereits vielfach mit Erfolg benutzt. Das *Permutit* ist eine komplizierte, zusammengesetzte, chemische Verbindung aus Natrium- und Aluminiumverbindungen mit Kieselsäure. In der Natur kommen diese Stoffe vor als *Zeolithe*. Permutit ist der Name für das künstlich durch Schmelzen von Aluminiumsilikaten mit Soda hergestellte Produkt. Die Permutite haben die merkwürdige Eigenschaft, daß, wenn man ein kalk-, magnesia-, mangan- oder eisenhaltiges Wasser durch sie hindurchfiltriert, sie diese Basen durch Umtausch aufnehmen und dafür eine äquivalente Menge Natrium an das Wasser abgeben. Zur Regeneration der Filter dient Kochsalzlösung. Im Gegensatz zu

den beiden anderen Enthärtungsverfahren, welche beide gleichmäßig im allgemeinen nur bis auf etwa 3 bis 4 deutsche Grade enthärten können, erreicht man beim Permutitverfahren bei sorgfältigem Betriebe die Enthärtung des Wassers bis auf 0 Grade. Ein weiterer Vorzug liegt ferner darin, daß hier jegliche Dosierung wegfällt. Bei Wässern mit schwankender chemischer Zusammensetzung, ist das Permutit deshalb besonders geeignet. Enthält das zu reinigende Wasser viel Karbonate des Calciums und Magnesiums, so enthält das enthärtete Wasser eine entsprechende Menge von Soda. Da nun ein größerer Überschuß von Soda im Dampfkessel störend ist (z. B. kann hierdurch „Spucken“ der Lokomotiven leicht hervorgerufen werden), so ist zur Vermeidung dieses Übelstandes ein häufiges Abblasen der Kessel erforderlich.

Über die sonstigen Anforderungen, die man an ein Wasser zum Kesselspeisen zu stellen hat, sei auch folgende Literatur noch empfohlen: *H. Bunte* und *P. Eitner*, Kesselspeisewasser und dessen Reinigung in *G. Eckermann*, Berichte über Kesselstein-Geheimmittel, Hamburg 1905 und *L. E. Andés*, Der Kesselstein, seine Entstehung und Verhütung, Wien und Leipzig 1910.

Einfluß des Eises auf die Ausgestaltung der Hochgebirgstäler.

Von Dr. A. Mahlke, Hamburg.

Im Anschluß an einen Vortrag *Distels* über die *Entstehung der Hochgebirgstäler* auf dem Geographentag zu Innsbruck Ende Mai 1912 hat sich eine von mehreren Seiten eifrig betriebene Diskussion entwickelt. Da bei der Bildung der Täler drei Faktoren, Eis, Wasser und Verwitterung mitgewirkt haben, so ist es schwierig, die Wirkung jedes einzelnen dieser Faktoren genau zu bestimmen und über die Grenzen dieser Wirkungen müssen leicht Meinungsverschiedenheiten entstehen. So wird z. B. angenommen, daß die im allgemeinen U-förmige Gestalt der Täler durch Ausmündung seitens des Eises

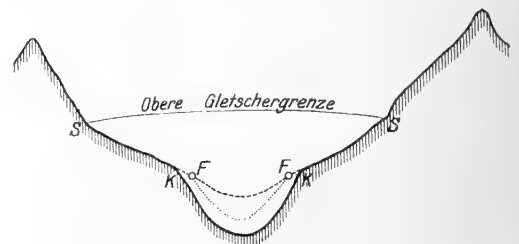


Fig. 1.

aus V-förmigen Tälern hervorgegangen sei. Von anderer Seite wird dagegen behauptet, daß der Talgrund der V-Täler durch Schutt ausgefüllt und so abgerundet sei. Die Talformen sind aber in der Regel noch komplizierter, wie Fig. 1 zeigt. Besonders auffallend sind die einspringende Kante *S* der Schlißkehle und die vorspringende Kante *K* des Taltröges, der die Bodenrinne des Tales bildet. *Penck* führt das Einsetzen der starken Erosion bei *S* auf die Lockerung des Gesteinsgefüges am Gletschersaum zurück, den Trog aber auf eine maximale Steigerung der Erosionskraft des eiszeitlichen Eisstromes am Orte der größten Eismächtigkeit. Er weist darauf hin, daß der Taltrög der Alpen jünger ist, als der

¹⁾ Vergl. a. *E. Heidepriem*, Die Reinigung des Kesselspeisewassers. 2. Aufl. Berlin 1909.

²⁾ Vergl. Wasser u. Abwasser, Bd. 1, 1909, S. 493 u. Bd. 5, 1912, S. 113.

präglaziale Talböden ($F-F$ gestrichelt) und auf seiner ganzen Erstreckung darin eingebettet ist. *Stiny* dagegen behauptet, daß nicht alle einst vergletscherten Täler Trogform zeigen, daß andererseits aber Taltröge in nie vergletschert gewesenen Gebieten vorkommen. Der Taltrög soll nach ihm kein aus der Eiszeit überkommenes Merkmal unserer Alpentäler sein, sondern seine Bildung unter viel allgemeineren Bedingungen zustande kommen, wie Ablagerung genügender Schuttmassen, vergleichsweises Stillliegen des Tiefenschurfes u. dergl. m. Nach *Distel* wurde der Taltrög als fluviatiler Einschnitt bereits präglazial angelegt, indem in den alten Talböden vor der großen Vereisung eine fluviatile Kerbe eingeschnitten wurde ($F-F$ punktiert). Die Gletscher fanden dann im Querschnitt die ausspringende Kante F vor, in der sich die Gehänge der fluviatilen Rinne mit dem alten Talboden verschnitten. Diese Rinne bildete die Anlage des Troges, der durch Verbreiterung und Vertiefung sein heutiges Aussehen erhielt. Nach *Philippson* ging die Bildung des Taltroges in der durch Fig. 2 angedeuteten

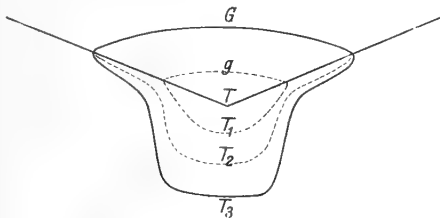


Fig. 2.

Weise vor sich, indem sich der Gletscher von g nach G aufhöhte und den Trög von T_1 nach T_3 weiter einschnitt. Wenn einmal bei beginnender Vereisung ein Taltrög am Boden eines präglazialen Tales angelegt ist, so hat er die Tendenz sich immer tiefer im Verhältnis zu sämtlichen Teilen der Schulter einzugraben und sich so von selbst zu dem bekannten Querprofil des glazialen Tales auszuwachsen. In Gegensatz zu diesen Anschauungen behauptet *v. Drygalski* auf Grund seiner Beobachtungen an den Grönlandgletschern, daß das Eis nicht in die Tiefe graben könne. Hiernach soll die Talrinne durch das Gletschereis nicht vertieft, wohl aber dadurch verbreitert worden sein. Auch in Grönland wirkt das Eis am Boden der Gletscher von der Mitte nach den Seiten hin; es ist also imstande, die Täler seitwärts auszuweiten. *v. Drygalski* bezeichnet die Trogtäler deswegen als glaziale Umformungen präglazialer Täler. (*Peterm. Mitt.* 58, 8, 125, 247, 277, 328 und 329, 1912.)

Einige der im vorstehenden angeführten Meinungsdivergenzen lassen sich beseitigen, wenn man sich klar zu machen versucht, wie eigentlich das Eis auf das Felsgestein zu wirken vermag. Das Wasser greift die Felswände an durch sein Lösungsvermögen, indem es sie auslaugt, und durch die lebendige Kraft seiner Bewegung. Beide Wirkungsarten fallen beim Eise fort. Es vermag das Gestein nicht auszulaugen, da es nicht in die Poren und Risse eindringen kann, und da seine Bewegung eine äußerst langsame ist, besitzt es auch keine lebendige Kraft, um das Gestein zu zertrümmern. Ferner ist auch der Druck des Eises an sich unwirksam. Da es nämlich unter dem Drucke plastisch wird, so kann es auf den harten Fels ebenso wenig einwirken wie etwa Wachs auf Holz. Es ist daher mit Recht von verschiedenen Seiten behauptet worden, daß das

Gletschereis selbst die Felsen nicht angreife, sondern darauf konservierend wirke, da es sie vor Verwitterung schütze.

Um einen Einfluß des Eises auf die Talwände zu ermöglichen, muß noch etwas anderes hinzukommen. Dieses unbedingt erforderliche Agens sind die Gesteinsbrocken und das Schuttmaterial, das der Gletscherstrom mit sich führt. Indem in die Unterschicht des Eises Felsgesteine eingebettet werden, graben diese beim Fortschreiten des Gletschers sich in den Talboden ein, wie die Bohrdiamanten eines Erdbohrers in den Felsengrund. Der Schaft des Erdbohrers wäre an sich nicht imstande, in den harten Boden einzudringen. Erst indem er als Fassung für die Bohrdiamanten dient, vermag er in die Tiefe zu dringen. Ebenso kann das Eis allein den Talboden nicht ausschürfen. Dies ermöglichen erst die harten scharfkantigen Gesteine der Grundmoräne, welche das Eis umfaßt und in den Grund hineinpreßt.

Eine weitere Analogie zur Wirkung des Eises bildet die Tatsache, daß man Glas mit Kupferplatten schleift, indem man Schmirgelpulver darauf streut. Die Schmirgelkörner betten sich in die weiche Oberfläche des Kupfers ein und so kann das weiche Kupfer mittels dieser Körner die harte Oberfläche des Glases ritzen und wegschleifen. Den gleichen Dienst leisten die Felstrümmer dem Eise beim Ausgraben des Gletschertales.

Nun ist auch zu erklären, warum die Wirkung des Eises auf den Talgrund eine so ungleichmäßige ist, indem es einerseits den Taltrög $F-F$ weggräbt und andererseits die Schliffkehle S ausschleift (Fig. 1). Diese Tatsache, die *v. Drygalski* gegen die ausgestaltende Wirkung des Eises auf die Täler anführt, beruht darauf, daß das Eis nur dort die Täler umzuformen vermag, wo ihm Gesteinschutt für diesen Zweck zur Verfügung steht. Dies ist zunächst die Talsohle, auf welche die Felstrümmer hinabgleiten und so den Taltrög ausschürfen helfen, und sodann der Gletschertrand, welcher die von den Talwänden auf den Gletscher herabfallenden Felstrümmer als Seitenmoräne mit sich führt. Soweit das Eis dagegen steile Felswände bedeckt, sinken an diesen die Felsbrocken durch ihre Schwere herunter, sodaß das Eis an ihnen keine Erosion ausüben kann, und sie als Seiten des Taltroges stehen bleiben.

Wenn ferner in einem Tal der Gletscher über den Kamm auf beiden Seiten hinausragt, so ist das ganze Tal gegen Verwitterung geschützt. Der Gletscherstrom kann dann keine Gesteinsbrocken mit sich führen und deswegen auch das Tal nicht weiter ausgraben. So kann es kommen, daß ein in der Eiszeit vergletschert gewesenes Tal die charakteristische Form des Taltroges nicht aufweist. Vielleicht ist dies auch die Ursache, daß in Grönland ein Tieferausgraben des Bodens durch das Eis nicht stattfindet, da hierfür bei der seit Jahrtausenden bestehenden Vergletscherung nicht genug Verwitterungsmaterial vorhanden sein mag.

Besprechungen.

Kronacher, C., Grundzüge der Züchtungsbiologie für Studierende der Landwirtschaft, Veterinärmedizin und für Züchter. Berlin, P. Parey, 1912. XVI, 323 S., 95 Abbild. u. 9 farb. Taf. Preis geb. M. 13,—.

Ein für den gesetzten Zweck geradezu ausgezeichnetes Buch. Wer die vielen Leitfäden und Lehrbücher der Züchtungskunde kennt, die den Studenten der einschlägigen Wissensgebiete zugemutet werden, jene Schulbücher, die ihre billige Oberflächlichkeit unter dem Deckmantel „aus der Praxis für die Praxis“ notdürftig verhüllen und dabei auf die Wiedergabe von an sich interessanten Theorien als Nebensächlichkeiten verzichten, um „die in der Praxis erwiesenen“ Erfahrungssätze eintönig wiederholter Art zu verschleißen, dem wird das Buch von *Kronacher* eine besondere Genugtuung gewähren. Es ist hoch an der Zeit, daß die studierende Jugend mit allem Nachdrucke darauf hingewiesen werde, daß die landwirtschaftliche Tierzucht nur in engstem Anschlusse an die Biologie ersprießlich weiter entwickelt werden kann. Einzig und allein von solchen Gesichtspunkten aus kann sie auf eine zeitgemäße und rationelle Basis gebracht und befähigt werden, aus ihrem dürren Dogmatismus herauszutreten und selbst wieder fördernd für die biologische Wissenschaft werden.

Ungeachtet des überall hervortretenden Bestrebens nach äußerster Knappheit und nach der für ein Lehrbuch unerläßlichen „mittleren Linie“ ist das Buch *Kronachers* vor allem dadurch ausgezeichnet, daß die Definitionen der biologischen Grundbegriffe eine etwas breitere Besprechung aus der Einsicht heraus erfahren, daß sich die höchst komplizierten Gesetze der Lebenserscheinungen nicht mit wenigen Schlagworten abhandeln lassen, ohne an ihrer Verständlichkeit zu leiden.

Nach einer kurz gefaßten Übersicht über die dem Studenten notwendigen Grundzüge der Physiologie der Fortpflanzung wird im 2. Kapitel, das den größten Teil des Buches einnimmt, die Vererbung in besonders eingehender Weise behandelt. Verfasser betont eindringlich, daß ungeachtet des Zusammenwirkens von Spekulation, Beobachtung und Experiment bis heute noch lange keine festen Normen für die Vererbungsgesetze, für ihre Anwendung und wirtschaftliche Ausnützung bestehen. Alles ist im Flusse, führt Autor aus, nirgends mehr als auf dem Gebiete der Biologie und speziell auf dem der Vererbungslehre. In gleich gründlicher Weise werden Anpassung, Fortpflanzung und Züchtung abgehandelt. Die zahlreichen Textfiguren sind sehr schön, die beigegebenen 9 Farbtafeln mustergültig zu nennen. — Bei dem sehr mäßigen Preise und der vorzüglichen buchhändlerischen Ausstattung kann das Buch nur bestens empfohlen werden.

H. Daxler, Prag.

Tschulok, S., Entwicklungstheorie, Darwins Lehre, gemeinverständlich dargestellt. Stuttgart, J. W. Dietz Nachf., 1912. VI, 312 S. u. 49 Textfig. Preis brosch. M. 2,50, geb. M. 3,—.

Tschuloks Buch wendet sich offenbar vorwiegend an die Arbeiterbevölkerung, der die großen Grundlinien der Entwicklungslehre dargelegt werden sollen. Es ist für diesen Zweck recht gut geschrieben, die Sprache erinnert in ihrer Klarheit und suggestiven Kraft nicht selten an die besten Stellen aus *Bölsches* populären Büchern. Besonders gut ist das erste Buch gelungen: „Wie wir zur Entwicklungstheorie gelangen.“ Es führt von einer Gegenüberstellung der Organisation von Tier und Pflanze zur Darlegung des beiden Gemeinsamen, des Protoplasmas. Dessen Bau und Anordnung in Individuen führt auf die Entstehung der Einzelwesen aus einander. Von hier aus entwickelt sich

der Verwandtschaftsbegriff und die systematische Einteilung. Die Frage nach der Entstehung dieser Mannigfaltigkeit führt auf die Erdgeschichte und die Entwicklung der Paläontologie, die Katastrophenlehre oder die allmähliche Umformung. Im zweiten Buche: „Was uns durch die Entwicklungstheorie erklärt wird“, folgen kurz die wichtigsten Beweise für die Entwicklungstheorie: Entwicklungsreihen der Huftiere, rudimentäre Organe, Zahnreihen, Inselformen und geographische Verbreitung. Das dritte Buch: „Wonach wir auf Grund der Entwicklungstheorie forschen“ mußte naturgemäß in vielen Punkten sehr oberflächlich gehalten werden, da hier viele Probleme berührt werden, die noch im Fluß sind, wie z. B. Mutation, Adaptation, Vererbung erworbener Eigenschaften usw. Zum Schluß wird die Anwendung der entwickelten Theorie auf den Menschen relativ ausführlich erörtert. Die Schlußbetrachtung gibt einerseits eine Darlegung der Bedeutung der Entwicklungstheorie für unsere Naturanschauung, außerdem eine Skizze von *Darwins* Lebenslauf.

Über einzelne Punkte theoretischer Darlegungen oder kleine Fehler in der Ausführung von Tatsachen (z. B. beim Kapitel der Beeinflussung des Keimplasmas Seite 238 und 239) mit dem Verfasser zu rechten, ist bei einem Werk dieser Art wohl nicht am Platz. Dagegen muß erwähnt werden, daß sich an vielen Stellen die politische und kirchenfeindliche Parteilichkeit des Verfassers sehr stark bemerkbar macht. Die Gelegenheit dazu wird öfters recht an den Haaren herbeigezogen (Seite 190, 191, 207, 231! 254! usw.). Das Buch gemahnt dadurch etwas an die Schreibart der „Kraft- und Stoff“-Zeit, was heutzutage wohl nicht mehr unbedingt als Vorzug empfunden werden dürfte.

O. Steche, Leipzig.

Schaeffer, C., Biologisches Experimentierbuch zum selbständigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde. Leipzig und Berlin, G. B. Teubner, 1910. 272 S. 8°. Preis M. 3,50.

Während an physikalischen und chemischen Experimentierbüchern kein Mangel ist, ist der Versuch, auch biologische Erscheinungen der experimentierenden Tätigkeit der Schüler zu erschließen, in dem Umfang, wie in dem vorliegenden Buch — dem 18. Bande der von *B. Schmid* herausgegebenen Naturwissenschaftlichen Schülerbibliothek — noch nicht gemacht worden. Daß aber eine große Anzahl einfacher biologischer Versuche ebensogut, wie chemische und physikalische den Gegenstand häuslicher Privatbeschäftigung „mittlerer und reiferer Schüler“ bilden können, ist wohl nicht zu bestreiten. Der Versuch, eine für diese Zwecke geeignete, nicht zu eng begrenzte Auswahl zu treffen, die, von einfachen Vorgängen ausgehend, allmählich in die verschiedenen Probleme hineinführt, ist daher sehr beachtenswert, und Referent glaubt, daß die hier gegebene Zusammenstellung auch solchen Naturfreunden, die schon der Schule entwachsen sind, vielfach willkommen sein wird.

Da es sich in erster Linie um möglichst einfache Versuchsanordnungen handelt, so ist es begreiflich, daß der Verfasser den größten Raum botanischen Experimenten und Beobachtungen zugewiesen hat. Einmal sind die hier besprochenen einfachen Versuche über Quellung und Entwicklung der Samen, Aufnahme und Herkunft der Nährstoffe, Bewegung und Wachstum, Wirkung von Licht, Wärme und Schwerkraft größtenteils so leicht und mit so einfachen Mitteln auszuführen, das Material auch für den Bewohner der Großstadt so leicht zu erhalten, daß gerade diese sich besonders gut zu einer Einführung in die biologische Experimentierkunst eignen, dann aber fallen auch manche Bedenken, die dem Tierexperiment gegenüber erhoben werden könnten — wie z. B. die Mög-

lichkeit einer Tierquälerei — ohne weiteres fort. Neben zahlreichen Versuchen, die seit Jahrzehnten den eisernen Bestand der Universitätsvorlesungen und pflanzenphysiologischen Übungen bilden, ist auch eine Reihe anderer, vom Verfasser wohl gelegentlich im eigenen Unterricht erprobter, der Fassungskraft der Schüler angepaßter Beobachtungsübungen eingeschaltet, wie denn überhaupt nicht alles, was das Buch bietet, im strengen Sinne des Worts Experimente sind; vielmehr hat *Schaeffer* — und mit vollem Recht — auch vielfach zum Beobachten im Garten und in der freien Natur angeregt. Auf diesem Wege hätte der Verfasser wohl noch weiter gehen können, indem zur Ergänzung z. B. der über Licht- und Wärmewirkung handelnden Experimente Anleitungen zu phänologischen Beobachtungen im Freien gegeben wären, die Schüler zur Anlegung eines Beobachtungstagebuchs etwa über den Zeitpunkt des Austreibens der Blattknospen, der Blütenentfaltung, der Fruchtentwicklung bestimmter in der Nähe ihrer Wohnung befindlicher Bäume oder anderer Pflanzen in aufeinanderfolgenden Jahren, an verschiedenen Standorten usw. angeregt würden. Auch regelmäßige Beobachtungen über die Entwicklung von Topfpflanzen, die Reihenfolge der Blütenentfaltung an Pflanzen mit verschiedenen Blütenständen usw. dürften noch ein reichhaltiges Material bieten, und im Anschluß an die so gewonnene Kenntnis des normalen Entwicklungsganges würden dann die durch experimentelle Eingriffe — wie z. B. das „Treiben“ der Pflanzen im warmen Zimmer, die Wirkung der Nahrung auf die Blütenentwicklung und den Fruchtansatz, die Folgen des Entfernens gewisser Knospen, Zweige usw., wie der Verfasser sie hier bespricht, besonders lehrreich sein. Es fehlt an Hinweisen auf die normalen, natürlichen Verhältnisse in *Schaeffers* Buch durchaus nicht ganz, aber ich glaube, nach dieser Richtung könnte vielleicht in einer neuen Auflage noch mehr geschehen.

In den den Tropismen gewidmeten Kapiteln (5—7) könnte meines Erachtens in der Terminologie etwas gespart werden. So scheinen mir die Beziehungen Diageotropismus, Transversalgeotropismus in einem Buch wie dem vorliegenden entbehrlich. Der Schüler ist, bei dem Überwiegen des Sprach- und Verbalunterrichts auf allen Schulen, ohnehin schon zu leicht geneigt, ein Wort für eine Erklärung zu halten. Inwieweit die Schüler mit den auf Seite 83 und 101 angegebenen Präparationen der lichtsammelnden und statischen Organe der Pflanzen zurecht kommen werden, bleibe dahingestellt. Es ist aber kein Fehler, wenn ein solches Buch mehr bringt, als jeder Durchschnittsschüler verarbeiten kann. Zusammenfassend wird man über den botanischen Teil des Buches wohl sagen können, daß er viele für Schüler gut ausführbare und lehrreiche Versuche und Beobachtungen enthält.

Schwieriger war die Aufgabe, auch auf zoologischem Gebiet ein ähnliches Material zusammenzubringen. Die physiologischen Vorgänge im Tierkörper lassen sich bei der hier gebotenen einfachen Anordnung durchaus nicht alle so leicht experimentell untersuchen, wie dies auf botanischem Gebiete der Fall ist. Dieser Teil des Buches gibt daher erklärlicherweise mehr als der botanische zu Bemerkungen Anlaß. Zunächst erscheint es bei der großen Kompliziertheit tierischer Lebensäußerungen geboten, vor allem nur solche Beobachtungen auszuwählen, die dem Schüler einen Einblick in die natürlichen, normalen Lebensverhältnisse geben. Dahin gehört meines Erachtens z. B. nicht das Verhalten von Paramaecien gegen Salzsäure und die Versuche über Widerstreit zwischen verschiedenen „Tropismen“, da hier zum Teil Fragen ins Spiel kommen, die einer raschen Entscheidung durch „kurzfristige“ Versuche nicht zugänglich sind. Dies letzte Bedenken trifft auch für das Gebiet der Tier-

psychologie zu. Ich halte solche kurzen Sätze, wie z. B. auf Seite 190 über das Verhalten der Daphnien gegen Lichtstrahlen: „sie haben einfach den Instinkt, der Lichtquelle das Hinterende zuzukehren“, für bedenklich. Die ganze Instinktfrage ist durchaus nicht einfach; und hier, wie schon oben bei den Tropismen hervorgehoben, ist die Gefahr, Worte für Erklärungen zu halten, groß. Für ein Experimentierbuch würde ich es vorziehen, bei der Beobachtung der Tatsachen zu bleiben und vielleicht am Ende eines solchen Beobachtungen gewidmeten Kapitels auf das *Problem*, das hier steckt, aber *der Lösung noch harrt*, hinzuweisen. Dies gilt auch für einen Teil der Ameisenversuche. Daß — wie Seite 219 angegeben — die Ameisen in einem gegebenen Fall sich anders verhalten, als es der Beobachter erwartet, beweist nichts für und nichts gegen ihre Intelligenz. Auch dürfte noch zweifelhaft sein, ob dies Experiment bei jeder Wiederholung gleich verläuft. Dieses ganze Kapitel leidet meines Erachtens an dem Fehler, daß aus wenigen Beobachtungen zu weit gehende Schlußfolgerungen abgeleitet werden. So wichtig die Anleitung der Schüler zum Beobachten und eigener praktischer Tätigkeit ist, so muß doch sorgfältig vermieden werden, dadurch den Glauben zu erwecken, daß eine oder wenige Beobachtungen genügen, ein großes und schwieriges Problem — und zu diesen gehört das Intelligenzproblem — endgültig zu lösen. Auch die Versuche über den Heliotropismus der Insektenlarven berühren ein noch umstrittenes Gebiet. *Loebs* Deutungen sind gerade hier nicht ohne Widerspruch von sorgfältigen Beobachtern geblieben. Im ganzen bieten die zoologisch-biologischen Kapitel noch ein etwas heterogenes Gemisch sehr verschiedenartiger Dinge, im Gegensatz zu der klaren Disposition, die in den botanischen Abschnitten herrscht. Es soll dies keine abfällige Kritik sein, denn es sei nochmals betont, daß hier, wo Vorarbeiten ähnlicher Art noch spärlich sind, die Aufgabe auch viel schwieriger ist, als auf botanischem Gebiet.

Die beiden letzten Kapitel bringen einige Versuche aus der Physiologie der Menschen und der höheren Tiere. Sie beziehen sich auf Atmung, Blutkreislauf, Verdauung und Sinnesorgane. Auch die pflanzliche Atmung hat hier ihre Stelle gefunden.

R. v. Hanstein, Groß-Lichterfelde.

Bohn, G., Die neue Tierpsychologie. Autor. deutsche Übersetzung von R. Thesing. Leipzig, Veit & Co., 1912. 182 S. 8°. Preis M. 3,—.

Aufgabe der wissenschaftlichen Tierpsychologie ist eine möglichst weitgehende Analyse der von den Tieren ausgeführten Handlungen, Aufsuchung einfacher Elemente in komplizierten Tätigkeiten und — soweit zugänglich — Zurückführung auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten. In dieser Auffassung des Zieles befindet sich der Verfasser in Übereinstimmung mit zahlreichen Forschern, die zurzeit auf diesem Gebiete tätig sind. Auch die Forderung, solche Fragen, die einer objektiven wissenschaftlichen Entscheidung nicht zugänglich sind, wie z. B. die Frage, ob und inwieweit die Tiere „bewußt“ oder „willkürlich“ handeln, von der Erörterung auszuschließen, ist schon von anderer Seite erhoben. *Bohn* geht noch weiter und möchte auch das Wort Instinkt ganz vermieden sehen, weil eine klare wissenschaftliche Definition sich auch für dieses Wort nicht geben lasse und wir dadurch nicht in der Erkenntnis der psychischen Vorgänge gefördert werden. Unter Zustimmung zu einem Ausspruch von *Bergson* erklärt der Verfasser es für irrtümlich und irreführend, in den einfachen Reaktionen der Pflanzen und der niederen Tiere, den Instinkthandlungen und der Intelligenz Entwicklungsgrade des gleichen Geschehens sehen zu wollen,

während es sich in der Tat um dem Wesen nach verschiedene Vorgänge handele. So gliedert *Bohn* seine Darstellung in drei Abschnitte, deren erster die Lebenstätigkeiten der niederen Tiere, der zweite die Instinkte der Gliedertiere und der dritte die psychischen Vorgänge bei Wirbeltieren zum Gegenstande hat.

Wie schon in seinen früheren einschlägigen Arbeiten, namentlich in seiner vor einigen Jahren erschienenen „Entstehung des Denkvermögens“, erklärt sich *Bohn* als überzeugter Anhänger der Loebischen Tropismenlehre und der von diesem Forscher versuchten Zurückführung der Tropismen auf physikalisch-chemische Reaktionen. Ohne die wissenschaftliche Berechtigung und den heuristischen Wert der geistreichen Theorien *Loeb*s verkennen zu wollen, wird man diese aber doch einstweilen nur als hypothetische ansehen können, da die von ihm angenommenen chemischen Vorgänge direkter Beobachtung noch nicht zugänglich sind. Wenn *Bohn* also im Verlauf seiner Darstellung mehrfach von diesen Vorgängen als von bewiesenen Tatsachen spricht — so z. B. auf der letzten Seite: „daß man sie (die Tropismen) leicht als bedingt von den Gesetzen des chemischen Gleichgewichts aufweisen kann“ —, so ist dies zurzeit doch noch nicht berechtigt. Weiterhin ist der von *Loeb* und *Bohn* eingeführte Begriff der „Unterschiedsempfindlichkeit“ nicht hinlänglich klar, und vor allem ist bloße Unterschiedsempfindlichkeit wohl kaum ausreichend, um alle von *Jennings* u. a. beschriebenen Reaktionshandlungen niederer Tiere zu erklären; es sei nur an das von *Jennings* beobachtete verschiedene Verhalten von Hydren bei wiederholter Reizung durch Karminpulver erinnert. Volle Zustimmung muß aber dem Verfasser gezollt werden, wenn er den Begriff des Tropismus streng begrenzt, auf die von *Loeb* selbst gegebene Definition zurückführt und der kritiklosen Deutung vieler Handlungen höherer Tiere als Tropismen nachdrücklich widerspricht. Schon im Bereich der niederen Tiere beobachtet man Handlungen, die auf ein assoziatives Gedächtnis schließen lassen. Im Leben der Gliedertiere spielt dies schon eine große Rolle. Die Bedenken mancher Autoren — *Bethe*, *Ziegler* u. a. — niederer Tieren, einschließlich der Arthropoden, Empfindung zuzuschreiben, teilt *Bohn* nicht, wenn auch ein sicheres Merkmal für eine solche nicht immer zu finden ist. Sehr zutreffend ist es, wenn der Verfasser hervorhebt, daß eine Empfindung durchaus nicht immer eine Bewegungsreaktion zur Folge zu haben braucht. In manchen Fällen läßt sich die Empfindlichkeit eines Tieres gegen bestimmte Reize auf assoziativem Wege nachweisen. Um seinen Standpunkt genau zu kennzeichnen, sei betont, daß der Verfasser die Frage des Bewußtseins hierbei völlig unentschieden läßt, daß er das Wort „Empfindung“ wesentlich im Sinne von „Reizbarkeit“ gebraucht; er versteht unter Empfindungen „gewisse Prozesse im Nervensystem, die sich uns durch die Handlungen der Tiere offenbaren“. *Bohn* analysiert nun verschiedene instinktive Handlungen der Insekten — das „Sichtotstellen“, die Rückkehr ins Nest, das Aufsuchen der Nahrung, die aktive Mimikry und die sozialen Instinkte und vergleicht sie mit den Tropismen und den durch „Unterschiedsempfindlichkeit“ bedingten Handlungen niederer Tiere. Während er in dem an erster Stelle genannten Verhalten noch alle Merkmale der „Unterschiedsempfindlichkeit“ findet, lassen sich die übrigen Instinkte, wie *Bohn* unter Anführung einer Anzahl von verschiedenen Forschern beobachteter Tatsachen darlegt, nur durch Mitwirkung von Assoziationen erklären. Die Instinkte erscheinen ihm daher als „Komplexe von teils einfachen, teils komplizierten, teils ererbten, teils individuell erworbenen Tätigkeiten, die alle bedingt sind von den

diversen — mehr oder minder selbständig vererbten — Eigenschaften der lebenden Substanz“. Ebenso wie die übrigen Organisationsmerkmale werden auch diese im Sinne der Mendelschen Regeln vererbt; sie brauchen durchaus nicht alle für das Individuum vorteilhaft zu sein; eine Selektion findet nur in dem Sinne statt, daß direkt schädliche Instinkte allmählich ausgemerzt werden. Die assoziativen Vorgänge bleiben bei den Arthropoden, denen der hochentwickelte Nervenapparat der höheren Wirbeltiere noch fehlt, auf relativ niedriger Stufe. Die von vielen Beobachtern den Insekten zugeschriebene „Aufmerksamkeit“ und „Abstraktionsfähigkeit“, die z. B. eine Grabwespe noch weiter graben läßt, wenn ihr der Kopf abgeschnitten wurde, ist, wie *Bohn* ausführt, nicht ein Zeichen hochentwickelter, sondern im Gegenteil wenig entwickelter Assoziationsfähigkeit. „Ich glaube vielmehr, daß die inneren Empfindungen, welche eine Tätigkeit begleiten, das Tier verhindern, äußere Reize zu finden“ (soll wohl heißen: „zu empfinden“).

Zu den Wirbeltieren übergehend, betont der Verfasser zunächst, unter Hinweis auf die wichtigen Ergebnisse der Arbeiten von *Edinger*, daß die anatomische Erforschung des Nervensystems wohl instande sei, auch der Tierpsychologie wichtige Stützen zu geben. Weiterhin erörtert er die verschiedenen Methoden, die die experimentelle Psychologie der Wirbeltiere in den letzten Jahren gezeitigt hat, namentlich verweilt er bei den Versuchen *Paulows* und seiner Schüler, durch die Beeinflussung der Speichelsekretion mittels assoziativer Reize einen direkten Nachweis für psychische Vorgänge zu führen. Auch die verschiedenen Methoden der Einübung — Labyrinth, Vexierkasten, Nachahmungsverfahren, Dressur — werden besprochen. Mit Recht betont *Bohn*, daß bei der Auswahl der Versuchstiere und den zu stellenden Aufgaben auf die Lebensweise der Tiere Rücksicht genommen werden muß, daß keine Handlungen verlangt werden, die außerhalb der natürlichen Lebenssphäre der Tiere liegen. Dieser Forderung entsprechen nach Auffassung des Referenten die Versuche *Lubbocks* mit seinem Pudel, sowie die von verschiedenen Beobachtern angestellten Versuche, die Tiere zählen zu lassen, nicht. Auch für die entwickelten Assoziationsvorgänge in der Großhirnrinde der höheren Wirbeltiere gilt es gesetzmäßige Beziehungen aufzusuchen, indem man sie in einfache Vorgänge zu zerlegen sucht, wie dies z. B. *Orbéli* für bestimmte Fälle versucht hat. „Die Intelligenz entsteht aus der Wechselwirkung zwischen den Assoziationen und diese entsprechen mehr oder minder dauernden chemischen Veränderungen der Großhirnrinde. Die Intelligenz ist demnach ein Reservat der Wirbeltiere.“

Auch wer den Standpunkt des Verfassers nicht durchweg teilt, wird aus seinen Ausführungen vielfach Anregung schöpfen. Es ist daher verdienstlich, daß die kleine Schrift in trefflicher Weise ins Deutsche übertragen wurde. Der Vorschlag des Verfassers, den wegen seiner vielfach verschiedenen Anwendung leicht irreführenden Ausdruck „Instinkt“ ganz fallen zu lassen, hat viel für sich; auch die Forderung des Aufsuchens möglichst vieler bestimmter Gesetzmäßigkeiten auf psychischem Gebiet wird immer wieder erhoben werden müssen, um für die Theorie feste tatsächliche Unterlagen zu schaffen. Ganz wird man dabei aber die Frage nach Willen und Bewußtsein nicht ausschalten können. Daß das Bewußtsein „auf den Gang der Intelligenz nicht mehr und nicht weniger Einfluß“ habe, als die Nachlampe, die das Zifferblatt, beleuchtet, auf den Gang des Uhrwerkes, ist doch in dieser Allgemeinheit nicht richtig; auch vermögen *Paulows* schöne Versuche nicht, den „Willen“ der früheren Philosophen „gänzlich zu be-

seitigen“. Was experimentellem Nachweis zurzeit nicht zugänglich ist, kann deswegen doch vorhanden und wirksam sein. Auf einige weitere anfechtbare Stellen wurde schon weiter oben hingewiesen.

R. v. Hanstein, Gr. Lichterfelde.

Pringsheim, Ernst G., Die Reizbewegungen der Pflanzen. Berlin, Julius Springer, 1912. VIII, 326 S. u. 96 Abbild. Preis M. 12,—, geb. M. 13,20.

Pringsheims Buch wird von allen jenen mit Freude begrüßt werden, die auf dem Gebiete der pflanzlichen Reizphysiologie arbeiten. Denn es enthält nicht nur, wie der Verfasser eingangs betont, eine Einleitung in die genannte Wissenschaft, sondern eine ziemlich vollständige Zusammenfassung des Gegenstandes in klarer Form und übersichtlicher Anordnung. So wird das Buch besonders für jene Studierenden wertvoll werden, die sich mit reizphysiologischen Fragen beschäftigen wollen, und die erst einer Gesamtdarstellung des Gegenstandes bedürfen, bevor sie mit dem richtigen Verständnis in die oft nicht ganz leicht faßliche Spezialliteratur eindringen können. Ferner werden jene Botaniker und überhaupt Naturforscher gern nach dem Buche greifen, die auf anderen Spezialgebieten arbeiten und denen es bei der großen Zerstreutheit und dem raschen Anwachsen der reizphysiologischen Literatur nicht möglich war, die Arbeiten der letzten Zeit genauer zu verfolgen. Hat doch kaum ein Zweig der Botanik in den letzten Jahren einen solchen Aufschwung genommen, wie das Studium der Reizbewegungen der Pflanzen!

Nachdem der Verfasser dem pflanzlichen Bewegungsvermögen im allgemeinen ein Kapitel gewidmet hat, beginnt er mit der Darstellung der durch die verschiedenen Einflüsse der Außenwelt veranlaßten Bewegungen. Als Einteilungsprinzip dienen ihm die Reizanlässe, das heißt jene Außenfaktoren, welche das Bewegungsvermögen der Pflanzen in bestimmte Bahnen lenken. So werden zuerst alle durch den Einfluß der Schwerkraft hervorgerufenen Reizbewegungen besprochen, dann die durch das Licht bewirkten Erscheinungen, schließlich die Folgen mechanischer und chemischer Reizung. Diese Einteilung des Stoffes ist zweifellos eine sehr praktische — doch hat sie den Nachteil, daß vieles getrennt besprochen werden muß, was nach Ansicht des Referenten besser zusammenhängend geschildert würde. Das gilt z. B. von den Tropismen, den Richtungsbewegungen festwurzelnder Pflanzen, die doch so viel Gemeinsames zeigen und bei *Pringsheim* in verschiedenen Kapiteln behandelt werden.

Bei der Darstellung des Stoffes beweist der Verfasser eine erfreuliche Objektivität, besonders bei der Schilderung jener Probleme, deren endgültige Lösung noch nicht gefunden ist, wie z. B. bei der Besprechung der Haberlandt-Némeßschen Statolithentheorie. Hier stellt *Pringsheim* die Befunde und Ansichten der verschiedenen Autoren klar gegeneinander, so daß sich der Leser leicht ein richtiges Bild vom gegenwärtigen Standpunkt der Dinge bilden kann.

Die Ausstattung des Buches ist durchaus befriedigend. Zahlreiche Abbildungen erläutern den Text, darunter viele photographische Originalaufnahmen, welche das Verhalten der Pflanzen während oder am Ende reizphysiologischer Versuche illustrieren.

H. v. Guttenberg, Berlin.

Driesch, H., Ordnungslehre. Jena, E. Diederichs, 1912. Preis M. 8,—, geb. M. 10,50.

Als *Ordnungslehre* bezeichnet *Driesch* jenen Teil der Philosophie, der mitten inne steht zwischen der *Selbstbesinnungslehre*, welche die letzten, jeder weiteren Begründung unzugänglichen Erlebnisweisen (Vorstellen, Fühlen und Wissen um endgültige Ordnung in der Er-

lebtheit) angibt und zwischen der *Erkenntnislehre*, die alles Metaphysische in sich schließt. Man könnte die Ordnungslehre auch als Logik bezeichnen, der alles allgemeinste und nicht der Metaphysik angehörende der Ethik und Ästhetik einverleibt ist. Die Ordnungslehre stellt keine Fragen nach der Möglichkeit wahrer Erkenntnis, sie gibt bloß das Wissen von dem geordneten Dasein.

Das ganze Werk zerfällt im wesentlichen in drei Teile. Der erste fängt als allgemeine Ordnungslehre mit dem „Urmittel“ der *Setzung* an, welches bewußte Ausscheidung von etwas Erlebtem überhaupt bedeutet und weder als Vorstellung noch als Begriff aufzufassen ist. Nach den „Grundsätzen der Sparsamkeit und des notwendigen Schrittes“ werden in der Folge die allgemeinen Ursetzungen entwickelt: *Sein*, dann im engeren Sinne *Dasein*, *Sosein* (hauptsächlich mit den Lehren von der Anordnungsbesonderheit, der Zahl und des Raumes) und schließlich das *Werden*. Zwischendurch ergibt sich eine Reihe von weiteren Setzungen: Beziehung, Eindeutigkeit, Anderssein, Einschluß (Mitsetzen) mögen hiervon genannt sein. — Der zweite Teil bringt die Lehre von der Naturordnung mit einem allgemeinen Kapitel, das besonders eingehend die „Erfahrung“ und die vier Urformen des Werdens behandelt, von denen die sogenannte *Einzelheitsverknüpfung* der unbelebten Welt und die *Einheitsfolgeverknüpfung* der belebten Welt zugeordnet ist, zwei Werdeformen aber nur Denkmöglichkeit besitzen. Zur Lehre von der Einzelheitsverknüpfung gehört das Grundlegende über Bewegung, die Verknüpfung der Veränderungen im Raume und über die Urdinge. Für die Einzelverknüpfung ist vor allem die Einheit des Einzelwesens bedeutsam, die auf einen unräumlichen „Einheitswerdebestimmer“ (Entelechie) zurückgeht; daran gliedern sich die Probleme der Einheit im geschichtlichen und im Weltwerden und die allgemeinen Forderungen der Ethik und Ästhetik. — Den dritten Hauptteil endlich beherrschen die Fragen der sogenannten *Eigenleibtheit*: Erörterungen über das Wesen der Seele.

Driesch hat an dem ganzen Werk acht Jahre gearbeitet. Die Fülle von Geist und eine in ihrer strengen Folgerichtigkeit geradezu mitreißende Darstellung wird jeden zu hoher Anerkennung zwingen; auch solche, die sich zu gegensätzlichen Anschauungen bekennen oder, wie der Referent, zu überzeugend von *Kant* belehrt wurden, um für die Polemik des Verfassers gegen denselben das richtige Verständnis zu finden.

C. Lehnhofer, Innsbruck.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbstunterricht. — München (J. F. Lehmanns Verlag), Wien (A. Pichlers Witwe & Sohn). — Mit 280 farbigen Volltafeln und mehr als 3000 Originaltextabbildungen. (Vollständig in 6 Bänden.) Band I geb. 22.— M.; Bd. II geb. 20.— M.; Bd. III geb. 23.— M.

Mit dem Erscheinen der 33. Lieferung liegt nunmehr der dritte Band des prächtigen Werkes abgeschlossen vor. Er umfaßt 600 Seiten Text mit Tafel 77—121 und Abbildung 448—717 und behandelt den Anfang der Dicotyledonen von den Juglandaceen bis zu den Ranunculaceen. Ein kurzes Register beschließt den Band. Textlich ist der dritte Band noch umfangreicher geworden als seine beiden Vorgänger, behandelt er doch eine Reihe in der Flora von Mitteleuropa reich vertretener Familien, wie die der Salicaceen (Weiden), Polygonaceen, Caryophyllaceen und Ranunculaceen. Die Ausstattung des Bandes ist wie die seiner Vorgänger glänzend; die bunten Tafeln sind in Ausführung und Farbengebung vorzüglich, nur einige etwas überladen, was die Wirkung der schönen Einzelbilder etwas beein-

trächtig. Auch die schwarzen Textabbildungen sind sehr gut, und besonders wertvoll sind die nach Photographien hergestellten zahlreichen Vegetationsbilder, welche die betreffenden Arten in ihrem natürlichen Vorkommen zeigen. Besonders hervorgehoben seien auch die Karten, welche die geographische Verbreitung vieler Arten darstellen. Die schöne Ausstattung und der reiche und gute Inhalt entschädigen die zahlreichen Abnehmer des Prachtwerkes für das langsame Erscheinen. Für eine raschere Erscheinungsweise ist jetzt dadurch gesorgt, daß *Hegi* eine Reihe bewährter Fachleute als Mitarbeiter herangezogen hat, so daß die Lieferungsabgabe von Band IV und VI in diesem Jahre gleichzeitig erscheinen soll.

E. Ulbrich, Steglitz bei Berlin.

Edinger, L., Bau und Verrichtungen des Nervensystems.

II. Auflage. Leipzig, C. W. Vogel, 1912. 243 S. u. 176 Fig. Preis brosch. M. 15,—.

Edingers Buch hat sich schon in der ersten Auflage als ein so allgemein anerkannter und wertvoller Ratgeber auf dem Gebiete der Hirnforschung ergeben, daß es von keinem anatomischen, physiologischen oder neurologischen Institute der ganzen Welt entbehrt werden konnte. Es ist mit seinen Vorzügen zu sehr bekannt, als daß eine besondere Besprechung der neuen Auflage, die der älteren in dem kurzen Zeitraume von 3 Jahren folgte, notwendig wäre. Hervorzuheben wäre nur, daß in der neuen Auflage das autochthone Nervensystem eine breitere Behandlung unter Beigabe zahlreicher, äußerst instruktiver Textfiguren erfahren hat und daß die zwei letzten Vorlesungen vergleichenden psychologischen Betrachtungen gewidmet wurden.

H. Decker, Prag.

Astronomische Mitteilungen.

Über das große Meteor vom Februar 1912 hat C. Hoffmeister im neuesten Heft der *Mitteilungen von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik* sehr eingehende und beachtenswerte Untersuchungen veröffentlicht. Das am 18. Februar v. J. erschienene Meteor war so hell, daß es selbst am Tageshimmel prachttvoll sichtbar war und so groß, daß es schließlich zu starken, die Bevölkerung zwischen Erfurt und Halle sogar beunruhigenden Detonationen führte. Aus 17 sehr brauchbaren Beobachtungen ergab sich der Moment des Erscheinens jenes als Feuerkugel am Tagessfirmament auftretenden Meteors zu 6 h 4 m 23 s M. E. Z. am 18. Febr. Als Höhe des Meteors am Ende seiner Bahn ließ sich 24 km feststellen und für die Geschwindigkeit etwa 16 km in der Sekunde. Der Durchmesser des Kerns jener Feuerkugel konnte zu fast 50 m und der Durchmesser der gesamten leuchtenden Erscheinung auf 260 m geschätzt werden. Die Detonationswirkungen des Meteors ließen sich auf einer Fläche von rund 6000 qkm wahrnehmen, wie aus Beobachtungen von 54 Orten festgestellt werden konnte. Teile jener Meteormasse sind bisher noch nicht gefunden worden, obwohl ein Niederfallen von Meteorsteinen äußerst wahrscheinlich gewesen sein dürfte.

Von zwei nordamerikanischen Sternwarten liegen wichtige und lehrreiche Berichte vor. Das mit dem Smithsonian-Institut zu Washington verbundene *Smithsonian Astrophysical Observatory* berichtet über die nach Algier und Kalifornien entsandten astronomischen Expeditionen, um die Sonnenstrahlung an diesen beiden weit voneinander entfernten Stellen der Erdoberfläche zu bestimmen. Aus den korrespondierenden astrophysikalischen Messungen in Bassour (Algier) und auf dem Mount Wilson (Kalifornien) folgt, daß große Werte der Sonnenstrahlung sowohl als kleinere Zahlen für die

Sonnenkonstante auf beiden Stationen übereinstimmend festgestellt werden konnten. Im Durchschnitt beträgt die Sonnenkonstante fast 2,5 Kalorien (die effektive Sonnentemperatur rund 6000° C.), wobei man unter der sogenannten Solarkonstante diejenige Anzahl von Kalorien (Wärmemenge zur Erhöhung der Temperatur eines Gramms Wasser um 1° C.) versteht, die bei senkrecht auffallenden und nicht von der Erdatmosphäre absorbierten Sonnenstrahlen auf ein Quadratzentimeter der Erdoberfläche in der Minute treffen. Außerdem konnte auf den beiden Stationen, sowohl in Algier als auch in Kalifornien, eine Variation von 0,02 Kalorien in der Sonnenstrahlung einwandfrei gemessen werden. Gegenwärtig werden diese wichtigen astrophysikalischen Arbeiten auf beiden Stationen des Smithsonian-Observatoriums noch weiter fortgesetzt. — Die zweite nordamerikanische Sternwarte, deren Bericht vorliegt, ist das auf dem Mount Hamilton in Kalifornien liegende *Lick-Observatorium*, das zunächst über Geldmangel, besonders für die notwendige Veröffentlichung wichtiger Arbeiten, klagt (ein chronischer Defekt mancher nordamerikanischen, zumeist aus privaten Mitteln begründeten Sternwarte). Gleichzeitig wird die baldige Vollendung einer großartigen Durchmusterung aller Doppelsterne des nördlichen Himmels angekündigt und auf die höchst merkwürdige Tatsache hingewiesen, daß bei den helleren Sternen bis zur fünften Größenklasse unter vieren mindestens einer als spektroskopischer Doppelstern sich ergibt. —

Eine astronomische Erklärung für manche Luftschiffvision in England ist in dem Aprilheft der englischen Monatsschrift *The Observatory* zu finden, die, wenn sie wirklich wahr ist, großer Komik nicht entbehrt. Es wird daselbst die Verhandlung der *Astronomischen Gesellschaft* zu Manchester unter Vorsitz des Rev. Pater S. J. Cortie beschrieben, in welcher ein Mitglied von einem mysteriösen Licht am Himmel sprach, das nach seiner Ansicht nur von einem großen deutschen Luftschiff herrühren könne. Die von dieser Lichterscheinung in einem Spiegelteleskop aufgenommenen Photographien wurden darauf als Lichtbilder projiziert und zeigten deutlich die Phasengestalt des Planeten *Venus*. Der Vorsitzende soll alsdann in ironischer Form auf diese Verwechslung einer Himmelserscheinung mit dem durch die Phantasie eingegebenen Lichtsignal eines deutschen, über England kreuzenden Luftschiffs hingewiesen haben. Wir wollen im Interesse der englischen Liebhaberastronomie gern annehmen, daß diese Mitteilung des *Observatory* nur als Aprilscherz gedacht war. —

Über das magnetische Feld der Sonne liegen drei wichtige neuere Bestimmungen vor, von Hale in Nordamerika und von den beiden französischen Astronomen Deslandres und Perot. Der ausgezeichnete Sonnenforscher Prof. Hale hat auf der Bergsternwarte des Mount Wilson in Kalifornien mit Hilfe äußerst sinnreicher Apparate ziemlich widersprechende Messungen erhalten und ist zu dem vorläufigen Ergebnis gekommen, daß eine ziffermäßige Bestimmung des magnetischen Feldes der Sonne bis jetzt noch nicht möglich sei. Prof. Hale nimmt dabei an, daß besonders die tiefer liegenden, der direkten Wahrnehmung nicht zugänglichen Gasschichten auf der Sonne stärkere magnetische Felder aufweisen. Im Unterschied hierzu beziehen sich die Beobachtungen des Direktors der Meudoner Sternwarte Deslandres gerade auf die höheren Schichten der Sonnenhülle, auf die Protuberanzen, von denen er annimmt, daß sie stark ionisiert seien und zugleich im Sinne der Sonnenrotation nach vorwärts gekrümmt. Aus der Krümmung der Wasserstofferuptionen auf der Sonne und aus ihrer schnellen Rotation schließt Deslandres auf eine positive

elektrische Ladung der Sonne. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch *Perot*, der ein von Norden nach Süden gehendes magnetisches Feld auf der Sonne annimmt und in Verbindung mit der Sonnenrotation eine Beschleunigung der elektrisch geladenen Teilchen (Wasserstoffprotuberanzen) gerade im Sinne dieser Rotationsbewegung. —

Über die chemische Beleuchtungskraft der Sonne im Sommer 1912 macht Dr. *Lenkei* aus Budapest im dritten Heft der *Meteorologischen Zeitschrift* interessante Mitteilungen, die aufs neue bestätigen, daß im Sommer 1912 eine auffallende Trübung unserer Atmosphäre eingetreten ist, die u. a. von W. *Krebs* als eine Folge größerer vulkanischer Ausbrüche erklärt wurde. Aus den recht genauen Messungen von Dr. *Lenkei* über die chemische Beleuchtungskraft des Sonnenscheins geht hervor, daß die Intensität der Sonnenbeleuchtung im Jahre 1912 während des ganzen Sommers sehr viel geringer war, als in den vorangegangenen sechs Jahren. Diese Lichtschwächung der Sonnenstrahlen begann schon in der ersten Hälfte des Juni 1912 und steigerte sich bis Ende Juli zu einem ausgesprochenen Maximum.

A. M.

Kleine Mitteilungen.

Feuerbeständige Kleiderstoffe. Die Frage, Baumwollwaren u. a. entzündliche Stoffe dauernd feuerbeständig zu machen, beschäftigt schon seit vielen Jahrhunderten die Menschheit. Schon die alten Römer sollen versucht haben, Holz feuerbeständig zu machen, indem sie es in ein aus Essig und gepulvertem Ton bereitetes Bad eintauchten. Im Jahre 1683 wies *Sabattini* auf die Feuergefährlichkeit der italienischen Theater hin und empfahl, die zum Anstreichen der Kulissen verwendeten Farben mit Ton und Gips zu mischen. Später wurden für den gleichen Zweck Gemenge von Alaun, grünem Vitriol und Salz empfohlen. Nach dem Brande des Münchner Hof- und Nationaltheaters am 14. Januar 1823 wurden zahlreiche Versuche angestellt, um das Bauholz für das neue Theater feuerfest zu machen. Dabei zeigte sich, daß das Holz durch mehrere Anstriche mit Natriumsilikat und Kreide zwar nicht vollkommen feuerfest, aber immerhin so beständig gemacht werden konnte, daß der Überzug dieser Salze mehrere Jahre hindurch das Anbrennen erschwerte. Noch eine Reihe anderer Salze, so namentlich das Chlorzink, erwiesen sich zum Schutze des Holzes gegen Anbrennen als recht wirksam; um jedoch *Kleidungsstoffe und Wäsche* feuerbeständig zu machen, müssen andere Mittel angewandt werden. Vor allem ist es schwer, eine *dauernde* Feuerbeständigkeit zu erzielen, d. h. einen Schutz, der auch beim Waschen der Stoffe nicht entfernt wird. Ein solches Mittel hat der englische Chemiker Professor *Perkin* in Manchester ausfindig zu machen versucht, und er berichtet über diese Versuche ausführlicher in der *Chemiker-Zeitung*. Den früher vielfach zur Tränkung von Stoffen verwendeten Mitteln, namentlich den Ammoniumsalzen, haftet der Mangel an, daß ihre Wirksamkeit jedesmal nach dem Waschen verloren geht. *Perkin* und seine Mitarbeiter haben über 10 000 Brennpfoten mit den verschiedensten Salzen ausgeführt, bis sie endlich zum Ziele kamen. Sie fanden schließlich, daß gewisse lösliche Salze, wie Aluminate, Zinkate und Plumbate, mit Zink- und Zinnsalzen auf der Stofffaser Niederschläge gaben, die gegen Waschen sehr widerstandsfähig waren. Die feuerbeständigen Baumwollstoffe, die zuerst nach diesem Verfahren hergestellt wurden, hatten jedoch den Mangel, daß sie aus

der Luft rasch Feuchtigkeit aufnehmen; auch stellten sich die Behandlungskosten zu hoch. Durch weitere Versuche konnten indessen auch diese Mängel beseitigt werden und durch *Niederschlagen von Zinnoxid auf der Faser* konnte schließlich ein wirksamer und dauernder Schutz des Stoffes erreicht werden. Das Verfahren ging in folgender Weise vor sich: Der Stoff wird durch eine Lösung von zinnsaurem Natrium hindurchgezogen und vollkommen damit getränkt. Um den Überschuß der Lösung auszupressen, wird der Stoff dann gewalzt und auf erhitzten Kupfertrommeln getrocknet. Hierauf wird der Stoff zum zweiten Male getränkt, und zwar diesmal mit einer Lösung von Ammoniumsulfat, hierauf wird er abermals zwischen Walzen ausgepreßt und auf Kupfertrommeln getrocknet. Der Stoff enthält nunmehr außer dem auf der Faser niedergeschlagenen Zinnoxid auch noch Natriumsulfat, das in einfacher Weise mit Wasser ausgewaschen werden kann; nach nochmaligem Trocknen ist der Stoff fertig imprägniert. Zahlreiche Versuche mit derart behandelten Stoffen haben ergeben, daß der schützende Niederschlag von Zinnoxid durch *Waschen mit heißem Wasser und Seife nicht entfernt* werden kann. Selbst die zartesten Farben von Flanellstoffen werden durch diese Behandlung nicht im geringsten beeinträchtigt, dagegen zeigte sich überraschenderweise, daß die Stoffe sich weicher und voller anfühlen und sogar *an Festigkeit gewinnen*. Bei Versuchen, die von der Handelskammer in Manchester angestellt wurden, ergab sich, daß z. B. die Zugfestigkeit von Flanell nach der Aufnahme des Zinnsalzes um etwa 20 Prozent größer war. Seit kurzem wird derart feuerbeständig gemachter Flanell von einer großen englischen Firma hergestellt und kommt unter dem Namen *Non-Flam* auf den Markt. Bei den gegenwärtigen hohen Zinnpreisen betragen die Behandlungskosten für ein Kinderkleid etwa 15 bis 20 Pf.; durch diese Extrakosten wurde die allgemeine Einführung der feuerfesten Stoffe bisher noch etwas erschwert. Außer für Flanell läßt sich das Verfahren ebenso gut auch für andere Stoffe, wie z. B. Mousseline und besonders auch für Gardinen verwenden.

S.

Verringerung des elektrischen Leitungsvermögens von Kupfer durch Zusatz von Arsen. In den Kupferraffinationen ist man von jeher bestrebt gewesen, jede Spur von Arsen aus dem Rohkupfer zu entfernen, weil die Leitfähigkeit des arsenhaltigen Kupfers für Elektrizität bedeutend geringer ist als diejenige des reinen Kupfers. Es ist auch bereits früher der elektrische Widerstand von Kupfer-Arsen-Legierungen bis zu einem Gehalt von 11,3% Arsen durch *Friedrich* bestimmt worden, doch gestatten diese Bestimmungen kein Urteil darüber, inwieweit bei solchen Legierungen ein mechanisches Gemisch, eine feste Lösung, eine intermetallische Verbindung oder eine chemische Verbindung vorliegt. Um diese einzelnen möglichen Fälle festzustellen, war es nötig, die Leitfähigkeit sämtlicher überhaupt möglicher Legierungen zu untersuchen, welche einem Gehalt von 0 bis 42 % Arsen und 100 bis 58% Kupfer innerhalb kleiner Stufenfolgen entsprechen. Bei Legierungen, welchen noch mehr Arsen zugesetzt wird, tritt eine rasche Verflüchtigung desselben ein, so daß es nicht in der Schmelze verbleibt. Diese Lücke ist durch die Untersuchungen von N. *Paschin* und E. *Dischler* ausgefüllt (*Berichte des polytechnischen Institutes zu St. Petersburg*, 16, 1912. 365; deutsche Übertragung in der *Zeitschrift für anorganische Chemie* 80, 1, S. 65). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bestätigen zunächst die schon bekannte Erscheinung, daß der elektrische Widerstand des Kupfers schon bei ganz minimalem Arsengehalt bedeutend zunimmt; so wird dieser Widerstand schon durch 0,01% Arsen um 3%,

durch 0,35% Arsen um 100% erhöht. Bei 6% Arsen beträgt er das 20fache des Widerstandes, welchen reines Kupfer besitzt. An dieser Stelle hört aber die allmähliche Änderung auf, das Diagramm zeigt hier einen Knick, und der Widerstand nimmt jetzt weniger schnell zu. Bei 28,5% Arsen hat er sein Maximum erreicht mit einem Werte, der etwa auf das 37fache des ursprünglichen Widerstandes gestiegen ist. Von jetzt an nimmt er wieder ab, sinkt aber nicht tiefer als auf das 29fache dieses Wertes. *Puschin* und *Dischler* legen dieses Verhalten nun folgendermaßen aus: Kupfer-Arsen-Legierungen mit bis 6% Arsen sind feste Lösungen von Arsen in Kupfer; bei 28,5% Arsen bildet sich eine chemische Verbindung von der Formel Cu_3As , während die Legierungen mit 6 bis 28,5% Arsen mechanische Gemenge aus kristallisiertem Cu_3As und Kristallen der gesättigten festen Lösung darstellen. Die Legierungen mit einem Gehalt von über 28,5% Arsen lassen sich auf Grund der erwähnten Untersuchungen nicht einwandfrei deuten; vielleicht gibt hier das optische Verhalten in dünnen Schichten weiteren Aufschluß.

—2.

Beobachtungen über die **elastische Hysteresis im Stahl** sind von *B. Hopkinson* und *G. T. Williams* angestellt. Ein 10 cm langer und 12 mm dicker Stahlstab wurde abwechselnd Druck- und Zugspannungen ausgesetzt, indem man einen durch Wechselstrom betätigten Elektromagneten auf ihn einwirken ließ. Die Periodenzahl betrug 120 und mehr per Sekunde und die größte der zur Anwendung gekommenen Spannungen 30 Tons per Quadratzoll (47 kg per qmm). Es wurde die Spannung, die Dehnung des Stabes und der durch die elastische Hysteresis bewirkte Energieverlust bestimmt. Ein Bild der Hysteresschleife mit starker Verbreiterung gibt Fig. 1. Für drei verschiedene Maximalspannungen

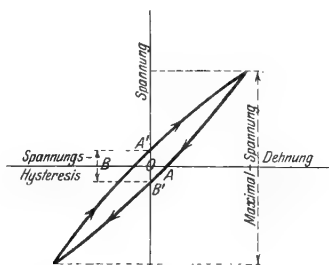


Fig. 1.

wurde die der normalen Länge des Stabes entsprechende Länge des Stabes entsprechende Differenz der Hysteresspannungen $A'B'$ sowie die Differenz AB der beiden Stablängen, welche zu den Nullspannungen im Stabe gehören, bestimmt:

Maximalspannung:	17	20	23	(in Tons per Quadratzoll)
Spannungsdifferenz $A'B'$:	0,05	0,08	0,12	
Längendifferenz AB :	15	24	36	(in milliontel Zoll)

Fig. 2 gibt die Beziehung für das Anwachsen des durch die elastische Hysteresis bewirkten Energieverlustes mit dem Ansteigen der Maximalspannung¹⁾. Die Analogie, welche die Erscheinung mit der magnetischen Hysteresis zeigt, erstreckt sich auch auf die Zahlenverhältnisse der in Betracht kommenden Größen. Für die

¹⁾ Der Energieverlust wächst ungefähr mit der vierten Potenz der Spannung.

Maximalspannung von 25 Tons per Quadratzoll (39 kg per qmm) macht der Hysteresisverlust 25 000 Ergs per cm per Periode aus, was hinsichtlich der Größenordnung

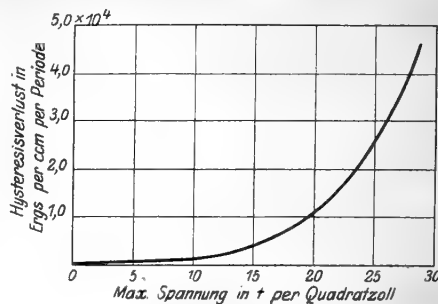


Fig. 2.

der magnetischen Hysteresis für das gleiche Material (0,18 % C und 0,7 % Mn) in einem ziemlich starken Magnetfeld entspricht. (*Roy. Soc. London* 21, 11. 1912 nach *Engineering* 154, 827, 1912.) *Mk.*

Aus der Beobachtung, daß sich beim Erhitzen von **Braunstein salpetrige Säure bildet**, hatte *Odier* die Vermutung hergeleitet, daß es möglich sei, mittels einer begrenzten Menge Braunstein unbegrenzt viel Salpetersäure aus der Luft zu erzeugen. Zu diesem Zwecke brauche man nur aus dem Braunstein Sauerstoff zu entwickeln, diesen heiß mit der Luft zusammenzubringen und dann den Braunstein wieder durch Glühen zu regenerieren. *P. Askenasy* und *E. L. Rényi* haben nun diese Erscheinung quantitativ untersucht und durch zwanzigstündiges Erhitzen aus 10 g MnO_2 nicht mehr als 0,2 mg NO entwickeln können. Die Entwicklung erfolgt in Temperaturen zwischen 280° und 700° und geht auch in einem Kohlensäurestrom vor sich. Mehrstündiges Erhitzen innerhalb der genannten Temperaturgrenzen führt stets zu einer Erschöpfung. Der in den gebildeten Stickstoffverbindungen enthaltene Stickstoff stammt hiernach wahrscheinlich aus dem Braunstein und nicht aus der Luft. (*Z. f. Elektroch.* 19, 23, 1913.) *Mk.*

Kohlensäure-Kristalle. Daß feste Kohlensäure (Kohlendioxyd) bestimmte Kristalle bilden muß, ist selbstverständlich, doch war es bisher noch nicht gelungen, das Kristallsystem und die einzelnen Formen, in denen dieser Körper kristallisiert, nachzuweisen. Die nach den bekannten Verfahren dargestellte feste Kohlensäure bildet bei ihrer Entstehung sofort eine Art dichten Schnee oder Eis und erscheint als amorpher Körper. Es ist nun *H. E. Behnken* jetzt gelungen, Kohlensäurekristalle zu gewinnen und eindeutig zu beschreiben. Er ließ den Kohlensäurestrom gegen eine stark abgekühlte Glasplatte antreffen, nachdem er, um ein Zerfließen der Kristalle zu verhüten, das Gas in vollständigster Weise getrocknet hatte. Mit Hilfe des Mikroskops ließen sich jetzt auf der Platte deutliche Kristalle des regulären Systems erkennen, und zwar Kombinationen von Würfeln mit Oktaeder. Auch in polarisiertem Licht bestätigte sich die reguläre Beschaffenheit dieser Kristalle. (*Physic. Review* 1912, 35, S. 66 f.) —2.

Anläßlich der im September d. J. in **Birmingham** tagenden *British Association for the Advancement of Science* soll eine Anzahl von **populären wissenschaftlichen Vorträgen** gehalten werden. Für die Deckung der hierdurch entstehenden Kosten wird ein Fonds von 6000 Pfund Sterling gesammelt, von dem bereits 4000 vorhanden sind. (*Electrician* 70, 665, 1913.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 20.

16. Mai 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

- | | |
|--|--|
| Das Schoopsche Metallisierungsverfahren. Von <i>Dr. Albert Neuburger, Berlin.</i> S. 465. | Die Transplantation des Amphibienauges. Von <i>Dr. Eduard Uhlenhuth, Wien.</i> S. 477. |
| Über die optische Aktivität asymmetrischer Moleküle. Von <i>Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.</i> S. 471. | Die pflanzlichen Bakteriosen. Von <i>Dr. J. Peklo, Prag.</i> S. 480. |
| Über die Genesis der Kohlenhydrate. Von <i>Prof. Dr. Emil Baur, Zürich.</i> S. 474. | Besprechungen. S. 484. |
| | Astronomische Mitteilungen. S. 486. |
| | Kleine Mitteilungen. S. 487. |

WILHELM ENGELMANN · Verlagsbuchhandlung · LEIPZIG u. BERLIN

NATUR · GEIST · TECHNIK

Ausgewählte Reden, Vorträge und Essays von **JULIUS WIESNER**

Mit 7 Textfiguren. VII u. 428 Seiten. gr. 8°. Geh. M. 11.40, in Leinen geb. M. 12.60

„Ein ausgezeichnetes Buch! Jeder weiß, was die Gelehrtenwelt dem berühmten Autor verdankt; hier liegt für die größere Welt der Gebildeten ein kostbares Angebinde des hervorragenden Naturforschers vor. Von Botanik und Botanikern ist in jedem der 19 Aufsätze die Rede; von seinem Spezialfache aus führt uns aber der Verfasser mit sicherer Hand zur Technik, zu anderen Wissenschaften, zur Philosophie. Eine Inhaltswiedergabe verbietet sich, man muß die Artikel selbst lesen, um sie zu würdigen; sie funkeln wie Kleinode von edelstem Gehalt und erlesenster Form. Es wäre zu wünschen, daß einige dieser Meisterstücke in die Lesebücher unserer Mittelschulen aufgenommen werden.“

Zentralblatt für Physiologie.

RICHARD SEMON:

Das Problem der Vererbung „Erworbener Eigenschaften“

Mit 6 Abbildungen im Text. VIII und 204 Seiten. gr. 8°. M. 3.20

Die Mneme

als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens

Dritte, stark umgearb. Auflage. XX u. 420 S. 8°. Geh. M. 10.—, in Leinen geb. M. 11.25

Bei der Bedeutung, welche die Vererbungsfrage in der Gegenwart beansprucht, ist das Werk als ein bedeutsamer Schritt vorwärts zu ihrer Lösung anzusehen. *Ärztliche Rundschau.*

Als erste Fortsetzung der „Mneme“ erschien:

Die Mnemischen Empfindungen

in ihren Beziehungen zu den Originalempfindungen

XV u. 392 Seiten. 8°. Geheftet M. 9.—, in Leinen gebunden M. 10.—

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

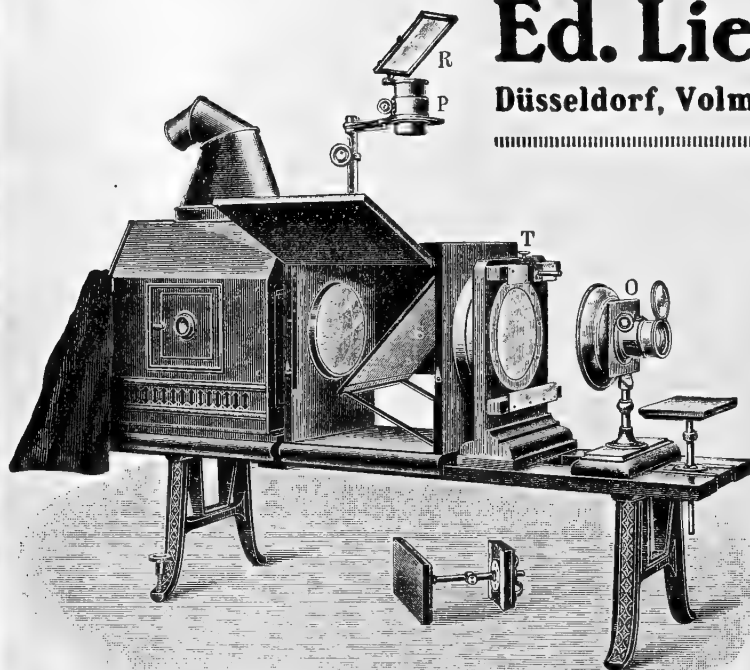
Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

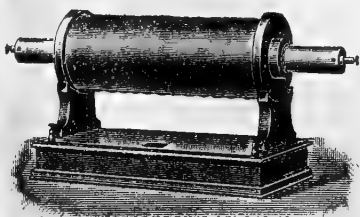
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, ändern-

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer

Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke

bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite III.

Das Schoopsche Metallisierungsverfahren.

Von Dr. Albert Neuburger, Berlin.

Die früheren Verfahren, die darauf abzielten, irgendwelche Gegenstände mit Metall zu überziehen, waren insofern ziemlich eng begrenzt, als sich nur verhältnismäßig wenige Metalle dazu eigneten, als Überzugsmaterial zu dienen. Diese Tatsache war in der Natur der Verfahren begründet. Bei ihnen kamen Operationen zur Anwendung, die ganz bestimmte Eigenschaften des verwendeten Überzugsmaterials voraussetzten. So erforderte das Plattieren eine hohe Duktilität, die Aufschmelzungsverfahren hingegen setzten den Mangel jeglicher Affinität zum Sauerstoff der Luft sowie einen ganz bestimmten Schmelzpunkt voraus. Sowohl zu den Plattierungsarbeiten, wie zum Aufschmelzen im Feuer eigneten sich daher nur verhältnismäßig wenige Metalle (Plattieren mit Silber, Feuervergoldung, Verzinnen durch geschmolzenes Zinn usw.). Der hohe Grad von Duktilität, der die Edelmetalle auszeichnet, ließ schon im Altertum eine weitere Methode des Überziehens mit Metallen, des „Metallisierens“ entstehen, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten hat. Man schlug mit Hilfe schwerer Hämmer das Gold sowohl, wie das Silber zu äußerst dünnen Blättchen aus, die man dann um die zu versilbernden oder zu vergoldenden Gegenstände ohne Zuhilfenahme eines Bindemittels herumlegte und fest andrückte. Sie blieben durch bloße Adhäsion an dem zu überziehenden Gegenstand haften und zwar so fest, daß ein Ablösen auf mechanischem Wege in der Regel nicht mehr möglich war und nur mit Hilfe chemischer Mittel durchgeführt werden konnte. Mit der Zeit gelang es, die Metallfolien immer dünner zu machen, und die heute von der Blattmetallindustrie in den Handel gebrachten Goldblättchen sind bekanntlich so dünn ($\frac{1}{7000}$ — $\frac{1}{9000}$ mm), daß sie das Licht durchscheinen lassen. Später gelang es auch, Legierungen aus unedlem Metall, insbesondere solche aus Messing und Tombak, zu ähnlicher Feinheit auszuschlagen.

Aber trotz dieser Fortschritte blieb, wie schon erwähnt, der Kreis der für Metallisierungsverfahren anwendbaren Metalle immer nur ein sehr beschränkter. Dies änderte sich erst, als im Jahre 1836 durch den in St. Petersburg lebenden deutschen Physiker und Chemiker *Jacobi* die Galvanoplastik erfunden wurde, die rasch einen Siegeszug über die ganze Welt antrat. Nunmehr war der Kreis der zur Herstellung von Metallüberzügen brauchbaren Metalle plötzlich ein außerordentlich großer geworden. Nur verhältnismäßig wenige Metalle gab es, die sich nicht auf anderen Gegenständen niederschlagen ließen. Allmählich gelang es, die galvanoplastischen Verfahren so zu verbessern, daß

theoretisch für fast jedes Metall die Verhältnisse gefunden wurden, unter denen es sich aus Lösungen mit Hilfe des elektrischen Stromes niederschlagen läßt. In der Praxis freilich macht man von diesen Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung insofern nur einen begrenzten Gebrauch, als man hier vornehmlich die Metalle benützt, die sich wegen ihres Aussehens, der Möglichkeit, sie zu färben, usw. für bestimmte Zwecke als besonders geeignet erweisen.

Jahrzehntelang hat die Galvanoplastik unter den Metallisierungsverfahren den ersten Platz behauptet. In dem Maße aber, wie sie immer mehr Eingang fand, wurde man sich auch ihrer verschiedenen Nachteile immer mehr bewußt. Zu diesen gehörte vor allem der, daß man, um Mißerfolge zu vermeiden, Stärke und Spannung des verwendeten Stromes genau kontrollieren und überwachen muß, daß die Aufstellung großer Bäder, die Verwendung oft gewaltiger Flüssigkeitsmengen notwendig ist, daß man nichtmetallische Oberflächen erst nach besonderem Verfahren leitend machen muß usw. usw. Alle diese Umstände führten schließlich dazu, daß man sich nach anderen, einfacheren und praktischeren Verfahren umsah. Bahnbrechend ist in dieser Beziehung der Engländer *Sherard Cowper-Coles* vorangegangen, der ein eigenartiges Metallisierungsverfahren erfand, das in seinen Grundzügen darauf beruht, daß man die zu metallisierenden Gegenstände in große Kessel bringt, in die unter besonderen Vorsichtsmaßregeln Zink in Dampfform übergeführt wird. Das Zink kondensiert sich auf den in den Kesseln befindlichen Gegenständen und überzieht sie mit einem gleichmäßigen und gut haftenden Überzug. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß sich dieses Verfahren des „Sherardisierens“, wie es gegenwärtig nach seinem Erfinder genannt wird, nur für solche Metalle eignet, die sich bei einer nicht allzu hohen Temperatur aus dem festen in den gasförmigen Zustand überführen lassen. Wie *Moissan* gezeigt hat, ist es bei den sehr hohen Temperaturen des elektrischen Ofens ja schließlich möglich, wohl alle Metalle zu verflüchtigen. Derartige Temperaturen können aber für dem Sherardisieren ähnliche Verfahren in der Praxis nicht in Frage kommen. Das Sherardisierungs- und die ihm ähnlichen Verfahren finden deshalb fast ausschließlich nur für die Verzinkung Anwendung. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Bronzierungsverfahren, die gleichfalls an gewöhnliche oder sehr niedrige Temperaturen gebunden sind und eigentlich nur ein Anstreichen darstellen, bei dem anstatt der Farbe ein Metallpulver zur Anwendung gelangt. Man hat diese Bronzierungsverfahren seit einiger Zeit in der Weise verbessert, daß man die Bronze oder die Bronzelacke nicht mehr, wie früher, mit dem Pinsel, sondern mit Hilfe eigener Zerstäuber aufträgt, wodurch ein Sprühregen entsteht, der gegen die zu überziehenden

Gegenstände gerichtet ist. Das Metall klebt mit oder ohne Zuhilfenahme eines Bindemittels an der Oberfläche des zu überziehenden Gegenstandes fest. Der Überzug haftet jedoch nicht in besonders starkem Maße und seine Dicke ist aus Gründen, auf die hier einzugehen zu weit führen würde, nur eine ziemlich beschränkte.

Wie man sieht, entspricht also keines der bisher bekannten Metallisierungsverfahren dem Ideal. Jedem haften irgendwelche Nachteile an. Entweder ist die Zahl der zu verwendenden Metalle beschränkt oder es ist nicht möglich, den Überzug so fest adhärenz zu machen, wie es wünschenswert wäre oder es liegt die Gefahr einer Oxydation des verwendeten Metalls vor oder der Vorgang des Metallisierens ist an die Innehaltung einer bestimmten Temperatur gebunden usw. In neuerer Zeit ist nun ein andres Verfahren aufgetaucht, das die eben geschilderten Mißstände in weitgehendem Maße vermeidet und wegen seiner allgemeinen Anwendbarkeit und der Raschheit seiner Ausführung die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf sich gezogen hat. Es rührt von dem Ingenieur *M. U. Schoop* in Zürich her und besteht darin, daß bei ihm die beliebigen Metalle in äußerst feiner Verteilung in Form eines Nebels auf beliebige Flächen aufgespritzt werden können. Die feine Verteilung wird durch Gase oder Dämpfe bewirkt, sie kann jedoch auch durch mechanische Hilfsmittel herbeigeführt werden.

Wie schon so oft, so war auch bei dieser Erfindung der Zufall der Vater des Gedankens. Der damals in Paris lebende Erfinder benutzte einen freien Nachmittag, um mit seinen Kindern in einem Garten mit einem kleinen Gewehr nach Sardinenbüchsen zu schießen. Diese Büchsen waren, um die Geschosse am Weiterfliegen zu hindern, vor einer Gartenmauer aufgestellt. Schuß um Schuß wurde gegen die Büchsen abgefeuert und traf oder traf auch nicht. Jedenfalls zeigte sich, als man mit dem Schießen aufhörte, daß zahlreiche Kugeln gegen die Gartenmauer geflogen waren, wo sie sich breit gedrückt hatten. Da aber, wo zwei Kugeln entweder aufeinander getroffen hatten oder wenigstens so zu liegen kamen, daß ihre Ränder noch übereinander lagen, hatten sie sich an den Berührungsstellen vereinigt, so daß man die Begrenzungsflächen nicht mehr unterscheiden konnte. Es hatte also eine Verschmelzung stattgefunden; es mußte für einen kurzen Augenblick ein Flüssigwerden des Metalles eingetreten sein, durch das diese Verschmelzung herbeigeführt worden war. Jedem Physiker ist ja ohne weiteres klar, daß bei plötzlichem Aufhören einer Bewegung, wie sie hier an der Gartenmauer stattfand, Wärme auftreten muß. Ist diese Wärme stark genug, so wird sie hinreichen, um das Schmelzen herbeizuführen, dem sofort nach geschehener Vereinigung ein Erstarren folgt, da ja durch die einzelnen, verhältnismäßig kleinen Metallflächen eine rasche Ableitung der Wärme an die Unterlage sowohl wie an die Luft stattfindet. Die Beobachtung, daß mehrere hintereinander auf dieselbe Stelle aufschlagende Kugeln sich zu einem einzigen Metallstück vereinigen, ist sicherlich früher schon von vielen gemacht worden, die jemals die Schutz-

mauer eines Schießstandes gesehen haben. Aber gerade dadurch unterscheidet sich ja der Geist des Erfinders von dem des gewöhnlichen Menschen, daß er den Ursachen der Erscheinungen bis in ihre letzten Konsequenzen nachgeht und daß er aus ihnen weitere Schlüsse darauf zieht, wie diese Ursachen zur Hervorbringung neuer Wirkungen ausgenutzt werden können. Die auf dem improvisierten Schießstand in Paris gemachte Beobachtung ließ Herrn *M. U. Schoop* keine Ruhe, sie wurde die Ursache zur Ausgestaltung seines Verfahrens, an dessen Vervollkommenung er dann jahrelang arbeitete.

Von dieser Beobachtung bis zur Schaffung eines technisch brauchbaren Verfahrens war freilich noch ein weiter Schritt und es wurden zahlreiche Apparate konstruiert, bis es gelang, die heutige Stufe der Vollkommenheit zu erreichen. *Schoop* beschäftigte sich zunächst mit Versuchen, wie man flüssigen Metallen oder Metallpulvern eine große Bewegungsenergie verleihen könne. Es war ihm klar, daß es nur auf diese Bewegungsenergie ankäme. War sie gegeben, mußte sich als sekundäre Erscheinung auch der zur Bildung eines zusammenhängenden Überzuges passende Zustand von selbst oder durch geringes Nachhelfen ergeben. Dieser Zustand war der

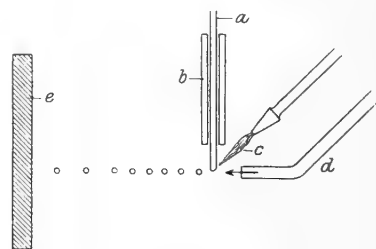


Fig. 1.

einer Schmelzung oder Überschmelzung, denen rasch ein Erstarren folgen konnte. Die Grundidee, nach der *Schoop* dann sein Verfahren weiter ausgestaltete, möge durch Fig. 1 ihre Erläuterung finden. Ein Metalldraht *a* wird durch eine Führung *b* hindurchgeführt und kommt nach dem Heraustreten aus dieser Führung mit einer spitzen heißen Flamme *c* in Berührung. Dadurch wird er geschmolzen. Es bilden sich Metalltröpfchen, die von einem aus der Düse *d* entströmenden Gasstrom gepackt und mit großer Geschwindigkeit gegen den mit Metall zu überziehenden Gegenstand *e* geführt werden. Während ihres Weges nach *e* bleiben sie flüssig. Beide treffen aufeinander, es tritt ein Zusammenschmelzen zu einer zusammenhängenden Metallschicht ein und es bildet sich unter Wärmeentbindung und darauffolgender Abkühlung eine zusammenhängende feste Metallschicht. In der Bildung dieser zusammenhängenden, ein einziges Ganzes darstellenden Metallschicht liegt der wesentliche Unterschied gegen die oben erwähnten Verfahren des Sherardisierens und Bronzieren: Bei diesen bleiben die einzelnen Metallteilchen jedes als selbständiges Individuum für sich bestehen und hängen gegenseitig nur durch Kohäsion zusammen. Beim Schoopieren hingegen besteht die Metall-

schicht aus einer zusammengeschmolzenen und deshalb ein äußerst festes Gefüge zeigenden Masse.

Die eben erwähnte theoretische Erkenntnis führte dann zur Konstruktion von mancherlei Apparaten, in denen der vorstehend ausgeführte Gedanke seine praktische Ausgestaltung finden sollte. Zunächst wurde das Metall in Tiegeln geschmolzen und mit Hilfe unter starkem Druck stehender Gase oder überhitzten Wasserdampfes zerstäubt. Es entsteht so ein Metallnebel, der auf den zu überziehenden Gegenstand auftritt und ihn mit einer Metallschicht überzieht, deren Dicke in sehr weiten Gren-

Hier wird in einem Kesselchen Wasserdampf erzeugt, der durch ein wagerechtes Rohr ausströmt. Unterhalb dieses wagerechten Rohres, das in einer dünnen Spitze endet, befindet sich das obere Ende eines gleichen, senkrecht stehenden Röhrechens, dessen unteres Ende in ein mit den zu inhalierenden Medikamenten gefülltes kleines Gefäß taucht. Durch die saugende Wirkung des aus dem wagerechten Rohre entströmenden Dampfstrahles werden die medikamentösen Flüssigkeiten nach oben gerissen. Sie mischen sich dem Dampfstrahl bei und strömen mit ihm zusammen weiter. Genau so waren

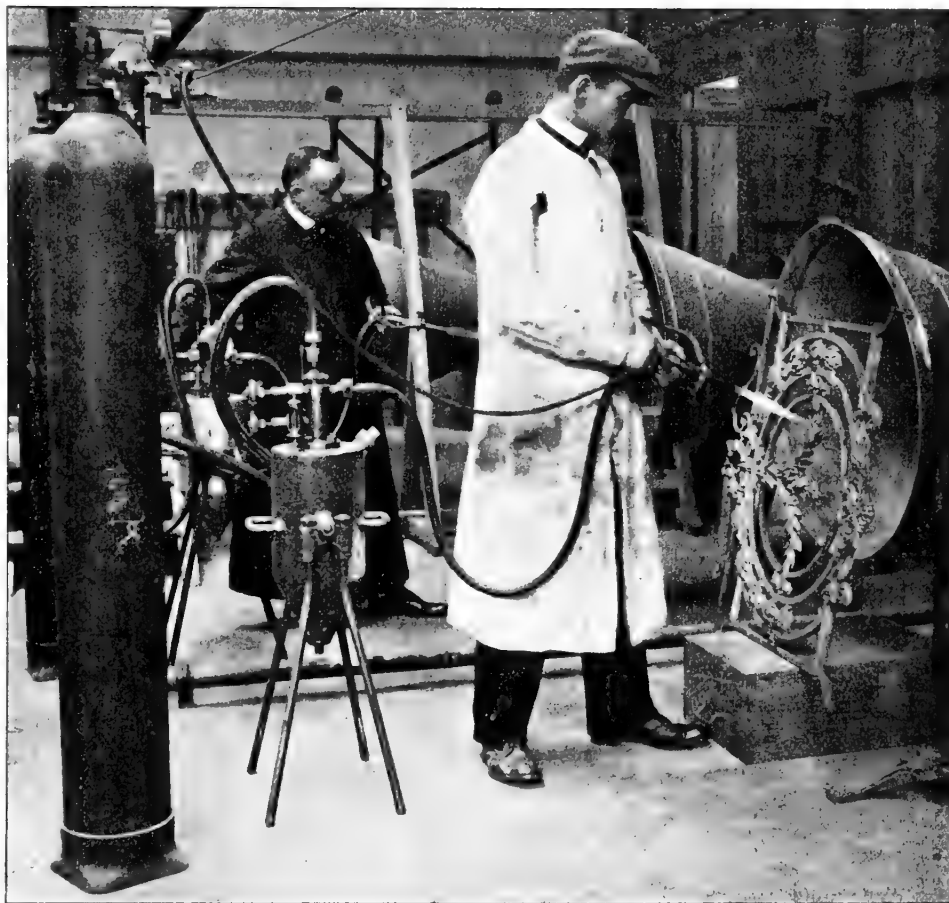


Fig. 2. Metallisieren mit Hilfe von Metallpulvern.

zen gehalten werden kann. Es lassen sich sowohl Überzüge von einem tausendstel Millimeter, also ähnlich dem Blattgold, wie solche von einem Zentimeter und darüber hervorbringen. Die Konstruktion der verwendeten Apparate war eine verschiedene. Es ist jedoch bei ihrer Mannigfaltigkeit nicht nötig, hier auf alle die Abänderungen einzugehen, die sie im Laufe der Zeiten durchgemacht haben. Wir werden statt dessen nachstehend den neuesten und am einfachsten zu handhabenden Apparat eingehend besprechen. Es sei nur erwähnt, daß man sich dann am besten ein richtiges Bild von der Konstruktion dieser Apparate wird machen können, wenn man sich die Art und Weise vor Augen hält, nach der unsere Inhalationsapparate gebaut sind.

die ersten Schoopschen Apparate gebaut, wobei sich das zu zerstäubende Metall in flüssigem oder pulverförmigem Zustande in einem kleinen Kessel befand, aus dem es durch die saugende Wirkung eines Strahles von hoch gespanntem Dampf oder von komprimierten Gasen herausgesaugt wurde, um dann weitergeführt zu werden (Fig. 2). Mit diesen Apparaten gelang es, die verschiedensten Materialien zu überziehen. Es konnten nicht nur Schichten anderer Metalle auf bereits vorhandene Metallgegenstände aufgebracht werden, sondern es ließen sich solche Metallschichten auch auf leicht brennbaren Stoffen, wie Holz, Papier, Celluloid usw. anbringen. Das erscheint auf den ersten Blick rätselhaft, sollte man doch meinen, daß die Temperatur geschmolzener

Metalle ausreichen müßte, um diese leicht entflammaren Stoffe in Brand zu setzen. Eine einfache theoretische Überlegung zeigt jedoch sofort, daß eine derartige Entflammung ein Ding der Unmöglichkeit ist. Das Metall ist allerdings geschmolzen und dadurch sehr stark, auf mehrere Hundert Grad erhitzt. Nun trifft es mit dieser hohen Temperatur mit einem Gase zusammen, das vorher unter hohem Druck stand. Sobald dieses Gas die Mündung der Düse verläßt, tritt eine Entspannung ein. Diese ist aber stets mit einer starken Abkühlung verbunden. Die bei dieser Abkühlung erreichte Temperatur liegt stets unterhalb des Schmelzpunktes der Metalle, wodurch diese selbst eine Abkühlung erfahren. Das Metall ist so fein verteilt, daß diese Abkühlung ziemlich rasch erfolgen muß; Messungen haben ergeben, daß die Temperatur bis auf 70 Grad und darunter sinken kann. Ob nun hierbei ein Erstarren eintritt oder ob das Metall bei der kurzen Spanne Zeit, die zwischen dem Zusammenreffen mit dem Gasstrahl und seinem Auftreffen auf die zu überziehende Fläche liegt, flüssig bleibt, weil es eben keine Zeit hat, zu erstarren, oder ob es nur an seiner Außenfläche erstarrt, während der Inhalt der den Nebel bildenden Metallkügelchen flüssig bleibt, ist wohl noch nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Jedenfalls aber befinden sich die Metallteile in so feiner Verdünnung in einem entspannten und deshalb stark abgekühlten Gase, daß die Gesamttemperatur niemals genügt, um eine Tatsache, die dem Umstande zuzuschreiben ist, stände herbeizuführen. Daß die Berührung zwischen den geschmolzenen Metalltröpfchen und dem Gase tatsächlich nur außerordentlich kurze Zeit andauert, geht schon daraus hervor, daß man leicht oxydierbare Metalle durch sauerstoffhaltige Gase zerstäuben kann, ohne daß eine Bildung von Oxyden eintritt, eine Tatsache, die dem Umstande zuzuschreiben ist, daß die Berührungszeit zwischen Metall und Gas sich nur auf Tausendstel von Sekunden beläuft.

Das Metall trifft dann auf die zu überziehende Fläche auf; hier hämmert nun ein nachfolgendes Metallkügelchen auf das vorhergehende und es findet entweder unter erneuter Schmelzung oder, falls das Metall noch geschmolzen sein sollte, ohne solche, jedenfalls aber unter Entbindung von Wärme und darauf folgender äußerst rascher Abkühlung die Bildung des zusammenhaftenden Niederschlages statt. Auch die erwähnte rasche Wärmeableitung dient dazu, eine Entflammung nicht aufkommen zu lassen. Daß eine vorhergehende Schmelzung des Metalles in Wirklichkeit gar nicht nötig ist, und daß die beim Auftreffen der einzelnen Metallteilchen auf die zu überziehende Fläche entbundene Wärme genügt, um das Zusammenschweißen herbeizuführen, hat Schoop dadurch bewiesen, daß er, wie schon erwähnt, später Apparate konstruierte, bei denen das Schmelzen des Metalles in einem besonderen Kessel überhaupt weggelassen und bei denen einfach die verschiedenartigsten Metallpulver zur Anwendung kamen, die dann vom Gasstrahl mit fortgeführt wurden.

Aber auch die Anwendung solcher Pulver, zu deren Aufnahme immerhin ein Kessel nötig ist, läßt

sich vermeiden: der neueste von Schoop konstruierte Apparat vermeidet sie tatsächlich. Es ist dies die sogenannte „Metallisierung- oder Spritzpistole“, die in der beistehenden dritten Abbildung wiedergegeben ist. Sie läßt sich äußerst bequem handhaben und ihre Größe übersteigt nicht die einer Browningpistole. Trotzdem lassen sich mit ihr in kürzester Zeit große Flächen metallisieren. Sie unterscheidet sich von den bisher beschriebenen Apparaten in der Hauptsache dadurch, daß bei ihr weder geschmolzenes Metall, noch Metallpulver zur Anwendung kommen, sondern daß durch die Kraft der zur Verwendung gelangenden komprimierten Gase eine kleine Turbine in Umdrehungen versetzt wird, die mit Hilfe eines Schneckengetriebes einen Draht aus dem zu verstäubenden Metall durch die Pistole hindurch und aus der Mündung der Zerstäubungsdüse heraus

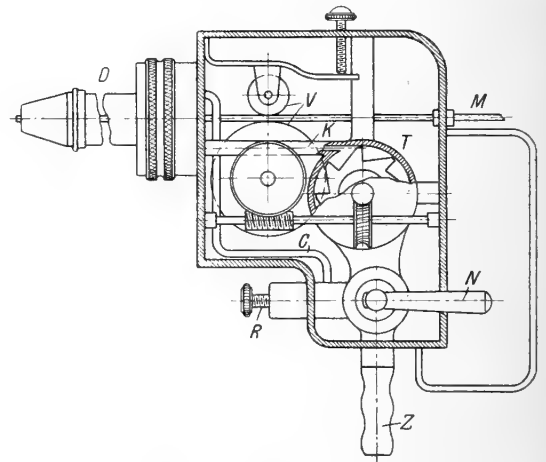


Fig. 3. Spritzpistole.

führt. Die Pistole selbst wird mit Preßluft betrieben, die zusammen mit den zum Abschmelzen des Drahtes dienenden Gasen durch den Hahn *N* reguliert wird. Die Gase strömen durch die konzentrisch zur Verstäubungsdüse *D* ausmündende (s. Fig. 4) Leitung *L*. Die Preßluft hingegen wird vorerst gegen die Turbine *T* geführt, die durch sie in äußerst rasche Umdrehungen versetzt wird. Von hier strömt sie dann durch den Kanal *K* weiter zur Düse *D*. Die Bewegung der Turbine wird durch das in der Abbildung sichtbare Schneckengetriebe auf die Transportscheiben *V* übertragen, die mit Hilfe der im obersten Teil der Abbildung sichtbaren Schraube scharf gegeneinander eingestellt werden können. Zwischen den Scheiben *V* läuft der Draht *M*, der mit seinem rückwärtigen Ende auf eine (in der Abbildung nicht sichtbare) Spule aufgewickelt ist. Durch die Bewegung der beiden Transportscheiben *V* wird er von dieser Spule abgewickelt und in dem Maße vorgeschoben, wie sein nach vorn herausragendes Ende durch die Gase geschmolzen und durch die Preßluft zerstäubt und fortgeschleudert wird.

Fig. 4 zeigt die spezielle Konstruktion der Düse, die weiter keiner Erläuterung bedarf, da die dort vorkommenden Buchstaben mit denen in der vor-

hergehenden Abbildung übereinstimmen. Man sieht, daß die Düse drei konzentrische Kanäle enthält, von denen der mittelste den Draht *M* aufnimmt, während die beiden anderen die Gase und die Preßluft in die

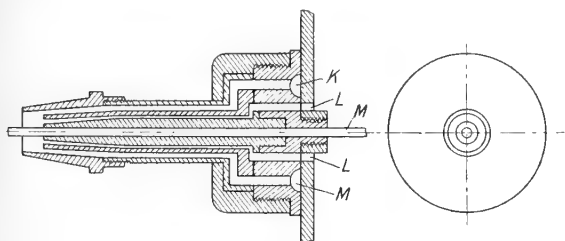


Fig. 4. Düse der Spritzpistole.

Düsen Spitze befördern, wo sie ihre schmelzende und die Metallteilchen fortreibende Wirkung ausüben. Fig. 5 stellt noch eine photographische Aufnahme des äußerst handlichen Apparates in ge-

die Bildung neuer chemischer Verbindungen aus den verwendeten Metallen durchführen läßt, ebenso erleiden diese unter Umständen auch eine teilweise Veränderung ihrer physikalischen Eigenschaften, die in der Hauptsache in einer Vergrößerung der Härte besteht. Diese Vergrößerung der Härte erklärt sich dadurch, daß ja jedes auftreffende Metallteilchen von den nachfolgenden gehämmert wird, wodurch eine größere Dichte des Gefüges und damit ein erhöhter Widerstand gegen das Eindringen von fremden Körpern herbeigeführt wird. Während gegossenes Zinn nach der Brinellschen Kugeldruckprobe einen Härtegrad von 9,5 aufweist, zeigt gespritztes einen solchen von 14,2. In einzelnen Fällen, wie z. B. bei der Herstellung von Druckstöcken, ist eine derartige Erhöhung der Härte von äußerster Wichtigkeit. Wie stark die Überzüge anhaften, geht aus den beistehenden Fig. 6 und 6a hervor, von denen die erste einen auf Holz gespritzten Bleiüberzug bei 140 facher Vergrößerung

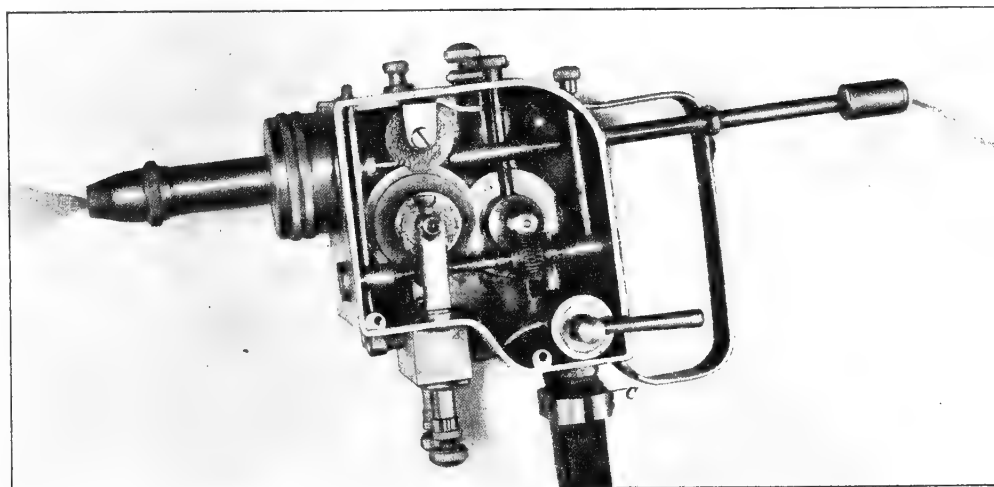


Fig. 5. Spritzpistole geöffnet.

öffnetem Zustande dar. Beim Gebrauch wird auf die dem Beschauer zugewendete Seite noch ein Deckel aufgesetzt, der den ganzen Innenraum nach außen hin abschließt.

Mit Hilfe dieser Pistole lassen sich nicht nur Metalle, sondern auch Legierungen und vor allem auch sehr schwer schmelzbare Metalle, wie Platin, zerstäuben. Es sei noch erwähnt, daß die Schoopschen Einrichtungen auch die Herstellung eines aus einer Legierung bestehenden Überzuges gestatten, der sich aus zwei verschiedenen vor der Zerstäubung getrennten Metallen zusammensetzt. Wir haben oben erwähnt, daß bei der Verwendung oxydierender Gase eine Oxydation nicht eintritt. Das Verfahren kann jedoch auch so geregelt werden, daß da, wo sie erwünscht ist, eine solche Oxydation stattfindet. Es lassen sich also z. B. in der Akkumulatorentechnik bei Verwendung von Blei ohne weiteres Bleioxyde auf die damit zu überziehenden Flächen aufspritzen.

Ebenso, wie sich durch Verwendung bestimmter Gase und bei entsprechender Leitung des Prozesses

darstellt, der im Metallurgischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Charlottenburg aufgenommen worden ist. Man sieht ohne weiteres, wie das Metall jede Unebenheit des Holzes aufs genaueste ausgefüllt hat, wie es bis in die einzelnen Poren vorgedrungen ist, und wie an der Berührungsfläche sowohl eine Verdichtung des Holzes, wie auch der Metallschicht stattgefunden hat. Die zweite Abbildung zeigt (bei 70 facher Vergrößerung) einen auf Kupfer aufgespritzten Bleiüberzug. Auch hier hat eine vollständige Ausfüllung aller Unebenheiten der Kupferoberfläche stattgefunden. Die beiden Metalle sind vollkommen ineinander eingedrungen und haben sich sogar teilweise durchdrungen. Schoop nimmt an, daß an der Begrenzungsfläche zweier Metalle, von denen das eine nach seinem Verfahren aufgebracht ist, die Bildung einer Legierung stattfindet. Diese Annahme gewinnt durch die mikroskopische Betrachtung der Begrenzungsfläche an Wahrscheinlichkeit.

Die Anwendungsgebiete des Schoopschen Ver-

fahrens sind außerordentlich ausgedehnt. Es läßt sich eben jeder Gegenstand mit jeder beliebigen Metallschicht überziehen, und deshalb kann man wohl sagen, daß der Verwendung des Verfahrens keine Grenzen gesetzt sind. Immerhin wird es interessant sein, die hauptsächlichsten Gebiete kennen zu lernen, auf denen das Verfahren sich entweder bereits eingeführt oder doch wenigstens den

usw. Ferner ist es möglich, mit dem Schoopschen Verfahren für ganz bestimmte Zweige der Technik wichtige Wirkungen zu erreichen. In der chemischen Industrie, insbesondere bei der Fabrikation und Verwendung von Säuren, werden vielfach Gefäße gebraucht, die man bisher aus Platin oder Blei herstellen mußte und die im ersten Falle teuer, im letzten schwer und wenig haltbar waren. Jetzt kann man Gefäße aus einem nicht säurefesten Material, also z. B. aus Eisen, dadurch säurefest machen, daß man ihnen auf dem Wege des Schoopies einen inneren Überzug von Platin oder Blei gibt. Auch Transportwagen für die verschiedenartigsten chemischen Produkte können aus leichterem Metall angefertigt und dann durch einen Metallüberzug gegen den Angriff der in ihnen versandten Chemikalien geschützt werden. Es ist in derartig hergestellten verbleiten Eisengefäßen lange Zeit hindurch Schwefelsäure gekocht worden, ohne daß sich, wie die Analysen ergaben, eine Spur von Eisen darin löste. — In der Elektrotechnik stieß die Verbindung von Kohlen- oder Elektrodenenden mit den Leitungsdrähten bisher auf mancherlei Schwierigkeiten. Bei der Verwendung von Klemmschrauben bildeten sich nur allzu häufig infolge der Wirkung von Säuren oder atmosphärischer Einflüsse oder durch die Feuchtigkeit, den elektrischen Strom und eine dadurch einsetzende Elektrolyse sekundäre Produkte, die Übergangswiderstände verursachten oder den Kontakt ganz aufhoben. Es mußte in vielen Betrieben eine ständige Überwachung statthaben, und man hat deshalb schon mehrfach nach Methoden zur Vereinfachung bei der Verbindung von Leitungsdrähten unter sich wie mit anderen elektrischen Apparaten gesucht, ein Bestreben, das z. B. zur Schaffung des Arltschen Drahtbündelverfahrens geführt hat, bei dem die Drähte durch Kluppen miteinander verbunden werden. Auch hier bildet das Schoopsche Verfahren einen Ersatz. Weitere Anwendungsgebiete desselben auf dem Gebiete der Elektrotechnik sind z. B. die Herstellung von elektrischen Heizwiderständen und die Ausgestaltung elektrischer Öfen. Bei beiden kommt, wenigstens bei vielen Konstruktionen, der Heizeffekt dadurch zustande, daß der elektrische Strom durch eine Metallfolie hindurchgeschickt wird. Diese Metallfolie läßt sich auf feuerbeständigen Materialien, wie z. B. Schamotte und dergleichen, mit Hilfe des Schoopschen Verfahrens ohne jede Schwierigkeit erzeugen. Außerdem lassen sich, wie wir schon erwähnten, unter Zuhilfenahme oxydierender Gase ohne weiteres Oxyde des Bleies, wie Bleisuperoxyd, auf die Gitter der Akkumulatorenplatten aufbringen.

Eine besonders schwierige technische Frage ist die des Rostschutzes, die in vielen Fällen dadurch mit Hilfe des Schoopschen Verfahrens gelöst werden kann, daß man die gegen den Rost zu schützenden Gegenstände einfach mit einem Überzug von nicht oxydierbaren Metallen überzieht. — Durch Aufbringen von Metall auf Plan- oder Konkav- bzw. Konvexspiegel lassen sich Spiegel für die verschiedensten Zweige des Handels und der Wissenschaft erzeugen.

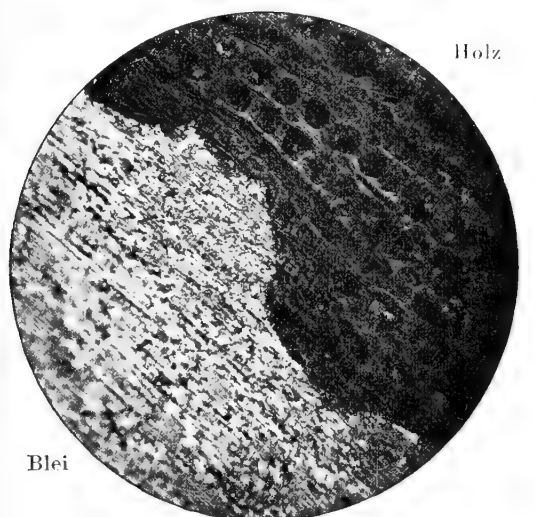


Fig. 6. Blei auf Holz gespritzt. 140fache Vergrößerung (Metallurg. Laboratorium der Techn. Hochschule zu Charlottenburg).

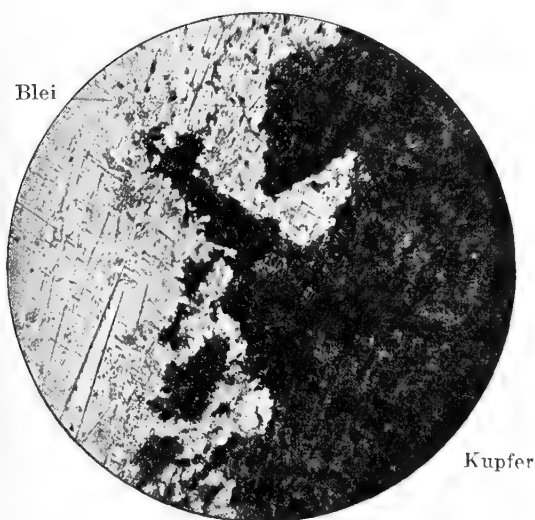


Fig. 6a. Blei auf Kupfer. 70fache Vergrößerung.

Beweis seiner Brauchbarkeit erbracht hat. So lassen sich zunächst die eingangs erwähnten älteren Metallisierungsverfahren für viele Fälle durch das Schoopsche ersetzen. Vor der Galvanoplastik hat es den Vorteil voraus, daß der zu metallisierende Gegenstand keinerlei Vorbereitung bedarf, daß der Raum für Bäder, für die Aufstellung elektrischer Maschinen erspart wird, daß es nicht nötig ist, nicht leitende Oberflächen erst leitend zu machen usw.

Dünne Metallschichten, die leicht der Zerstörung oder dem Bruch bzw. der Verbiegung ausgesetzt sind, können durch „Schoopieren“ verstärkt werden. So pflegt man z. B. jetzt die dünne Kupferschicht der für Druckzwecke dienenden Galvanos mit Blei zu hintergießen. Diese Hintergießung läßt sich rascher und mit einfacheren Hilfsmitteln ausführen, sofern man es nicht überhaupt vorzieht, den ganzen Druckstock sofort in entsprechender Stärke nach diesem Verfahren auszuführen.

Besonders wichtig erscheint in unserer Zeit der Entwicklung des Luftverkehrs die Herstellung metallisierter Ballonhüllen. Eine solche aus Gummistoff bestehende Hülle, die mit einer hauchdünnen Messingschicht schoopiert ist, reflektiert die Wärmestrahlen der Sonne vorzüglich, so daß die Ausdehnung des Gases beträchtlich vermindert wird. Außerdem bildet das Metall auch einen Blitzschutz, ist doch schon früher vorgeschlagen worden, die Ballonkörper zum Schutz gegen den Blitz mit einem Metallnetz, dem sogenannten Faradayschen Käfig, zu umgeben. Die italienische Regierung läßt gegenwärtig einen Ballon bauen, dessen Hülle in der eben beschriebenen Weise mit Messing metallisiert ist.

Das Problem der Herstellung nahtloser Röhren findet durch das Schoopsche Verfahren gleichfalls seine einfachste Lösung. Es ist nur nötig, einen Kern durch Bespritzen mit einer Metallschicht zu überziehen. Schmilzt man dann den Kern heraus oder entfernt man ihn auf eine sonstige Weise, so bleibt das nahtlose Rohr zurück. Nach dem gleichen Verfahren ist es natürlich ohne weiteres möglich, Abgüsse von Kunstgegenständen anzufertigen. Man arbeitet entweder hier gleichfalls nach der bekannten Methode „der verlorenen Form“, oder man fertigt ein Negativ an, das man dann ausspritzt. Überhaupt scheint dem Schoopieren gerade auf dem kunstgewerblichen Gebiete eine große Zukunft bevorzustehen, lassen sich dadurch doch alle möglichen Gegenstände aus Holz, Leder, Celluloid, ja sogar Spitzen und Gewebe metallisieren. Mit Hilfe einer Schablone ist es möglich, Metallintarsien herzustellen. — Die Verbrecher werden jetzt durch die bekannten Daumenabdrücke identifiziert, die aber, da sie auf Papier aufbewahrt und versendet werden müssen, den Mangel der Vergänglichkeit aufweisen. Eine bessere und dauerhaftere Identifizierungsmarke läßt sich durch Herstellung einer Matrize gewinnen, die nach dem Metallisierungsverfahren durch direktes Bespritzen des Daumens und Abheben der Metallschicht oder durch Metallisierung eines in Gips oder Ton gemachten Abdruckes gewonnen werden kann. — Die außerordentliche Feinheit, mit der jede, auch die kleinste, dem Auge kaum merkbare Erhöhung oder Vertiefung nach diesem Verfahren wiedergegeben werden kann, läßt sich am besten daraus ersehen, daß man sogar Grammophonplatten durch Schoopieren vervielfältigt hat. Die hergestellten Kopien der Schallplatten ließen in bezug auf Reinheit der Wiedergabe nichts zu wünschen übrig. — Der bisherige Verschuß von Wein- oder Sektflaschen mit Hilfe von aufgeklebten oder umgelegten Metall-

kapseln war oft ein ziemlich unzulänglicher, da dadurch ein absoluter Abschluß der Luft nicht immer gewährleistet wurde. Durch Aufspritzen derartiger Kapseln wird die Luft hermetisch abgeschlossen und außerdem das Verfahren selbst bedeutend beschleunigt. Der Abschluß der Luft durch eine zusammenhängende Metallschicht läßt sich auch für die verschiedenartigsten Konservierungsmethoden durchführen. Man kann so Würste oder Eier einfach versilbern oder verzinnen und dadurch längere Zeit hindurch konservieren. Auch Glasgeräte, insbesondere solche für chemische Zwecke, wie Kochkolben, Retorten usw., lassen sich haltbarer machen, indem man auf ihnen nach diesem Verfahren einen Metallüberzug erzeugt, das, wie man sieht, in vollstem Sinne des Wortes als ein Verfahren „der unbegrenzten Möglichkeiten“ bezeichnet werden muß.

Über die optische Aktivität asymmetrischer Moleküle.

Von Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg,
Clausthal i. H.

(Schluß.)

2. *Asymmetrische Atome anderer Elemente; die optisch aktiven Molekularverbindungen.*

Bis etwa zum Jahre 1900 waren nur solche optisch-aktiven Verbindungen mit Sicherheit bekannt, deren optische Aktivität auf dem Vorhandensein eines oder mehrerer asymmetrischer Kohlenstoffatome im Molekül des betreffenden Stoffes beruht. Seit Beginn dieses Jahrhunderts aber wurde besonders durch Untersuchungen von Pope, Le Bel und neuerdings von A. Werner erkannt, daß ebenso wie der Kohlenstoff auch andere Elemente optische Aktivität bewirken können. Allerdings enthalten alle optisch-aktiven Verbindungen, auch wenn ihre Aktivität nicht durch ein *asymmetrisches* Kohlenstoffatom bedingt ist, in ihrem Molekül Kohlenstoffatome. Aber dieser Umstand scheint keine prinzipielle Bedeutung zu haben, sondern seine Erklärung darin zu finden, daß einerseits die präparative Chemie der Kohlenstoffverbindungen besonders weit ausgebaut ist, und andererseits die Kohlenstoffverbindungen im allgemeinen besonders stabil sind und damit von selbst verlaufende Raze-misierungsvorgänge — die, wenn ihre Geschwindigkeit sehr groß ist, den Nachweis der Aktivität sehr erschweren oder gar unmöglich machen können — weniger störend in Erscheinung treten. Die Annahme, daß in jenen optisch-aktiven Verbindungen ohne asymmetrisches Kohlenstoffatom, aber mit asymmetrischen Atomen anderer Elemente die Aktivität auf diese letzten zurückgeführt werden müsse, dürfte wohl einwandfrei sein, wenn auch der direkte Beweis für ihre Richtigkeit, also die Auffindung einer von Kohlenstoff überhaupt freien optisch-aktiven Verbindung eine recht erwünschte Bestätigung wäre.

Zunächst waren dieselben Erscheinungen, wie sie das asymmetrische Kohlenstoffatom aufweist, bei Verbindungen mit asymmetrischen Atomen an-

derer vierwertiger Elemente zu erwarten, und in der Tat hat sich optische Aktivität bei Stoffen mit vierwertigem Silicium-, Zinn-, Schwefel- oder Selenatom feststellen lassen. Von besonderem Interesse sind die Untersuchungen über die Asymmetrie des Stickstoffatoms, das im Sinne der gängigen Valenzlehre drei- oder fünfwertig sein kann. Alle Versuche, optische Aktivität beim dreiwertigen Stickstoffatom aufzufinden, sind bisher erfolglos geblieben, obwohl für viele Verbindungen des dreiwertigen Stickstoffs eine asymmetrische Struktur wahrscheinlich ist. Hingegen haben sich die in der Regel als Abkömmlinge des fünfwertigen Stickstoffatoms angesehenen Ammoniumsalze in Form von optischen Antipoden gewinnen lassen, wenn alle fünf Wertigkeiten des Stickstoffs durch verschiedene Komplexe abgesättigt waren. Neben diese aktiven Ammoniumsalze sind neuerdings noch die optisch-aktiven Aminoxyde *Meisenheimers* von der allgemeinen Formel¹⁾



getreten, die ihr Gegenstück in den ebenfalls in optischen Antipoden existierenden Phosphinoxyden *Meisenheimers* von der analogen Formel¹⁾

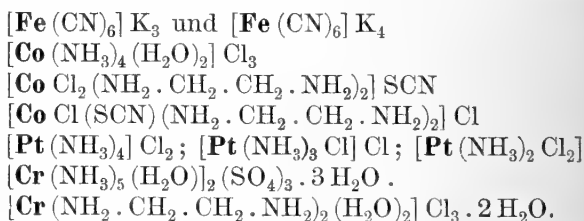


haben.

Sehr große Aufmerksamkeit haben schließlich die in allerneuester Zeit von *A. Werner* in Zürich entdeckten Verbindungen mit asymmetrischem Kobalt-, Rhodium-, Chrom- und Eisenatom erregt, und auf sie soll daher hier etwas näher eingegangen werden.

Bekanntlich genügt die einfache Wertigkeitstheorie, wie sie sich vor allen Dingen im Anschluß an die grundlegenden Arbeiten von *Kékulé* über die Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms entwickelt hat, den Anforderungen der heutigen Chemie nicht mehr. In der organischen Chemie kommt man allerdings auch jetzt noch im allgemeinen mit der Annahme aus, daß der Kohlenstoff vierwertig, der Sauerstoff und der Schwefel zweiwertig, der Wasserstoff einwertig und der Stickstoff je nach den Umständen drei- oder fünfwertig sei; und nur gelegentlich muß zur Deutung der Beobachtungen noch die Annahme von zwei- oder dreiwertigem Kohlenstoff, vierwertigem Sauerstoff, vierwertigem Schwefel oder vierwertigem Stickstoff herangezogen werden. Ganz anders aber liegen die Verhältnisse auf dem Gebiete der anorganischen Chemie. Hier ist die Mannigfaltigkeit der Valenzen sehr viel größer, und die einfache Wertigkeitstheorie vermochte auch bei größter Liberalität der Voraussetzungen den Tatsachen nicht befriedigend nachzukommen; vor allen Dingen die sogenannten Molekularverbindungen, wie die kristallwasserhaltigen Salze und die Ammoniakverbindungen, um nur einige wenige typische Beispiele zu nennen, machten ihr kaum überwindliche Schwierigkeiten. Das Verdienst, diese Schwierigkeiten wenigstens zum großen Teil aus dem Wege geräumt zu

haben, kommt *A. Werner* zu. *Werner* führte neben dem gewöhnlichen Wertigkeitsbegriff, wie er bereits seit langem anerkannt war, den Begriff der „Nebenvalenzen“ ein. Die Nebenvalenzen sind der Ausdruck der chemischen Verwandtschaftskräfte, die, zweifellos vorhanden, in der Theorie der üblichen, der „Hauptvalenzen“, nicht berücksichtigt sind. Sie bewirken im Gegensatz zu den Hauptvalenzen, die nur den Zusammentritt ionisierbarer oder ihnen gleichwertiger Atome oder Atomgruppen ermöglichen, die gegenseitige Bindung von im üblichen Sinne „gesättigten“ Komplexen. Weiter machte *Werner* die Annahme, daß die Anzahl der an einem einzelnen Atom, dem Zentralatom, haftenden, durch Haupt- oder durch Nebenvalenzen festgehaltenen Atome, Atomgruppen oder Moleküle, die hier gemeinschaftlich als „Kernsubstituenten“ bezeichnet werden sollen, insofern begrenzt sei, als in der unmittelbaren Umgebung des Zentralatoms nur eine beschränkte Anzahl von ihnen Platz habe. Die maximale Anzahl von Kernsubstituenten, die in direkter Verbindung mit dem Zentralatom stehen können, wird als „Koordinationszahl“ bezeichnet und ist in der Regel gleich vier oder gleich sechs. Durch die Koordinationszahl wird nun zwar das Bindungsvermögen des Zentralatoms erschöpft, an das Molekül als solches aber können sich durch Haupt- oder durch Nebenvalenzen noch weitere Komplexe anlagern, nur daß diese nicht wie die Kernsubstituenten direkt mit dem Zentralatom in Verbindung stehen, sich nicht im „Innenringe“ des Moleküls, sondern im „Außenringe“ befinden. Im folgenden sind als Beispiel einige Verbindungen dieser Art angeführt, und zwar ist in den Formeln das Zentralatom durch fetten Druck hervorgehoben; die mit dem Zentralatom direkt in Verbindung stehenden, also im Innenringe befindlichen Kernsubstituenten sind zusammen mit dem Zentralatom in eckige Klammern geschlossen; was außerhalb der eckigen Klammern steht, gehört dem Außenringe an.



Die Unterscheidung der Substitution im Innen- oder im Außenringe reicht indessen zur Deutung der bei den verschiedenen Verbindungsreihen des Kobalts, des Platins, des Chroms usw. beobachteten Isomeren nicht aus. Eingehende Untersuchungen haben vielmehr gezeigt, das Isomerie auch durch verschiedene Anordnung der Kernsubstituenten im Innenringe verursacht werden kann, d. h. die Tatsachen haben zu einer stereochemischen Betrachtung des Innenringes gedrängt.

Den Ausgangspunkt für die Stereochemie der komplexen Kobaltverbindungen, die für die folgende Darstellung des methodisch Wichtigen als Beispiel dienen sollen, bildet die Tatsache, daß die Koordinationszahl des Kobalts in allen den Verbindungen,

¹⁾ In der Formel geben R, R' und R'' drei verschiedene einwertige Atome oder Atomgruppen an.

die aus einfachen Salzen des dreiwertigen Kobalts hergestellt werden können, gleich sechs ist, eine Tatsache, die sich auch aus den weiter oben angeführten Formeln ergibt. Versucht man sich ein Bild von der Verteilung der sechs Valenzeinheiten im Raume zu machen, so gelangt man in Anlehnung an das Tetraederschema, das die räumliche Verteilung der vier Wertigkeiten des Kohlenstoffatoms zeigt, zum Oktaederschema (vgl. Fig. 3): Das Kobaltatom liegt im Mittelpunkt eines regulären Oktaeders und erstreckt die Valenzkräfte nach dessen Ecken. Diese einfache Annahme hat sich zur Deutung der experimentellen Tatsachen ausgezeichnet bewährt.

So gibt es, um ein Beispiel anzuführen, zwei Reihen von Dinitritodiäthylendiamin-Kobaltsalzen von der Formel



in der X ein einwertiges Säureradikal vorstellt. Nach der Oktaederformel sind offenbar zwei Möglichkeiten in der Anordnung der Kernsubstituenten gegeben: die beiden Reste der salpetrigen Säure können sich entweder in „Trans“-stellung an einander gegenüberliegenden, oder in „Cis“-stellung an

schönen Versuche von *Werner* über die optische Aktivität von Verbindungen mit asymmetrischem Kobaltatom ermöglicht, und sie ergab die Richtigkeit der von demselben Autor früher nach der nicht ganz einwandfreien Methode bestimmten Strukturformeln. Die Cis-dinitrito-diäthylendiamin-Salze sind, das ergibt die Figur (vgl. Fig. 6 und 7), unsymmetrisch und müssen in zwei im Verhältnis von Gegenstand zu Spiegelbild stehenden, d. h. in zwei verschiedenen, sich nur durch ihr optisches Drehungsvermögen unterscheidenden isomeren Formen vorkommen, und in der Tat konnte *Werner* den genannten Komplex in Form der beiden von der Theorie verlangten optischen Isomeren gewinnen und damit, wie er mit berechtigtem Stolz sagt, eine der weitestgehenden Folgerungen aus der Oktaederformel bestätigen. Hingegen sind — und dies negative Ergebnis ist für die Beurteilung der Oktaederformel ebenso wichtig wie jenes positive Ergebnis — alle Versuche, die Trans-dinitrito-diäthylendiamin-Salze in analoger Weise in optische Isomere zu spalten, gescheitert: nach der Oktaederformel besitzen die genannten Trans-Verbindungen, wie das Bild zeigt, eine

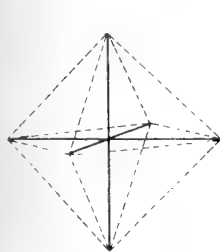


Fig. 3. Schematische Darstellung der Verteilung der 6 Valenzeinheiten nach dem Oktaederschema.

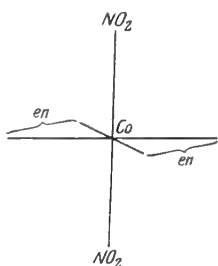


Fig. 4. Schematische Darstellung der Innenringe von Trans- (Fig. 4) und Cis- (Fig. 5) -dinitritodiäthylendiamin-Kobaltsalze.

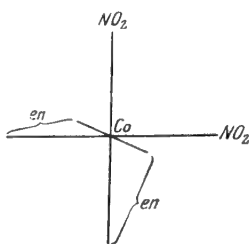


Fig. 5.

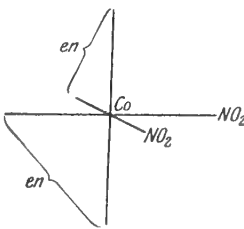


Fig. 6.

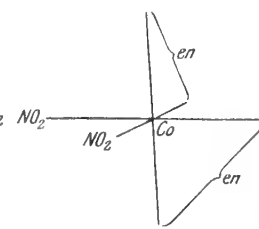


Fig. 7.

Die beiden Formen des Innenringes der Dinitritodiäthylendiamin-Kobaltsalze.

nebeneinanderliegenden Oktaederecken befinden. Die Betrachtung des Raumbildes (vgl. Fig. 4 und 5)¹⁾ zeigt ohne weiteres, daß ein Ersatz der beiden einwertigen Nitritreste NO_2 durch den zweiwertigen Karbonatrest CO_3 leicht möglich sein müsse, wenn sich die beiden Nitritreste in der Cis-Stellung befänden, daß er aber in der Trans-Stellung kaum durchführbar sein würde. Dieser Schluß kann allerdings nur unter der Voraussetzung als berechtigt angesehen werden, daß während des Substitutionsvorganges eine intramolekulare Verschiebung der Kernsubstituenten nicht stattfindet, und gerade diese Voraussetzung kann nach neueren Erfahrungen, wie sie z. B. bei dem Studium der Waldenschen Umkehrung gewonnen worden sind, nicht als allgemeingültig anerkannt werden, wenn sie auch wohl in vielen Fällen, vielleicht in der Mehrzahl der Fälle, richtig sein dürfte.

Die unter diesen Umständen erforderlich erscheinende Kontrolle der Anschauungen über die Konstitution der Verbindungen wurde durch die

Symmetrieebene, können also keine optische Aktivität zeigen.

In ähnlicher Weise wie die Molekularverbindungen des Kobalts konnte *Werner* auch Molekularverbindungen des Chroms, des Eisens und des Rhodiums in optischen Isomeren gewinnen. Besonders interessant ist aber noch eine Folgerung aus der Oktaederformel für das Kobaltatom, die zur Kenntnis der ihrer Struktur nach von allen bisher bekannten optisch aktiven Stoffen einfachsten Verbindung mit optischer Aktivität führte. Ersetzt man die beiden im Cis-dinitrito-diäthylendiamin-Salz enthaltenen Nitritgruppen durch eine Diäthylendiamingruppe, so gelangt man zu dem entsprechenden Triäthylendiamin-Salz, einem Stoff, der, wie das Oktaederschema zeigt (vgl. Fig. 8 und 9), keine Symmetrieebene besitzt und daher ebenfalls in zwei optischen Isomeren vorkommen muß: Auch diese Folgerung aus seiner Theorie konnte *Werner* experimentell verwirklichen.

Die Untersuchungen *Werners*, über die hier berichtet worden ist, haben eine große Bedeutung. Sie haben uns optisch-aktive Stoffe von bisher nicht bekanntem Typus kennen gelehrt und gezeigt, daß

¹⁾ In den folgenden Figuren ist en die Abkürzung für das zwei Nebenvalenzen absättigende Äthylendiamin $\text{NH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{NH}_2$.

die wesentliche Bedingung für das Auftreten optischer Isomeren tatsächlich nur die Asymmetrie des Moleküls ist. Ferner haben sie eine glänzende Bestätigung für die Brauchbarkeit und Zweckmäßigkeit der Wernerschen Theorie der Molekularverbindungen gebracht, und drittens endlich

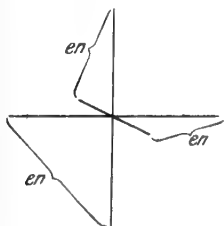


Fig. 8.

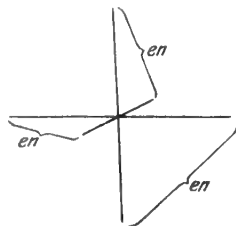


Fig. 9.

Die beiden Formen des Inneerings der Triäthylendiamin-Kobaltisalze.

geht aus ihnen hervor, daß Haupt- und Nebenvalenzen dieselbe Wirkung ausüben; sie berechtigen uns damit zur Annahme, daß ein Unterschied zwischen Haupt- und Nebenvalenzen überhaupt nur in der historischen Entwicklung des Valenzbegriffes liegt, aber nicht in der Natur der Dinge selbst, nicht experimentell begründet ist.

Über die Genesis der Kohlenhydrate.

Von Prof. Dr. Emil Baur, Zürich.

In Blättern, Stengeln, unreifen Rüben und unreifen Früchten kommen eine Anzahl von Karbonsäuren der aliphatischen Reihe vor, von denen die folgenden mit Regelmäßigkeit angetroffen werden:

Oxalsäure,
Ameisensäure,
Glyoxalsäure,
Glykolsäure,
Äpfelsäure,
Zitronensäure.

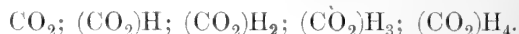
Diese Säuren verschwinden beim Reifen der Früchte, um Zuckerstoffen Platz zu machen. Daraus wird jeder unbefangene Beobachter den Schluß ziehen, daß die Kohlenhydrate aus diesen Säuren hervorgehen. In der Tat war dies die Meinung *Justus v. Liebig's*. Er verstand die Pflanzensäuren als Vorstufen der Kohlenhydrate. In späterer Zeit sind aber die Physiologen davon völlig abgekommen, und mit nur sehr vereinzelt und schüchternen Ausnahmen¹⁾ scheint man darin einig zu sein, daß die Pflanzensäuren als Relikte mangelhafter Oxydation der Kohlenhydrate anzusehen seien²⁾.

Der Grund für diese verzweifelte Meinung scheint mir aber nur darin zu liegen, daß der organischen Chemie kein Zusammenhang zwischen

Karbonsäuren und Zuckern bekannt war. Dies genügte, um die Lehre entstehen zu lassen, daß in der grünen Pflanze zwischen der Kohlensäure und den Kohlenhydraten keine Mittelglieder nachweisbar seien, vielleicht mit Ausnahme der Spuren von Formaldehyd, die man in Blättern entdecken konnte³⁾, und die man als Zeugen für die auf *Ad. v. Baeyer* zurückgehende Ansicht anführte²⁾, daß der photochemische Vorgang die Kohlensäure zu Formaldehyd reduziert.

Ich will nun zu zeigen versuchen, in welcher Weise die obengenannten Säuren unter sich und mit Formaldehyd, dem einfachsten Kohlenhydrat, zusammenhängen. Es gibt in grünen Pflanzenteilen noch drei andere, häufige Säuren: die Weinsäure, Bernsteinsäure und Milchsäure. Diese wollen wir von unserer Betrachtung ausschließen, da ihre Bildung sekundär zu sein scheint. Die Weinsäure stellt sich als oxydierte Äpfelsäure dar, wenn sie nicht besser als Kondensation der Glyoxalsäure und Glykolsäure aufgefaßt wird, worauf mich Herr *Kehrmann* auf der Versammlung der Schweizer chemischen Gesellschaft in Lausanne aufmerksam machte; die Bernsteinsäure geht aus der Glutaminsäure durch Kohlensäureabspaltung³⁾ und wohl auch aus der Asparaginsäure durch Reduktion hervor⁴⁾, und die Milchsäure ist ein Produkt des absteigenden Stoffwechsels und wird in der Pflanze wohl ebenso wie im tierischen Muskel und bei den bekannten Gärungen von der Zersetzung des Zuckers herühren.

Zuvor muß ich erklären, warum es unwahrscheinlich ist, daß die Reduktion der Kohlensäure zu Formaldehyd in einem Schritt geschehe. Zwischen beiden gibt es eine Reihe Zwischenglieder, von denen die einfachsten die folgenden sind:



Diesen Reduktionsstufen entsprechen die Säuren:



Nun bemerken wir in der Chemie allenthalben, daß vorhandene Zwischenglieder selten oder nie übersprungen werden. Es ist daher wahrscheinlich, daß dieser Satz auch auf die Reduktion der Kohlensäure sinngemäß Anwendung finden wird.

Zu diesem letzteren Behufe müssen wir beachten, daß bei der Reduktion der Kohlensäure zu Oxalsäure in neutraler (d. h. weder saurer, noch alkalischer) Lösung die Arbeit des Lichtes um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ kleiner ist, als diejenige, die zur Erreichung der Formaldehydstufe nötig wäre. Noch günstiger

¹⁾ *Curtius und Franzen*, Ber. d. d. chem. Ges. 45, 1715 (1912).

²⁾ Vergl. *G. Trier*, Einfache Pflanzenbasen usw., Berlin 1912, S. 30.

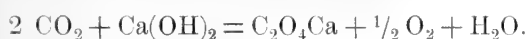
³⁾ *F. Ehrlich*, Biochem. Ztschr. 18, 391 (1909).

⁴⁾ *E. Baur u. H. Barschall*, Beiträge zur Kenntnis des Fleischextraktes. Arb. Kais. Gesundheitsamt 24, 571 (1906).

¹⁾ *H. Euler*, Pflanzenchemie. Braunschweig 1909. III. Tl., S. 183 u. 266. — Die dort gegebene Gleichung: $2\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5 = 2\text{CO}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ findet sich auch bei *E. Baur*, Cosmografia chimica. Milano 1908, S. 207.

²⁾ *Czappek*, Biochemie der Pflanzen. Jena 1905. Bd. II S. 417—443.

liegt die Energiebilanz, wenn die Lösung alkalisch ist und ein unlösliches Salz der Oxalsäure entsteht, etwa nach der Gleichung:



Ist der photochemische Vorgang so geartet, daß die aus der Gleichung ersichtliche Wasserbildung mit der Reduktion wirklich gekoppelt ist, so verringert sich der vom Licht zu leistende Potentialhub um den Betrag der Neutralisationsenergie. Schwerlich werden die Pflanzen sich diesen photochemischen Vorteil haben entgehen lassen.

Man darf es daher als wahrscheinlich betrachten, daß bei der Assimilation als *erstes* Reduktionsprodukt die Oxalsäure entsteht¹⁾, wofür sich nach *Liebig* auch *M. Berthelot*²⁾ ausgesprochen hat. Natürlich ist hier unter Assimilation nur die Reduktion verstanden. Bevor diese beginnen kann, muß die Kohlensäure in Verbindung mit dem Chlorophyll treten. Dies ist ganz selbstverständlich; denn da die Kohlensäure ja an und für sich farblos ist, kann sie unmöglich des Lichtgenusses teilhaftig werden, bevor sie sich ein Farbenkleid angehan hat³⁾.

Nunmehr obliegt es mir zu zeigen, wie die Pflanzensäuren sich aus der Oxalsäure unter Bedingungen entwickeln lassen, die in den Rahmen der biologischen fallen oder diesen doch nicht bedeutend überschreiten.

Ganz leicht gelingt dies zunächst für die Ameisensäure, die nach der Gleichung



auf mannigfache Weise aus der Oxalsäure entstehen kann. Den physiologischen Bedingungen, das sind in erster Linie gewöhnliche Temperatur und verdünnte wässrige Lösung, kommt wohl die Photolyse der Oxalsäure bei Gegenwart von Uranylsalzen am nächsten.

Um dann weiter zur Glykolsäure vorzudringen, beachten wir, daß die Oxalsäure durch elektrolytisch ohne erhebliche Überspannung an Platinelektroden entwickelten Wasserstoff zu Glyoxalsäure und Glykolsäure reduziert werden kann. Wasserstoff von gleicher Reduktionsenergie können wir aus der Ameisensäure gewinnen, wenn wir sie an Platinschwarz oder Rhodiummohr zerfallen lassen nach der Gleichung



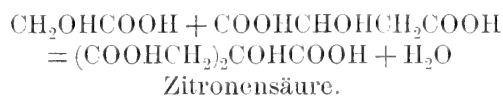
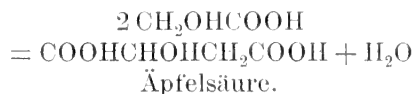
Man wird daher die energetische Möglichkeit einer Umsetzung der beiden Säuren in gemeinschaftlicher wässriger Lösung nach der Gleichung:



nicht bestreiten können, und man kann sie auch, allerdings nur spurenweise, eintreten sehen, wenn man Oxalsäure-Ameisensäure-Lösungen mit Platin-

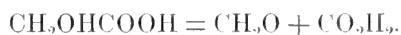
schwarz in der Wärme stehen läßt. Bessere Ausbeuten wären allein eine Sache geeigneter Katalyte (Reduktasen), deren Existenz im Organismus wir immerhin verfügen dürfen.

Die Äpfelsäure und die Zitronensäure gliedern sich der Glykolsäure unmittelbar an, indem sie mit ihr auf gleicher Oxydationsstufe stehen. Es sind kondensierte Glykolsäuren nach den Gleichungen:



Es ist merkwürdig, daß man diese einfache Beziehung bisher garnicht gewürdigt hat. Durch die kondensierende Wirkung von Kalkwasser scheint es möglich zu sein, sowohl glykolsaures wie äpfelsaures Calcium bei gewöhnlicher Temperatur in das zitronensaure Salz überzuführen⁴⁾. Man wird nicht bezweifeln können, daß es sich hier um bewegliche Gleichgewichte handelt, die es der Pflanze ermöglichen, Überschüsse von Glykolsäure in Form von Äpfel- und Zitronensäure aufzubewahren, und umgekehrt bei Mangel von Glykolsäure diese aus vorrätigem Malat oder Zitrat zu beschaffen.

Die Glykolsäure nämlich ist es, von der die Brücke nach den Kohlenhydraten zu schlagen ist. Glykolsäure erleidet in verdünnter Lösung und bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Einfluß von Kupfer-, Eisen- oder Uransalzen, ähnlich der Oxalsäure, eine Photolyse nach der Gleichung⁵⁾:



Damit wären wir dann also auf die Reduktionsstufe der Kohlenhydrate herabgestiegen. Um einen Zucker hervorzubringen, müssen wir nur noch zu der kondensierenden Wirkung des Kalkwassers greifen, unter dessen Einfluß aus Formaldehyd Pentosen und Hexosen erzeugt werden²⁾.

Man könnte versucht sein, auch hier wieder das Prinzip der Zwischenglieder anzuwenden und zu fordern, daß die Kohlenhydrate mit zwei, drei, vier, fünf und sechs Kohlenstoffatomen bei dieser Synthese nach einander entstünden. Ein solcher Gedankengang würde indessen außer acht lassen, daß die Natur eine ganz besondere Vorliebe für Komplexe, Klumpen oder Packungen aus fünf und sechs Kohlenstoffatomen an den Tag legt, so daß, richtig gesehen, Pentosen und Hexosen dem Formaldehyd näherstehen, als die niederen Glieder der Reihe der Kohlenhydrate. Die in der Natur verbreitetsten Kohlenhydrate haben ihre Verbreitung eben deswegen, weil sie in ihrer Bildungstendenz einen Vorsprung vor ihren Nachbarn besitzen. Es ist eine Konsequenz der tetraedrisch gerichteten Kohlenstoffvalenzen, daß Gruppen von fünf oder sechs Atomen den Raum kompakt ausfüllen, in diesem

¹⁾ *E. Baur*, Ztschr. phys. Chem. 68, 706 (1908); 72, 336 (1910).

²⁾ *Compt. rend.* 102, 995 (1886); 102, 1254 (1886); *Ann. chim. phys.* (6) 10 (1887); *Ann. soc. agron.* 8, 1 (1891); 9, 1 (1892). — Zitiert nach *Czapek*, Biochemie der Pflanzen.

³⁾ *E. Baur*, Cosmografia chimica, Milano 1908, S. 191.

⁴⁾ *E. Baur*, Ber. d. d. chem. Ges. 46, Heft 5 (1913).

⁵⁾ *Emil Fischer*, Synthesen in der Zuckergruppe. Ber. d. d. chem. Ges. 23, 2114.

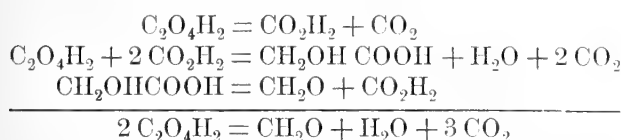
sterischen Umstände dürfen wir wohl den Grund für die leichte Bildung und Stabilität der fünf- und sechsgliedrigen Kohlenstoffverbindungen erkennen.

Vermutlich tritt im Organismus bei der Zerlegung der Glykolsäure der Formaldehyd garnicht als notwendiges Zwischen-, sondern nur als untergeordnetes Nebenprodukt auf, d. h. es entsteht vielleicht in der Pflanze sofort eine Hexose oder dergl., und die kleinen Mengen Formaldehyd, die sie nebenher erzeugt, sind für sie wohl ein fabrikationstechnisch unerwünschter Abfall, der vielleicht bloß als Material zur Gewinnung von Methylalkohol nach der Cannizarroschen Reaktion in Betracht kommt¹⁾.

Die Ameisensäure, die bei der Zerlegung der Glykolsäure entsteht, muß zur Reduktion neuer Mengen von Oxalsäure Verwendung finden. Deren Anlieferung ist von den Belichtungsumständen abhängig. Sollen nicht zeitweilige Überschüsse an Ameisensäure auftreten, so muß man den Zerfall der Glykolsäure, und damit die Zuckerbildung, regulieren. Es scheint mir, daß die Pflanze diese Aufgabe dadurch zu lösen imstande ist, daß sie die Glykolsäure aufspeichert. So erklärt es sich, was bisher dem Verständnis immer Schwierigkeiten bereitete, daß die Äpfelsäure der Crassulaceen während der Nacht zunimmt und bei Belichtung abnimmt. *G. Kraus*²⁾, der diesen Äpfelsäure-Stoffwechsel ausführlich untersuchte, gewann auch den richtigen Eindruck, daß dabei aus der Äpfelsäure Kohlenhydrat entstehe. Wir haben dem nur hinzuzufügen, daß der Hergang sich aus einer Hydrolyse und einem darauffolgenden Zerfall der Glykolsäure zusammensetzt. Für das Verschwinden der Zitronensäure aus reifenden Früchten gilt jedenfalls ein gleiches.

In meinen Versuchen ist die Zerlegung der Glykolsäure durch Licht bewirkt worden. Wir müssen uns aber bewußt bleiben, daß dieser besondere Umstand nicht notwendig auf das Pflanzenleben übertragen zu werden braucht. *Nötig* ist das Licht bloß da, wo es reduziert. Für alle anderen Prozesse verfügt der Organismus über spezifische Enzyme. Wir bedienen uns gegenwärtig experimentell des Lichtes bloß als eines bequemen generellen Enzymes.

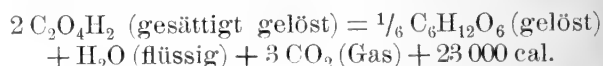
Faßt man die drei Zerfallsreaktionen zusammen, so wird klar, in welcher einfachen Weise es stöchiometrisch möglich ist, die Oxalsäure völlig in Kohlenhydrat überzuführen, nämlich:



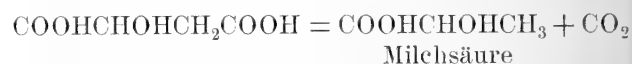
Wie man sieht, entsteht bei der Aufarbeitung der Pflanzensäuren zu Kohlenhydrat sehr viel Kohlensäure, die sich bemerklich machen muß, wo sie nicht durch die Wirkung des Lichtes von neuem in den Kreis der Assimilation hineingezogen wird. In der Tat ist es längst bekannt, daß bei der Reifung

der Früchte bedeutende Kohlensäure-Entwicklung stattfindet¹⁾.

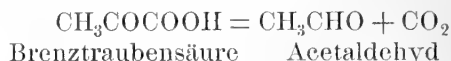
Die letzte der vorigen Gleichungen verdient eine aufmerksame Betrachtung. Sie hat Ähnlichkeit mit der alkoholischen Gärung, insofern als es sich beide Male um einen Zerfall einer mittleren Oxydationsstufe in zwei äußere handelt. Der einfachste Vertreter dieser Klasse von Reaktionen ist der Zerfall eines Aldehyds in Alkohol und Säure. Solche Reaktionen sind meist erheblich exotherm und besitzen eine entsprechend große freie Energie, was für ihren schnellen und glatten Verlauf von entscheidender Bedeutung ist. Z. B. erhalten wir:



Aus diesem Grunde haben sie in der physiologischen Chemie eine sehr große Wichtigkeit und Verbreitung. Sie verrichten so ziemlich alles, was dem Chemiker sonst erstaunlich schiene. Mit ihrer Hilfe tritt eine Selbstreduktion der organischen Stoffe ein, wobei Wasser und Kohlensäure als Abfall entsteht. Viele andere Gärungen, z. B. die der Äpfelsäure nach der Gleichung²⁾:

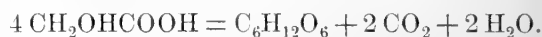


und verschiedene neuere, von *C. Neuberg*³⁾ entdeckte, z. B.



gehören hierher, ebenso sämtliche Prozesse der sogenannten „intramolekularen Atmung“, die Abspaltung der Amine aus den nächsthöheren Aminosäuren⁴⁾ usw. Auf die Ausgiebigkeit dieses Hilfsmittels habe ich schon vor längerer Zeit hingewiesen⁵⁾. Ich zog einen solchen Prozeß heran, um die Zuckerbildung aus Eiweiß im Tierkörper zu erklären, einen Vorgang, den *E. Pflüger* lange Zeit eifrig bekämpfte, weil er darin unübersteigliche chemische Schwierigkeiten erblickte⁶⁾.

Die Bausteine der Proteine, die Aminosäuren, werden in der Leber hydrolysiert, und es hinterbleiben die entsprechenden Oxyssäuren. Diese müssen das Material der Zuckerbildung abgeben. Wenn wir nun bedenken, daß $\frac{2}{3}$ des gesamten Eiweißstickstoffes intermediär als Glykokoll vorhanden ist⁷⁾, so stoßen wir wieder auf die Glykolsäure als Quelle der Kohlenhydrate auch im Tierkörper. Meine damalige Spekulation faßte die Gleichung ins Auge:



¹⁾ *Cahours*, Compt. rend. 58, 495 (1864) — *Saintpierre* und *Magnien*, Compt. rend. 86, 491 (1878).

²⁾ *Möslinger-Auerbach*, Ztschr. Nahrungs- u. Genußmittel 1901, S. 1120.

³⁾ *Biochem. Ztschr.* 31, 170; 32, 323; 36, 60; 36, 68 (1912).

⁴⁾ *G. Trier*, Einfache Pflanzenbasen usw., Berlin 1912, S. 8—13.

⁵⁾ *E. Baur*, Chemische Kosmographie, München 1903, S. 200—201.

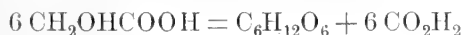
⁶⁾ *E. Pflüger*, Die Bedeutung der neuesten Arbeiten über den Pankreasdiabetes. *Pflügers Archiv*, 106, 168 (1904).

⁷⁾ *Wiechowski*, Hofmeisters Beiträge 7, 204.

¹⁾ Vergl. *G. Trier*, Einfache Pflanzenbasen usw., Berlin 1912, S. 48.

²⁾ Abhandl. d. naturforsch. Ges. Halle 16, 393 (1886).

Ich muß mich jetzt dahin verbessern, daß ich an Stelle dieser Reaktion jene treten lasse, die wir zuvor für die Pflanze aufgestellt und begründet haben, nämlich:

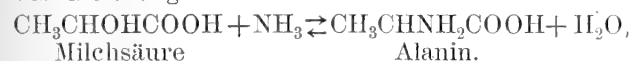


Die Ameisensäure verfällt natürlich im Tierkörper der Oxydation, da dieser für einen Reduktor, wie die Ameisensäure, eben keine Verwendung hat. Insofern mögen diejenigen Recht haben, die hinter der Zuckerbildung aus Oxysäuren im Tierkörper einen oxydativen Prozeß suchen¹⁾. Zusammengezogen lautet dann die vorige Gleichung:



Man muß sich aber bewußt sein, daß dergleichen Zusammenfassungen nur dann einen Sinn haben, wenn eine wirkliche chemische Koppelung vorliegt. Dies wäre hier nun nicht gerade ausgeschlossen. Fehlt die Koppelung, so liefert der Oxydationsprozeß bloß Wärme, aber keine „Betriebsenergie“²⁾. In der physiologisch-chemischen Literatur herrscht hierin vielfach Unklarheit.

Die Desamidierung der Aminosäuren in der Leber ist umkehrbar. Man kann in der Leber die Oxysäuren auch in Aminosäuren, z. B. Milchsäure in Alanin, übergehen lassen³⁾. Es handelt sich hier offenbar um ein unter dem Einfluß bestimmter Fermente bewegliches Gleichgewicht zwischen Aminosäure, Oxysäure und Ammoniak, z. B. gemäß der Gleichung:



das für den Stoffwechsel aller Organismen von der größten Bedeutung ist und mit dem auch die Pflanzen werden operieren müssen⁴⁾.

Wir ziehen daraus die Nutzenanwendung, daß dieselben Oxysäuren, die wir als die Vorstufen der Kohlenhydrate kennen gelernt haben, nach ihrer Amidierung auch die ersten Bausteine des Eiweißes liefern. Es kann kein Zufall sein, daß gerade das Asparagin, der Abkömmling der Äpfelsäure, der Menge nach so stark hervortritt. So sehen wir denn, daß die Genesis der Proteine und die der Kohlenhydrate eine gemeinsame Wurzel in den Pflanzensäuren hat, und daß letzten Endes die Oxalsäure der Stammvater der organischen Chemie ist.

Die Transplantation des Amphibienauges.

Von Dr. Eduard Uhlenhuth, Wien.

I. Das Salamanderauge nach der Transplantation⁵⁾.

Da die Transplantation von Geweben und Organen in der Chirurgie als klinisches Verfahren

¹⁾ Vergl. J. Parnas u. J. Baer, Biochem. Ztschr. 41, 386 (1912).

²⁾ E. Baur, Cosmografia chimica, Milano 1908, S. 178.

³⁾ Embden, Schmitz, Fellner, Biochem. Ztschr. 23, 424 (1910); 38, 114, 393, 407, 414 (1912).

⁴⁾ E. Baur, Chemische Kosmographie, München 1903, S. 188—189. — G. Trier, Einfache Pflanzenbasen usw., Berlin 1912, S. 44.

⁵⁾ Die Transplantation des Amphibienauges, Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen, Bd. 33, p. 723, 1912.

so vielfache Anwendung findet, dürfte die bloße Tatsache, daß ein so wichtiges Organ, wie das Auge, überhaupt imstande ist, sich auf einer fremden Unterlage zu erhalten, schon von Interesse sein. Dazu kommt noch, daß die Sehorgane typisch funktionelle Strukturen enthalten, die zu ihrem Fortbestehen möglicherweise der Funktion bedürfen. Zum mindesten ist durch Roux für andere funktionelle Strukturen sehr wahrscheinlich gemacht worden, daß nicht nur ihre Entstehung auf die Einwirkung funktioneller Reize zurückzuführen ist, sondern daß ihre Erhaltung ohne die fortgesetzte Ausübung der Funktion nicht möglich ist. Dies gilt beispielsweise für Knochen und Muskeln, und für das Bindegewebe hat Roux in der Flosse des Delphins ein besonders schönes Beispiel für die Entstehung funktioneller Strukturen durch direkte „trophische“ Wirkung des funktionellen Reizes gefunden.

Wenn wir die Veränderungen und den Erhaltungszustand des Auges nach der Übertragung

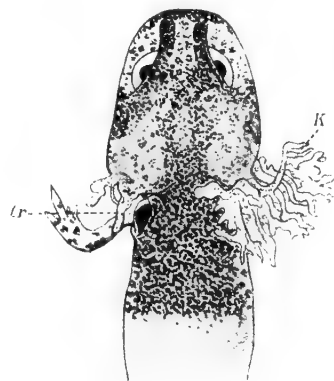


Fig. 1. Larve von Salamandra maculosa mit Kiemen [K] und transplantiertem Auge [tr].

von seiner ursprünglichen Unterlage auf eine neue studieren wollen, so müssen wir uns ständig vor Augen halten, daß eine Ausübung der vollen Funktion des Auges, die in der Vermittlung von Zuständen und Veränderungen der Umwelt an den Organismus besteht, nach der Transplantation nicht mehr möglich ist, denn letztere erfordert die Durchtrennung des Sehnerven, wie wir gleich hören werden. Dagegen erfährt die Einwirkung der funktionellen Reize, nämlich des Lichtes, keine Beeinträchtigung.

Die Übertragung des Auges wird während der Larvenperiode, die der gefleckte oder Feuersalamander in Form eines kiementragenden (Fig. 1, K) Stadiums im Wasser durchmacht, vorgenommen und erfolgt in der Weise, daß das Auge samt der umgebenden Kopfhaut von einem Tier in eine in der Nackengegend einer anderen Larve im Rückenmuskel angebrachte Grube versenkt wird. Wenn die Haut des Transplantates gut an die Wundränder angepaßt wird, erfolgt die Anheilung sehr schnell, ohne daß die Anbringung von irgendwelchen Befestigungsmitteln nötig wäre (Fig. 1, tr).

Schon zwei Tage nach der Transplantation zeigen sich starke Degenerationsvorgänge in der Sehhaut (Retina) des Auges, deren Resultat eine schon auf den ersten Blick erkennbare Auflockerung aller Elemente ist. Die Kerne der Retinazellen fallen einer Nekrose anheim und die so wichtigen Stäbchen und Zapfen der Sehzellen (Fig. 2, *Sch*), die als Ausdruck

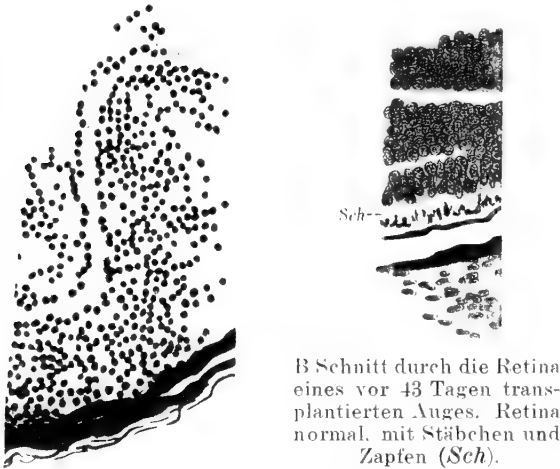


Fig. 2. A Schnitt durch die Retina eines vor 2 Tagen transplantierten Auges. Retinaelemente stark aufgelockert. in Degeneration: Stäbchen und Zapfen degeneriert.

der Funktion des Auges gelten können (bei dem in dunklen Höhlen lebenden Grottenolm, dessen Auge kontinuierlich funktionslos ist, fehlen die Stäbchen und Zapfen normalerweise), verschwinden vollständig (Fig. 2). Diese Involution des Auges ist aber wohl nicht eine Folge der gestörten Funktion, sondern der gestörten Ernährung, wie wir dies

schnitt durch die Nackengegend einer Larve mit dem Transplantat, zu ersehen ist, kommt das Auge mit dem Reste des Sehnerven (*Op*) in die Nähe des Rückenmarkes (*R*) und der Spinalganglien (*Sp*), Ansammlungen von Nervenzellen längs des ersteren, zu liegen. Anfänglich zeigt derselbe keinerlei nennenswerte Veränderungen.

Allmählich beginnen sich die einzelnen Schichten der Netzhaut wieder zu regenerieren und nach 43 Tagen, nach welcher Zeit auch die Stäbchen und Zapfenschichte sich wieder gebildet hat, gleicht das transplantierte Auge ganz einem normalen, wie wir dies in Fig. 4 sehen, die die Netzhaut (*N*) eines vor 43 Tagen übertragenen Auges zeigt.



Fig. 4. Querschnitt durch die Nackenregion von Salam. mac.; links oben ein Teil des transplantierten Auges mit der Austrittsstelle des zu einem langen Strange regenerierten Sehnerven (*Op*). Auge vor 43 Tagen transplantiert. *N* = Retina; *Ld* = langer Rückenmuskel.

Besonders interessant ist das Verhalten des Sehnerven. Er beginnt etwa eine Woche nach der Übertragung auszuwachsen, wobei er sich zunächst verzweigt, offenbar, um verschiedenen Hindernissen, wie sie Muskeln und Knorpeln zu bilden scheinen, auszuweichen. Nach einiger Zeit ist er zu einem langen Nervenstrang regeneriert, der die Länge eines normalen Sehnerven bei weitem übertrifft, und in einem Falle ist er sogar in die Nervenzellenmasse eines Spinalganglions eingedrungen. Diese Verhältnisse veranschaulichen uns die Figuren 4 und 5, die beide nach Querschnitten eines und desselben Tieres gezeichnet sind. Nebeneinander gehalten gestatten sie, den Sehnerv (*Op*) in seinem Verlaufe vom Auge bis in das Spinalganglion (Fig. 5, *Sp*) zu verfolgen. Das Bemerkenswerte daran ist, daß der Sehnerv zwar in die Nervensubstanz, nicht aber in Knorpel- oder Muskelgewebe eindringen zu können scheint.

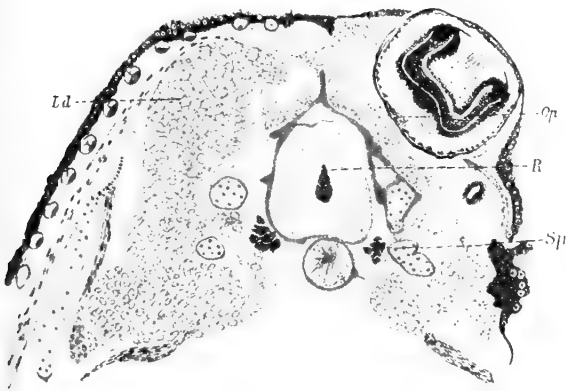


Fig. 3. Querschnitt durch die Nackenregion von Salam. mac., rechts oben mit transplantiertem Auge. *Op* = Sehnerv, *Ld* = langer Rückenmuskel; *R* = Rückenmark; *Sp* = Spinalganglion.

nach anderen sich ähnlich verhaltenden Organen annehmen müssen.

Von dem Opticus, der bei der Entnahme des zu transplantierenden Auges durchgeschnitten werden mußte, ist nur ein Stumpf an dem Auge verblieben. Wie an dem Orientierungsbilde, Fig. 3, einem Quer-

Wenn wir bedenken, daß die funktionellen Sehstrukturen zwar anfänglich degenerieren, später aber sich wieder aufdifferenzieren und zur Norm zurückkehren, so entsteht die Frage, auf welchem Wege dies geschieht, welches also die hierzu nötigen Faktoren sind. Daß die Funktionierung keinen kausalen Anteil daran hat, ist von vornherein klar, weil ja der Mangel an Verbindung mit den Nervenzentren eine solche unmöglich macht. Es blieben danach nur mehr zwei Möglichkeiten; entweder ist die Wiederherstellung der Struktur eine Folge ererbter Entwicklungspotenzen mit Hilfe der wieder eingeleiteten Nahrungszufuhr, also eine gewöhnliche Regeneration, nur daß die Ernährung des regenerierenden Organs von einem fremden Organismus besorgt wird, oder es kommt neben der Ernährung, als zweiter „Realisationsfaktor“ (Roux) auch noch der funktionelle Reiz in Form des ja ungestört einwirkenden Lichtes hinzu. Diese letztere, für die Erhaltung und Einheilung von Transplantaten über-

indem es die für das Salamanderauge charakteristische Metamorphose, nämlich die Schwarzfärbung der im Larvenleben gelben Regenbogenhaut (Iris) zur Zeit der Verwandlung des ganzen Tieres, geradeso erfährt, wie ein normales Auge.

Der Umstand, daß man an der Irispigmentierung eine fixe Marke für den Ablauf der Metamorphose des Auges hat, sodaß das Salamanderauge von dem Momente ab, wo die Iris vollständig schwarz erscheint, als verwandelt gelten kann, und vor allem die eben erwähnte Tatsache, daß sich das transplantierte Auge auch auf einer neuen Unterlage verwandelt, gestattet eine weitgehende Analyse der Metamorphose.

Vergleicht man ein Auge, das von einem ganz jungen Exemplar auf eine weiter entwickelte Larve

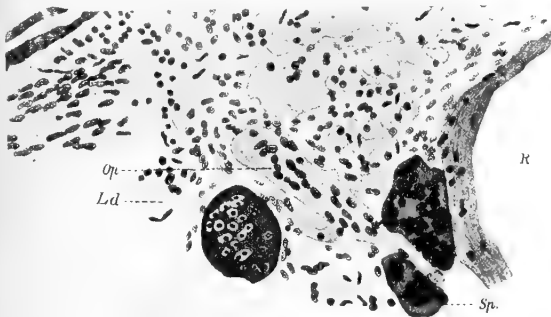


Fig. 5. Querschnitt aus derselben Serie wie Fig. 4. Der regenerierte Sehnerv (*Op*) des vor 43 Tagen transplantierten Auges ist ins Spinalganglion (*Sp*) eingewachsen.
R = Rückenmark; *Ld* = *M. Congissimus dorsalis*.

haupt sehr wichtige Frage, wird sich beantworten lassen, wenn meine Versuche mit gänzlichem Lichtabschluß von dem transplantierten Auge abgeschlossen sein werden.

Meine histologischen Untersuchungen erstrecken sich allerdings bloß auf Transplantate bis zu 43 Tagen; das Auge bleibt aber auch nach dieser Zeit, soweit dies äußerlich konstatierbar ist, wohl erhalten, wie uns das Bild eines Tieres zeigt, das seit 2½ Jahren ein von einem anderen Individuum stammendes Auge (Fig. 6, *o*) trägt. Ja noch mehr, wenn wir das transplantierte mit den normalen körpereigenen Augen vergleichen, so sehen wir, daß es sogar gewachsen ist und in der Zeit seines Aufenthaltes auf dem neuen Nährboden die gleiche Größe erlangt hat, wie die beiden körpereigenen Augen.

II. Kausale Analyse der Metamorphose¹⁾.

Es wächst aber das transplantierte Auge nicht nur, sondern es vermag sich auch zu entwickeln,

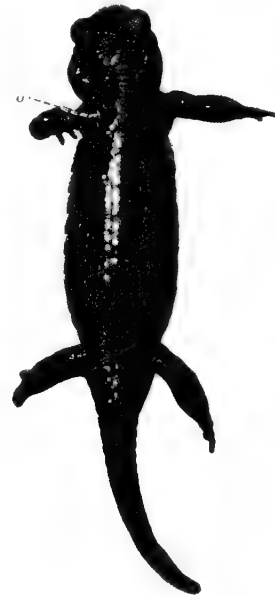


Fig. 6. Verwandeltes Exemplar von *Salam. mac.*, das bei *o* seit 2½ Jahren ein transplantiertes Auge trägt. (Aus dem Archiv für vergleichende Ophthalmologie.)

transplantiert wurde, mit dem am ursprünglichen Orte verbliebenen Schwesterauge, so sieht man, daß sich das erstere weitaus früher verwandelt als das letztere, daß also seine Metamorphose, erkennbar an der Schwärzung der Iris (= Irispigmentierung), durch die Transplantation auf ein älteres Entwicklungsstadium eine Beschleunigung erfährt.

Umgekehrt wird die Metamorphose solcher Augen, die von älteren auf jüngere Larvenstadien übertragen wurden, verzögert, wie ein Vergleich des transplantierten Auges mit dem am normalen Orte belassenen und sich hier normal entwickelnden Schwesterauge lehrt. Man kann also die Metamorphose der beiden Augen eines Tieres, die sich ja als homotype Organe gleichzeitig verwandeln sollten, künstlich dissoziieren, indem man das eine an Ort und Stelle beläßt, das andere auf ein älteres oder jüngeres Larvenstadium überträgt, wo unter dem Einflusse des Wirtes seine Verwandlung beschleunigt resp. verzögert eintritt.

¹⁾ Die synchrone Metamorphose transplanteder Salamanderaugen in: Arch. f. Entwicklungsmech. der Organismen, 1913, und Der Einfluß des Wirtes auf das transplantierte Amphibienauge in Arch. f. vergleichende Ophthalm., 1913.

Vergleicht man das transplantierte Auge mit dem körpereigenen des Wirtes in bezug auf die Verwandlung, so kommt man zu dem merkwürdigen Resultat, daß die Metamorphose des transplantierten Auges weder früher noch später als die des Wirtsauges erfolgen kann, vielmehr immer gleichzeitig, „synchron“, eintritt, gleichgültig, ob die beiden Komponenten gleich- oder verschiedenaltig waren. Unter dem Einfluß des Wirtes gestaltet sich also die Verwandlung des transplantierten und des Wirtsauges „synchron“.

Gegen Ende der Larvenperiode kommt ein Moment, in dem die Tiere ein- und desselben Wurfes äußerlich zwar keine wesentlichen Unterschiede weder untereinander noch gegenüber echten Larven zeigen; und doch geben nicht alle die gleichen Resultate, wenn man ihre Augen auf ganz junge Larven transplantiert. Nur ein Teil von ihnen liefert Augen, die sich wie die echten Larven mit dem Wirtsaug synchron verwandeln, die Augen der übrigen erleiden jedoch auf den um so vieles jüngeren Stadien keine Verzögerung ihrer Metamorphose, sie verwandeln sich vielmehr früher als die Wirtsaugen, also heterochron. Trotz der äußeren, scheinbaren Gleichwertigkeit dieser letzteren Larven mit echten Larvenstadien müssen sie irgendwelche in ihrem physiologischen Zustand begründete innere Verschiedenheiten aufweisen, die uns berechtigen, sie als Larvenendstadien von den echten Larvenstadien abzutrennen.

Was wir aus diesen Experimenten zu schließen haben, ist, daß der Faktor, der die Irispigmentierung auslöst, nicht im Auge selbst liegen kann, sondern im Körper gesucht werden muß. Wäre es umgekehrt, so müßten Augen, die von älteren auf jüngere Larven übertragen wurden, sich unabhängig von den letzteren früher als die Wirtsaugen verwandeln. Das geschieht aber nicht, sondern die Metamorphose, d. h. der Beginn der Irispigmentierung, erfährt eine derartige Verzögerung, daß die Verwandlung in allen drei Augen eines Versuchstieres synchron ist. Die Synchronie der Metamorphose zeigt uns also, daß das Auge mit seiner Verwandlung warten muß, bis im Gesamtorganismus jener physiologische Zustand eingetreten ist, der für die Verwandlung nötig ist, in welchem somit der Faktor zu wirken beginnt, der die Irispigmentierung auslöst.

Ist dies einmal geschehen, dann verwandelt sich das Auge unabhängig vom Gesamtorganismus, sodaß Augen von solchen Larven, in denen der für die Wirksamkeit dieses Faktors nötige physiologische Zustand erreicht ist (also von Larvenendstadien), sich auf jüngere Larven unabhängig vom Gesamtorganismus und daher früher als die Wirtsaugen (heterochron) verwandeln.

Äußerlich unterscheiden sich solche Augen (von Larvenendstadien) nicht von denen, die synchrone Metamorphose ergeben, sie haben wie diese einen gelben Irisring. Man muß daher bei der Irispigmentierung zwischen dem inneren (äußerlich nicht sichtbaren) physiologischen Prozeß und der äußerlich sichtbaren morphologischen Differenzierung, der Irischwärzung, unterscheiden. Durch den eben erwähnten Faktor im Auge ausgelöst wird der physiologische

Prozeß, sein äußeres, morphologisches Korrelat ist die Irisschwärzung. Äußerlich ist der Moment, in dem die Auslösung erfolgt, nicht erkennbar. Die Transplantation und die Heterochronie der Metamorphose belehren uns erst darüber, daß die Auslösung bereits vor der Transplantation, vom alten Muttertiere aus, stattgefunden hat.

Wir haben also bei der Metamorphose des Salamanderauges einen physiologischen Prozeß mit dem äußeren, morphologischen Korrelat der Irisschwärzung. Dieser physiologische Prozeß hat drei Eigenschaften. 1. Er beginnt im Auge vor der äußeren, morphologischen Differenzierung. 2. Er wird durch einen im Körper, nicht im Auge liegenden Faktor ausgelöst. 3. Er läuft unabhängig vom Gesamtorganismus ab, falls er einmal ausgelöst ist.

Eine weitere Analyse der Metamorphose wird sich auf dem Wege erzielen lassen, daß man eine Reihe anderer Teilvorgänge der Metamorphose (Kiemen- und Schwanzflossenresorption) untersucht, ob ihnen etwa physiologische Prozesse zugrunde liegen, die mit den gleichen Eigenschaften ausgestattet sind wie der obige. Alsdann würde sich zeigen, ob der Faktor, der alle die Prozesse auslöst, die wir zusammen als Metamorphose bezeichnen, nicht vielleicht der gleiche für alle ist. So wäre es vielleicht möglich, ein gemeinsames Zentrum für alle, seinen Charakter und seinen Ort zu finden.

Die pflanzlichen Bakteriosen.

Von Dr. J. Peklo, Prag.

Es gibt nur wenige naturwissenschaftliche Disziplinen, welche so vernachlässigt wären, wie es bei der allgemeinen Phytopathologie der Fall ist. Es ist kaum möglich, dieses Wissensgebiet mit seiner medizinischen Schwester zu vergleichen. Die Pflanzenchemie, welche ohnedies relativ ziemlich wenig studiert wird, läßt das phytopathologische Material fast außer acht, während die medizinisch-chemische Pathologie schon heute eine außerordentlich große und selbständige Disziplin repräsentiert. Die pathologische Pflanzenanatomie überschreitet fast noch nicht das deskriptive Stadium. Von dem Experiment wird in der Phytopathologie meist nur zu dem Zwecke Gebrauch gemacht, um der Praxis ein bestimmtes fungicides resp. insekticides Mittel zu empfehlen. Das ist eine Sachlage, die schwer zu verstehen ist. Der bekannte Bakteriologe R. Koch verdankte sehr viel aus seiner wissenschaftlichen Schulung dem Breslauer Botaniker Cohn. Der letztgenannte Forscher studierte selbst den Lebenszyklus des *Bacillus anthracis*, und in seinen Beiträgen zur Biologie der Pflanzen wurde 1876 die fundamentale Entdeckung publiziert, daß nämlich diese tierische resp. menschliche Erkrankung ihre Entstehung einem Bakterium verdankt. So muß man sich eigentlich wundern, daß die Botaniker so zahllose Probleme aus der Physiologie der bakteriellen Tierparasiten ungelöst liegen lassen. Andererseits ist es nicht einmal möglich, zu behaupten, daß die Phyto-

pathologie eine neue Wissenschaft vorstellen dürfte. Denn als ihr Vater ist — insofern sie Erkenntnisse von einer allgemeineren Tragweite zutage bringt — kein anderer Forscher als *de Bary* († 1888) zu nennen, weil dieser schon in den sechziger Jahren Beobachtungen veröffentlicht hat, wie die Keimschläuche von parasitischen Pilzen ins Gewebe der befallenen Pflanzen eindringen, Beobachtungen, die vielleicht die ersten auf dem Gebiete der Phytopathologie überhaupt waren. Und kurz darauf hat derselbe Autor physiologisch-pathologische Arbeiten veröffentlicht, die ihren Wert bisher nicht eingebüßt haben.

Und so ist vielleicht das umfangreiche Material, welches zu Zwecken der landwirtschaftlichen Praxis verarbeitet werden muß, Ursache davon, daß die landwirtschaftlichen Phytopathologen nicht über die Probleme von allgemeinerem Interesse grübeln können, sowie anderseits dem Physiologen ex professo wegen der zahlreichen Fragen, welche das Studium des normalen Pflanzenlebens darbietet, nicht einmal Zeit übrig bleibt, um über die Physiologie der erkrankten Pflanzen nachdenken zu können.

Nichtsdestoweniger beginnt in der letzten Zeit auch in der Phytopathologie ein regeres Leben sich zu zeigen.

Haberlandt und sein Schüler *Guttenberg* inaugurierten das physiologisch-anatomische Studium der pathogenen Gebilde; *Némec* hat feine cytologische Methoden in das phytopathologische Gebiet eingeführt. Aus dem Institut des universellen *Pfeffer* sind mehrere physiologische Arbeiten über pathologische Themen erschienen. In England *Biffen* und in Svalöf *Nilsson-Ehle* analysieren und produzieren neue Getreiderassen, welche mit dem Resistenzfaktor gegen infektiöse Krankheiten ausgerüstet sind. *Petri* und *Pantaneli* in Italien und in Deutschland *Wieler* u. a. legen Bausteine zu dem chemischen Studium der pathologischen Erscheinungen. *E. F. Smith* aus Washington legt endlich Resultate seiner zwanzigjährigen Arbeit auf dem Gebiete der pflanzlichen Bakteriosen vor in dem großen Werke *Bacteria in relation to plant diseases*, 2. Teil; Publikationen des Carnegie-Institutes 1911, 4^o, 353 S.

Der Leser wird es wohl dem Referenten nicht übelnehmen, wenn er mit einigen Worten auf den Inhalt der gelungenen Smithschen Arbeit eingehen wird. Seiner Vorbildung nach Bakteriologe, beschreibt der Autor in dem ersten Teil seiner Schrift die bakteriologischen Methoden, deren er sich bei seinen Arbeiten bedient, die Einrichtung eines Laboratoriums für die bakteriologische Pathologie usw. In dem anderen Teil geht er nach der historischen Einleitung zu der Literatur über, welche das Vorkommen der Bakterien auf der Oberfläche der Pflanzen, in Nektarien und in ähnlichen Organen, auch eventuell in gesunden Geweben, behandelt. Dann wird beschrieben, wie die Infektion durch die Hydathoden stattfindet, welche Wirkungen die Bakterien auf das Gewebe ausüben, die Wirkung der bakteriellen Enzyme, die Gegenreaktion der befallenen Pflanze usw. Ein besonderes Kapitel wird

der Literatur gewidmet, welche die pflanzlichen, in die tierischen Organe eingepflanzten Parasiten behandelt. Die Biologie des *Bacillus radicolica* wurde gesondert verarbeitet, ebenso das Kapitel über die Hygiene der Pflanzen (germicide Mittel usw.). Das Buch wird durch die Kapitel abgeschlossen, in welchen die von *Smith* mustergültig untersuchten Bakteriosen beschrieben werden.

Mit Recht rühmt sich jedoch *Smith* der Entdeckung der Bakterien als Ursache von zahlreichen, sehr bekannten Pflanzenintumeszenzen, deren Biologie bisher, trotz der umfangreichen Literatur, welche über die Sache vorliegt, sehr unklar war. Bis jetzt waren bekannt als bakterieller Herkunft nur der sogenannte „Cornwilt“ von *Zea Mais*, von dem Bakterium *Pseudomonas Stewarti* E. F. Sm. verursacht, die Kohlrübenfäule (*Ps. campestris* Sm.), dann verschiedene Fäulnisfälle, welche wahrscheinlich durch eine bakterielle Infektion nach der Verwundung entstehen, wie die gelbe Hyazinthenfäule (*Ps. Hyacinthi* Sm.), die Rübenfäule (*Bacillus Bussei* Miq.), Mal Nero bei *Vitis*, einige Fälle von Gummosis bei *Amygdaleen*, von Kartoffelfäule, welche durch mehrere Bakterien species verursacht wird, die bakteriellen Anschwellungen bei der Olive, bei dem Oleander, *Pinus halepensis* und einige andere Bakteriosen.

Die erwähnten Tumoren kommen auf sehr vielen Pflanzen zum Vorschein. *Smith* führt sie bei Chrysanthemen, bei Humulus, Rosa, Gossypium, Rubus, Medicago, Vitis, Arbutus Unedo, Mespilus, Armeniaca vulgaris, Populus, Brassica rapa und napus (Stengel), Futter und Zuckerrübe an — bei der letztgenannten Pflanze sind sie unter dem Namen Wurzelkröpfe bekannt und kommen oft in einer größeren Menge, so im vorigen Jahre, auf Feldern vor. Es sind parenchymatische, gewöhnlich von feinen Gefäßbündeln durchwobene Neubildungen, nur in selteneren Fällen sind sie von zahlreichen verholzten Elementen durchdrungen, wodurch sie eine harte Konsistenz annehmen. In einigen Fällen, so bei Apfelbäumen, erscheinen anstatt ihrer Gruppen von langen Wurzeln, welche an der Basis knöllchenartig verdickt sind. Bei den Bäumen werden sie oft in der Krone gebildet, daher der amerikanische Name „crown gall“ = Kronengalle. Bei der Zuckerrübe kommen sie allerdings meistens auf Wurzeln vor, seltener auf Stengeln der Samenpflanzen, und erreichen hier gewöhnlich eine ansehnliche Größe und Gewicht. (Den Rekord hat eine Anschwellung erreicht, die der Referent im vorigen Herbst bekommen hat und die 4 kg wog; die Mutterrübe war 1 kg schwer.) Ihr Aussehen ist dann allerdings sehr abenteuerlich; wenn sie in der Muttererde von der Stammpflanze abgebrochen gefunden werden, werden sie von Leuten sogar für Trüffeln gehalten. Ihre Oberfläche wird von zahlreichen, großen Warzen bedeckt, welche sich wiederholt in kleinere Wäzchen teilen. Es dokumentiert sich hierdurch die offenbare Tendenz der Tumoren als ein selbständiges Ganze, ohne die Beteiligung der Gewebe der Mutterpflanze, welche an die Neubildung grenzen, zu wachsen. Auch in chemischer Hinsicht sollen sie Unterschiede gegen-

über den gesunden Teilen aufweisen; so wird angegeben, daß sie weniger Saccharose als die Mutterpflanze, dagegen mehr Aschensubstanzen und Proteine enthalten.

Den Erreger dieser Tumoren hat *Smith* durch das systematische Studium der Mikroflora festgestellt, welche aus denselben isoliert wurde. Dazwischen wurde nach einiger Zeit ein Bakterium gefunden, dessen Reinkulturen, in eine bestimmte Pflanze eingepflanzt, imstande waren, Anschwellungen von derselben Beschaffenheit hervorzurufen, wie sie das Ausgangsmaterial aufwies. Das kleine, bewegliche, kokkenartige, nur zuweilen in längere, stäbchen- und kurzfadenförmige Gebilde auswachsende Bakterium wurde von ihm *B. tumefaciens* genannt. Er hat aus verschiedenen Pflanzenspecies mehrere Rassen isoliert, welche immer an einer ganzen Pflanzengruppe Anschwellungen hervorzurufen imstande sind. Das Hauptmaterial zu seinen Studien bildeten die Anschwellungen von *Chrysanthemum frutescens*.

Referent hat die Infektionen mit Bakterien wiederholt, welche seinerseits *Smith* in das Laboratorium des verewigten Professors *Král* (Prag) zugesandt hatte. Und zwar mit einem glänzenden Erfolge. Als Impfmateriale wurden Rüben benutzt, welche in dem Garten des pflanzenphysiologischen Instituts der böhmischen Universität in Prag gezüchtet wurden, und junge Pflanzen von *Chrysanthemum frutescens*. Junge Rüben, welche die Dicke etwa von einem Daumen aufwiesen, wurden unter dem „Kopf“ mit einem scharfen, feinen Skalpell etwa zu einem Drittel ihrer Breite angeschnitten; in die klaffende Schnittfläche wurde dann mit der Platinöse eine größere Menge Bakterien von einer frischen Bouillonkultur hineingebracht. Die Wunde wurde dann mit Watte umgeben, welche mit sterilisiertem Wasser benetzt war, damit die Berührung mit der Erde und das Austrocknen der Bakterien ausgeschlossen werde. Die Infektion wurde im Juli 1912 ausgeführt. 10 Rüben wurden mit einem Bakterium, welches *Smith* aus Hopfentumoren isoliert hat, infiziert, 10 andere mit dem Organismus, welcher aus *Chrysanthemum* gewonnen worden war. *Chrysanthemen*, 8 in der Zahl, wurden mit dem *Chrysanthemum*-Bakterium infiziert (5 mit dem Hopfen-Organismus), und zwar mittels Kapillaren, wie sie sich Professor *Némec* bei einigen experimentell-pathologischen Arbeiten bewährt haben. Sterilisierte Kapillaren wurden unter der Luftpumpe mit einer Emulsion von einer Bakterienreinkultur angefüllt und in junge, dünne Stengelpartien von *Chrysanthemum* eingestochen. Schon anfangs August war bei der Mehrzahl der Rüben, welche mit dem Hopfen-Organismus infiziert waren, zu sehen, wie die Erde rings um die Pflanzen sich öffnete und wie die Tumoren zum Vorschein kamen. (In der Textfigur 1 ist ein solcher Tumor reproduziert.) In derselben Zeit erhoben sich schon auch junge kleine Tumoren auf *Chrysanthemen*. Als endlich gegen Ende Oktober die Rüben geerntet wurden, da hat sich gezeigt, daß insgesamt die 10 (resp. 9) Exemplare, welche mit dem Hopfen-Bakterium infiziert wurden,

mächtige Tumoren herausgebildet haben (als Beispiel von solchen Neubildungen kann Fig. 1 resp. 2 dienen); in der anderen Serie, welche mit dem *Chrysanthemum*-Organismus geimpft worden war, zeigte eine Rübe eine größere Anschwellung, 6 Exemplare kleinere resp. Gruppen von kleinen Anschwel-



Fig. 1.

lungen; 6 Rüben, welche bloß verwundet waren, zeigten dagegen keine einzige Anschwellung, ja es haben sogar diese Exemplare nicht einmal den Kallus gebildet, sondern ihre Wunden bloß geheilt. Die *Chrysanthemen* reagierten nicht auf den



Fig. 2.

Hopfen-Organismus; diejenigen, welche mit dem *Chrysanthemum*-Bakterium geimpft worden sind, zeigten alle kleine Tumoren (Fig. 3; derjenige Teil des Stengels, welcher über dem Tumor sich befand, starb nach einiger Zeit ab). Die Anschwellungen

von *Chrysanthemum* befinden sich noch in dem Gewächshaus in gutem Zustande und wachsen fort.

Bei dem Mikroskopieren wurden in lebenden, aus den Tumoren hergestellten Schnitten die Smithschen Bakterien festgestellt. Somit kann kein Zweifel darüber bestehen, daß diese Gebilde wirklich durch ihre Tätigkeit hervorgerufen werden. Es ist zwar möglich, daß bei Versuchen in gewöhnlichen Feldkulturen die Tumoren auch infolge einer bloßen Wurzelverwundung erscheinen können. In diesem Falle wurden jedoch die Wunden sehr wahrscheinlich von den *tumefaciens*-Bakterien infiziert, welche in der Erde sich befanden. In den Versuchen des Referenten, in welchen sich die Wunden mit Kork schon früher bedeckt haben, ehe die Watte morsch geworden ist, war die Infektion aus der Erde allerdings sehr erschwert, und die Bildung der Tumoren hat sich infolgedessen nicht eingestellt.



Fig. 3.

Allerdings weichen diese Tumoren ein wenig durch ihre Form von den Anschwellungen ab, welche am meisten in Mitteleuropa an den Rüben vorkommen. Sie sind nämlich an der Oberfläche mit zahlreichen, ziemlich kleinen Warzen bedeckt, während die letztgenannten ein mehr knollenartiges Aussehen besitzen. Zwischen den beiden Formen gibt es jedoch zahlreiche Übergänge. Außerdem hat der Referent in allen den Rüben, welche ihm aus Böhmen zur Untersuchung übergeben wurden, typische Smithsche Bakterien konstatiert. Mit der größten Wahrscheinlichkeit werden also auch diese Neubildungen durch Bakterien hervorgerufen, obwohl vielleicht durch eine andere Rasse, als es die amerikanischen sind.

Bemerkenswert sind die Angaben von *Smith*, daß das parasitische Bakterium in den Anschwellungen bloß in einer kleinen Anzahl der Individuen zu finden ist. Es ist bisher diesem Forscher nicht gelungen, eine Methode ausfindig zu machen, mit Hilfe welcher glatt der Beweis über die Anwesenheit der Bakterien in der ganzen Breite des Präparates zu führen wäre. Somit meint unser Autor, daß das Bakterium sich durch eine außerordentlich hohe Virulenz auszeichnen muß, wenn es so beträchtliche

und so regelmäßig gebaute Tumoren hervorzurufen imstande ist. Und weil diese Tumoren morphologisch eine große Ähnlichkeit mit den krebsartigen Geschwülsten des menschlichen und des tierischen Körpers aufweisen, so fragt es sich, ob die Ätiologie der tierischen Neubildungen richtig eruiert wurde, ob trotz der zahlreichen Angaben — welche, wie es scheint, jetzt allgemein (vgl. jedoch die Untersuchungen *Fibigers*) angenommen werden — über die nichtparasitäre Herkunft der krebsartigen Geschwülste dieselben doch durch einen Organismus hervorgerufen werden, welcher in ganz kleiner Menge in Zellen zum Vorschein kommt und durch eine hohe Virulenz sich auszeichnet.

In dieser Ansicht wird der Autor unterstützt noch durch eine andere interessante anatomische Entdeckung, die er an den Anschwellungen von *Chrysanthemum* gemacht hatte. Es sind nämlich diese Geschwülste durch die Fähigkeit ausgerüstet, sich an der Mutterpflanze zu vermehren, d. h. sogenannte Metastasen zu bilden. Eine Anschwellung, welche z. B. an dem Stengel künstlich hervorgerufen wurde, ist nämlich imstande, in das Muttergewebe sozusagen einen Infektionsstrang auszusenden, welcher durch die wiederholte Teilung seiner Zellen akropetal verlängert wird, bis er z. B. in einen Blattstiel oder sogar in eine Blattlamina hineinwächst, welche Teile er endlich durch einen neuen, jungen Tumor durchstößt. In dieser Erscheinung erblickt nun *Smith* eine Analogie zur Verbreitung der krebsartigen Geschwülste im tierischen Körper, welche bekanntlich in der Weise geschieht, daß die Zellen eines mütterlichen Tumors in die Interstitien der Nachbargewebe hineinwuchern („Infiltration“), bis sie bei dem darauffolgenden Wachstum in die Gefäße gelangen. Wenn dann der Blutstrom die abgerissenen Zellen des Infektionsgewebes mitreißt und dieselben z. B. in die Lungen oder in die Leber verschleppt, dann „keimen“ diese Zellen an einer bestimmten Stelle aus und bilden sekundäre Anschwellungen, meist von einer geringeren Größe, welche infolgedessen eine gewisse Fortsetzung der mütterlichen Tumoren vorstellen, ohne daß, wie es früher dafür gehalten wurde, an ihrer Entstehung normale Nachbargewebe teilgenommen hätten. Diese sekundären Tumoren, tierische und menschliche Metastasen, sollen die Struktur der mütterlichen Tumoren wiederholen. Wenn die letztgenannten z. B. ihren Sitz in dem Magen hatten, so sollen die Metastasen auch die der Magenschleimhaut ähnlichen Zellen enthalten. Und auch die Tumoren, welche an der Pflanze, z. B. in einem Blattstiel durch Infektionsstränge hervorgerufen werden, die in den Stengelanschwellungen Ursprung genommen haben, besitzen nach *Smith* eine Stengelstruktur (der Gegenbeweis wurde jedoch nicht geliefert. Bemerkung des Referenten), so daß die Analogie mit den menschlichen Geschwüren vollständig wäre. Auch dem Referenten ist es gelungen, bei *Chrysanthemum* die Metastasen hervorzurufen, obwohl in einer geringen Anzahl. Wahrscheinlich waren die benutzten Kulturen nicht genügend virulent. Es erscheint ihm dagegen die Beweisführung von *Smith* über die sekundären Strukturen nicht ganz überzeugend zu sein. Ein

Blattstiel, wenn in demselben ein Tumor von der Stengelherkunft gebildet wird (z. B. auf Kosten eines von den Gefäßbündeln, die den Blattstiel durchziehen), nimmt eine Stengelstruktur an. Darüber kann kein Zweifel bestehen. Es muß jedoch die Frage gestellt werden, warum dies geschieht. Es ist ganz gut denkbar, daß, wenn in demselben eine Anschwellung sich zu bilden beginnt, das Blatt in eine gewisse „korrelative“ Unabhängigkeit gegenüber der Mutterpflanze kommt, trotzdem daß es weiter vegetiert. Sind doch Fälle bekannt, in welchen die von der Pflanze abgetrennten Blätter sich in der Erde einwurzeln und Stengelstrukturen differenzieren können (Winkler). Andererseits können an den Blattstieltumoren (bei *Chrysanthemum* nach den Beobachtungen des Referenten) Würzelchen gebildet werden, ja sogar auch Adventivknospen. Somit ist es möglich, daß die Stengeltumoren in den erwähnten Metastasenfällen eine andere Bedeutung haben — welche, das wird erst die Aufgabe einer künftigen *experimentell - morphologischen* Forschung sein müssen.

Auch scheint es dem Referenten, daß noch nicht das letzte Wort gesprochen wurde darüber, in welchen Beziehungen die parasitischen Bakterien zu den Tumorgeweben stehen. Zwar muß zugestanden werden, daß der Bakteriennachweis in den befallenen Geweben für schwer gehalten werden kann, insbesondere in älteren Rübenanschwellungen, welche bisher meistens untersucht wurden. Auch bewährte sich ihm eine ganze Reihe von guten cytologischen bzw. bakteriologischen Färbungsmitteln nicht, so Gentianaviolett, Heidenhain, Heidenhain mit verschiedener Nachfärbung, Safranin, Bismarckbraun, Äthylgram (die Bakterien sind negativ), Amylgram (obzwar die Bakterien positiv sein sollen) usw. Dagegen hat dem Unterzeichneten gewöhnliches S-Fuchsin mit einer längeren Vorfärbung mit Gentiana, und zum Teil die Vergoldung der Präparate gute Dienste geleistet. Und da zeigte sich, daß schon in normalen, erwachsenen, obzwar gar nicht beschädigten Zuckerrüben viele, augenscheinlich saprophytische Bakterien zu finden sind, und zwar in dem Plasma der lebenden Zellen aus dem Innern der Wurzeln liegend. (Auch in lebenden Schnitten wurde ihr Vorhandensein konstatiert, obwohl die Literaturangaben über die Sache negativ sind.) Doch ist das Aussehen von solchen Präparaten ein anderes als derjenigen, die aus den Tumoren hergestellt wurden, außerdem lassen sich mit Sicherheit in den letztgenannten die Smithschen Bakterien unterscheiden. Man kann aber von denselben hier eine keineswegs geringe Anzahl feststellen. Weiter erscheinen sie in ganz spezifischen und regelmäßigen Beziehungen zu bestimmten Geweben der Anschwellungen, was übrigens zu erwarten war mit Rücksicht auf die Größe, welche dieselben erreichen, und die Gesetzmäßigkeit, mit welcher ihre Entwicklung vor sich geht. Und zwar ist es das Parenchym der jungen Gefäßbündel, dessen Plasma zur speziellen Wohnstätte manchmal sehr zahlreicher Bakterienindividuen geworden ist. Diese Zellen werden in einer seltsamen Weise verändert; es erscheinen in denselben viele Leukoplasten, manchmal kann man

beobachten, wie Strukturen differenziert werden, welche von einer ganz bestimmten Zelle in zentrifugaler Richtung ausgehen usw. Außerdem wird der Beobachter bald darauf aufmerksam gemacht, wie sich in den lebenden Zellen von großen Tumoren eine lebhafteste Plasmaströmung einzustellen pflegt, welche es in normalen Rüben erst nach einem längeren Suchen zu finden gelingt. Das stimmt freilich nicht vollständig mit der Hypothese überein, nach welcher eine starke Virulenz von wenig zahlreichen Bakterien Ursache der Entstehung der Tumoren wäre. Eher scheint es (weil das Gefäßbündelparenchym, die „Kambien“, das Zentrum der Regenerationstätigkeit der Zuckerrübe vorstellt), daß die Ursache ihres beständigen Nachwachsens in den Ernährungsansprüchen beruht, welche von den Bakterien an jene Zellen gestellt werden. Diese Beziehungen wären dann zu vielen Erscheinungen analog, welchen wir beim Studium der sogenannten pflanzlichen Symbiosen begegnen¹⁾. Und falls nicht der Vergleich mit den Krebsgeschwüren fallen sollte, müßten auch ähnliche Beziehungen bei den Erregern der letztgenannten Bildungen eruiert werden. Andererseits entbehrt allerdings einer näheren Begründung die Meinung Ripperts (im Handwörterbuch der Naturwissenschaften 1912, Seite 552), nach welcher die Parasiten des menschlichen Körpers nicht in der Lage wären, eine rege Wucherung der Gewebe hervorzurufen, d. h. eine Bildung von ausgesprochen progressiven Systemen, indem sie bloß dazu befähigt sein sollen, die befallenen Zellen zu zerstören. Gerade an den Rüben Tumoren ist gut zu sehen, daß das Gegenteil der Fall sein kann.

Durch die vorgetragenen Anschauungen wird allerdings auf keine Weise der Wert der Smithschen Arbeit verringert. Sie wird immer als Muster für ähnliche Untersuchungen gelten, welche sicher noch verschiedene Überraschungen auf dem Gebiete der Phytopathologie herbeiführen werden.

Besprechungen.

Naturschutz.

Beiträge zur Naturdenkmalpflege. Herausgegeben von H. Conwentz. Band II, Heft 4, 220 S. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1912.

Naturdenkmäler. Vorträge und Aufsätze. Herausgegeben von der Staatl. Stelle für Naturdenkmalpflege. Heft 1 und 2, 51 und 67 S. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1913.

Naturschutzparke in Deutschland und Österreich. Ein Mahnwort an das deutsche und österreichische Volk. Herausgegeben vom Verein Naturschutzpark. Mit Abbildungen. Zweite vermehrte Auflage. 57 S. Stuttgart, o. J., Franckh'sche Verlagshandlung. Preis M. 1,00.

Der Naturschutzpark in der Lüneburger Heide. Herausgegeben vom Verein Naturschutzpark. Mit Textabbildungen und Tafeln. 46 S. Stuttgart, o. J., Franckh'sche Verlagshandlung. Preis M. 0,60.

Die im Jahre 1907 begründeten *Beiträge zur Naturdenkmalpflege*, das amtliche Organ der von Professor

¹⁾ Die Einzelheiten werden an anderen Orten publiziert werden.

Conwentz geleiteten „Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege“ in Berlin, verzeichnen nicht nur alle Fortschritte des Naturschutzes in Preußen, sondern berücksichtigen auch sorgfältig die Bestrebungen und Leistungen auf diesem Gebiete in den andern deutschen Ländern und außerhalb des Reiches. So wird im neuesten Hefte der Zeitschrift der Hauptinhalt eines interessanten Aufsatzes des Sekretärs der Italienischen Botanischen Gesellschaft, Dr. Pampanini in Florenz, *Über Bedrohung und Schutz der italienischen Flora* mitgeteilt. Die Darstellung gibt ein betäubendes Bild von dem Vernichtungskrieg, den Liebhaber, Händler und tauschwütige Sammler gegen die durch Schönheit oder Seltenheit bemerkenswerten oder industriell (namentlich zur Bereitung von Likören) verwertbaren Pflanzen Italiens, vorzüglich die Alpenpflanzen, führen, aber auch von der Lässigkeit, mit der die Staats- und Gemeindebehörden diesem Unfug zusehen. Die Alpen-Mannstreu (*Eryngium alpinum*), das Edelweiß, der gelbe Enzian und viele andere Arten sind stellenweise völlig ausgerottet worden; Likörpflanzen werden von einzelnen Örtlichkeiten in vielen Zentnern weggeschleppt, und Bauern, Hirten, Jagdhüter, Zollwächter usw. beteiligen sich eifrig an dieser nutzbringenden Tätigkeit. Die herbste Verurteilung aber verdienen jene Herbarsammler, die seltene Pflanzen massenweise pflücken oder gar an ihren Standorten ausrotten, um den Wert der von ihnen präparierten Exemplare zu erhöhen. Dabei droht den Pflanzenbeständen nach Pampanini gar nicht einmal von italienischen Sammlern besondere Gefahr. Diese erblickt er vielmehr in dem Bestehen zahlreicher Tauschvereine und Handlungen im Auslande. Italien ist neben Portugal, Spanien und den Balkanstaaten das einzige Land, das noch jeglicher Schutzmaßregeln entbehrt. Schon 1882 hatte Prof. Mattiolo in Turin eine gesetzliche Überwachung des Handels der Pflanzensammler angeregt, aber bis zum Jahre 1910 blieben alle Bemühungen von Botanikern und Alpinisten erfolglos. Am 14. Mai 1910 endlich brachte Rosadi einen Gesetzentwurf „Zum Schutz der Landschaft“ ein, in dem diese freilich zunächst nur in künstlerischer, geschichtlicher und literarhistorischer Hinsicht gewürdigt wurde; doch hat Tibaldi seit Ende 1910 die Ausdehnung des Gesetzes auf wissenschaftliche Forderungen vorgeschlagen. Als das einzige Zeichen von Interesse, das die Regierung für den Schutz der italienischen Flora gezeigt hat, bezeichnet Pampanini die auf Vorschlag der Botaniker vom Landwirtschaftsminister angeordnete Erhebung zugunsten der Erhaltung der durch die Trockenlegung von Sümpfen bei Syrakus gefährdeten Bestände von *Cyperus Papyrus*. Ganz besonders zeigt sich aber die Gleichgültigkeit der Behörden in dem Falle der alten Kastanien auf dem Ätna. Man hat es ruhig geschehen lassen, daß 3 davon kürzlich gefällt wurden. Von den beiden andern ist eine insofern geschützt, als sie sich in einem von Mauern umgebenen Weinberg befindet, die andere aber, die berühmte Kastanie der „Cento Cavalli“, die mehr als 1000 Jahre zählt, bleibt jeglicher Unbill ausgesetzt trotz der Anstrengungen, die insbesondere Prof. Buscalioni zu ihrer Erhaltung gemacht hat. Über den projektierten Nationalpark, der sich an das schweizerische Schutzgebiet im Val Cluozza anschließen soll, macht Pampanini einige Angaben, ohne sichere Auskunft erteilen zu können.

Zur einheimischen Flora führt uns eine umfangreiche Arbeit von H. Preuß (Danzig), der im Auftrage der Staatlichen Stelle und des Westpreußischen Provinzial-Komitees für Naturdenkmalpflege, die (aus den süd-russischen Steppen herkommenden) *pontischen Pflanzenbestände im Weichselgebiet* preußischen Anteils untersucht und inventarisiert hat. Seine Arbeit bietet zunächst eine Aufzählung und Schilderung dieser Bestände

nach ihrer geographischen Lage und nach Verwaltungsbezirken, behandelt dann die Entwicklungsgeschichte und Entwicklungsweise, die Gefährdung und den Schutz der Bestände und gibt endlich eine systematische Übersicht der einzelnen Arten mit ihren Verbreitungsgebieten. Das zahlreiche Auftreten dieser Steppenpflanzen im Weichseltal wird durch die geringe Niederschlagshöhe und die starke Belichtung und Besonnung ihrer Wohnplätze bedingt. Mit den Pflanzen zusammen treten einige Tiere der gleichen geographischen Verbreitung auf: die grüne Eidechse, die Sattelschrecke (*Ephippiger vitians*) und eine verwandte Art sowie eine Reihe von Steppenbienen. Die ersten Steppenpflanzen sind anscheinend nicht von Südosten oder Osten, sondern von Westen durch das Thorn-Eberswalder Urstromtal in das Gebiet gelangt. Denn zu der Zeit, als Westpreußen noch im Inlandeise begraben lag, hatten sich in Mitteldeutschland schon steppenähnliche Verhältnisse ausgebildet. Die Arten, die auf diesem Wege ins Weichselgebiet gelangten, sind solche, die sich wahrscheinlich schon ausgangs der Tertiärzeit nach Westen verbreitet haben und bis nach Südfrankreich und darüber hinaus gedungen sind, wie z. B. die Steppengräser *Stipa pennata* und *St. capillata*. Eine Anzahl anderer Arten, die nicht so weit nach Westen gelangen wie die der ersten Gruppe, ist dagegen unter Benutzung des Weichselals in das Gebiet vorgedrungen. Einer ihrer charakteristischsten Vertreter ist die Zwergkirsche, *Prunus fruticosa*. Eine dritte Gruppe endlich ist direkt aus Mittelrußland eingewandert, wie der warzige Spindelbaum (*Euonymus verrucosus*). Leider sind schon manche Bestände pontischer Pflanzen vernichtet worden. Am meisten wird der schönen *Stipa pennata* nachgestellt, die zu Makartsträußen verwendet wird. Manche Gefahren drohen diesen Pflanzen durch den Mangel an Sachkenntnis, z. B., wenn eine Gemeinde Flächen, die eine charakteristische pontische Vegetation tragen, mit fremden Zierhölzern bepflanzen läßt. Durch Vermittelung der Staatlichen Stelle ist in einzelnen Fällen der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt worden. Eine verderbliche Tätigkeit haben auch in diesem Gebiete jene wilden Floristen ausgeübt, die für Tauschvereine seltene Pflanzen in großen Mengen abpflücken oder mit Wurzeln und Knollen ausgraben. Gelegentlich schädigen auch botanisierende Schüler die Bestände durch ein Zuviel des Sammelns. Andererseits lassen es sich verschiedene Privateigentümer angelegen sein, die zu ihrem Besitz gehörige Flora zu schützen. Schutzmaßregeln sind ferner getroffen in einigen königlichen Oberförstereien, im Gebiete der Ansiedlungskommission und im Bereiche der Fortifikationen zu Thorn, Kulm, Marienwerder und Danzig.

Mit dem vorliegenden 4. Hefte schließt der zweite Band der „Beiträge“, der mit 47 Textabbildungen und 2 Tafeln ausgestattet ist.

Die *Naturdenkmäler* haben die Aufgabe, den Gedanken der Naturdenkmalpflege und des Naturschutzes im allgemeinen durch gemeinverständliche Darstellungen in weiteste Kreise zu tragen, was ihnen bei dem billigen Preise der Hefte (je 50 Pf.) hoffentlich gelingt. Im ersten Hefte geben fünf Spezialforscher *Richtlinien zur Untersuchung der Pflanzen- und Tierwelt, besonders in Naturschutzgebieten*. Derartige Durchforschungen stellen ja eine der wichtigsten wissenschaftlichen Aufgaben der Naturdenkmalpflege dar, und die erste gründliche Arbeit auf diesem Gebiete ist bereits in der Untersuchung des staatlich geschützten Plagefenns bei Chorin in der Mark Brandenburg geleistet worden (Beitr. z. Naturdenkmalpflege Bd. 3). Das vorliegende Heftchen wird jedoch über seinen unmittelbaren Zweck hinaus allen denen von Nutzen sein, die sich mit planmäßigen floristischen und faunistischen Untersuchungen beschäftigen oder sich dafür interessieren. Prof. P. Magnus

bespricht das Sammeln der Pilze, wobei er ihr Auftreten im Laufe der Jahreszeiten verfolgt, Prof. G. Lindau behandelt die Algen, Flechten und Moose, Dr. E. Ulbrich die Phanerogamen und Gefäßkryptogamen (mit näheren Angaben über das Präparieren und die kartographische Aufnahme der Pflanzen). Das Verfahren zum Fange kleinerer Wasserorganismen wird (unter Beigabe von Abbildungen) von Prof. R. Kolkwitz beschrieben, und endlich erörtert Prof. R. Heymons die Erbeutung und Konservierung von Tieren der verschiedenen Klassen. Wenn dieses Heft seinem Inhalte nach unter den Naturfreunden eine immerhin nur beschränkte Zahl von Interessenten finden wird, so ist das zweite mit dem fesselnden Aufsatz von Prof. M. Bräß *Die Raubvögel als Naturdenkmäler* geeignet, von jedermann gelesen zu werden. So großer Popularität sich der Schutz der kleinen Vögel erfreut, so großer Verwunderung begegnet man immer noch im Volke, wenn man von der Notwendigkeit einer Schonung des „Raubzeugs“ spricht. Außer wirtschaftlichen Interessen spielt der Abscheu vor den blutgierigen Verfolgern harmloser Geschöpfe, aber auch blöder Aberglaube (so gegenüber den nützlichen Eulen) eine wichtige Rolle dabei. Daß jenen Interessen in gewissem Maße Rechnung getragen werden muß, daß man z. B. Hühnerhabichte und Sperber nicht unbeschränkt ihr Wesen treiben lassen darf, ist ja selbstverständlich; aber abgesehen von dem Nutzen, den auch zahlreiche Tagraubvögel durch Vertilgung von Mäusen und schädlichen Insekten (sowie indirekt durch Vernichtung kranker und schwacher Tiere) gewähren, tragen sie so wesentlich zur Belebung des Landschaftsbildes bei, daß das Verschwinden dieser Beherrscher der Lüfte tief zu beklagen wäre. Seit einiger Zeit ist man ja auch in Forstkreisen mehr und mehr von der früheren rücksichtslosen Verfolgung des „Raubzeugs“ zurückgekommen; so haben verschiedene Landesvereine innerhalb des deutschen Jagdschutzvereins die Zahlung von Schußprämien ganz oder teilweise eingestellt. Aber doch ist leider die Überzeugung noch nicht überall durchgedrungen, daß die Allgemeinheit an der Erhaltung der Raubvögel interessiert ist, und daß deren Schicksal nicht einzig und allein von den wirtschaftlichen Vorteilen einzelner oder gar von dem Belieben der passionierten Schiesser abhängen darf. Möge die eindringliche Mahnung von Martin Bräß, der alle einschlägigen Fragen in anziehender Darstellung behandelt, weithin gehört und beherzigt werden!

Die zweite Auflage des vom Stuttgarter Verein Naturschutzpark herausgegebenen „Mahnwortes“ läßt die außerordentlichen Erfolge erkennen, die die auf Schaffung von drei großen Naturschutzgebieten oder „Naturschutzparks“ gerichteten Bestrebungen dank der Volkstümlichkeit der Idee und der musterhaften Organisation der Werbetätigkeit in kurzer Zeit erreicht hat. Von den drei Parks sind zwei, der in der Lüneburger Heide und der Alpenpark, bereits gesichert; nur die Schaffung des süddeutschen Parkes will wegen der Schwierigkeit der Erwerbung geeigneten Bodens nicht recht vom Fleck. Nach der Darstellung in der letzten der oben genannten Schriften verfügt der Verein in der Lüneburger Heide bereits über einen Grundbesitz von rund 8000 preußischen Morgen (etwa 2000 Hektar), und dieses Schutzgebiet soll durch fernere Ankäufe sowie durch Angliederung fiskalischer Forsten bis auf etwa 4 Quadratmeilen erweitert werden. Man hätte sich vielleicht mit dem Erreichten begnügen können, denn was noch weiter hinzukommen wird, dürfte weder landschaftlich noch in rein naturwissenschaftlicher Hinsicht von großer Bedeutung sein. Die Hauptsache bleibt, daß ein charakteristisches Stück Heidefläche mit dem Wilsederberg, der höchsten Er-

hebung des nordwestdeutschen Tieflandes, angekauft ist; damit ist eines der eigenartigsten Stückerchen deutscher Landschaft vor der Zerstörung bewahrt, ein Erfolg, der allein schon jeden Naturfreund mit Genugtuung erfüllen muß. Die Hinweise auf sonstige floristische und faunistische Bedeutung des Gebiets werden auf den Kundigen nicht viel Eindruck machen, und mit so großem Vergnügen auch jeder die reizende Schilderung lesen wird, die Hermann Löns von dem Leben der Heide entwirft, so dürfen doch nur echte Sonntagskinder das alles zu sehen und zu hören erwarten, was der Verfasser schier kinematographisch vor ihren inneren Sinnen erstehen läßt.

Die zweite Errungenschaft des Vereins ist die Pachtung eines Geländes von 40 qkm als Grundstock eines im westlichen Steiermark zu schaffenden Alpenparkes, der auf eine Ausdehnung von etwa 150 qkm gebracht werden soll. Das Gelände erstreckt sich von Schladming im Ennstale südöstlich bis zum Hochgolling. Zunächst ist nur ein Pachtvertrag auf 5 Jahre abgeschlossen, der (bei nachhaltiger Unterstützung) auf 99 Jahre verlängert oder in einen Kaufvertrag umgewandelt werden soll. Hier wie in den anderen Parks soll „die Natur selbst Alleinherrscherin“ sein — was ja allerdings von allen wahren Naturschutzgebieten gefordert werden muß. Überhaupt nimmt man mit Befriedigung wahr, daß die Ziele des Vereins mehr und mehr mit den Forderungen der wissenschaftlichen Naturdenkmalpflege in Einklang gebracht worden sind. Wenn gewisse, in den Gebieten früher einheimische Formen wieder in ihnen eingebürgert werden sollen, so wird das, wie Dr. Kurt Floericke ausführt, nur mit solchen geschehen, die „in den allerletzten Jahrzehnten“ aus ihnen verschwunden sind, wie dem Steinbock im Alpen-, der Eibe im Mittelgebirgspark, dem Biber und dem Nörs im Lüneburger Park, und es sollen dabei nur die endemischen Formen gewählt werden. Falls diese Grundsätze durchgeführt werden können, so wird sich nichts dagegen einwenden lassen. Auch will man zur Beobachtung des Pflanzen- und Tierlebens im Alpenpark eine wissenschaftliche Station einrichten. An der Spitze dieses Parkes denkt sich Floericke „einen tüchtigen, praktisch geschulten Zoologen, dem ein botanischer Assistent zur Seite zu stehen hätte, während das Aufsichtspersonal dem Försterstande zu entnehmen wäre“. Auch der Massenbesuch des Parkes durch „Bummel- und Wirtshaustouristen“ wird nicht begünstigt werden. Ein Teil des Parkes soll dem Publikum (unter Führung) zugänglich sein, ein anderer den wissenschaftlichen Arbeiten vorbehalten bleiben.

Von den Zielen der Naturdenkmalpflege gibt Floericke S. 26 eine unzureichende Darstellung. Er operiert mit dem Begriffe „einzelne Naturdenkmäler“, der sich nicht auf alle Objekte der Naturdenkmalpflege anwenden läßt. Ist denn z. B. das aus Fenn, See, Laub- und Nadelwald bestehende Reservat bei Chorin ein „einzelnes Naturdenkmal“ und nicht vielmehr ein „Naturschutzpark“ von geringerer Ausdehnung? Und wie steht es mit dem zehnmal größeren Urwald am Kubani im Böhmerwald, der vom Verfasser erwähnt und von F. Schleichert in einem anziehenden Aufsatz des Heftes geschildert wird?

Der Inhalt des „Mahnwortes“ ist um einen Bericht von F. Regensburg über Naturschutzparke in den Kolonien (vorzüglich nach C. G. Schillings) vermehrt. Der Aufsatz über den Mariposahain hätte einiger Korrekturen bedurft.

F. Mocwes.

Astronomische Mitteilungen.

Das französische astronomische Jahrbuch, die „Connaissance des Temps“, die von dem Pariser Bureau des

Longitudes herausgegeben wird und in jährlicher Folge erscheint, hat vom neuesten Jahrgang (1915) recht wesentliche Verbesserungen erfahren, die in wissenschaftlicher Hinsicht mit Freuden zu begrüßen sind. Für geographische Zwecke, wenn es sich bei der astronomisch-geographischen Ortsbestimmung auf Reisen in fernen Ländern um Anschlußbeobachtungen handelt, stand bisher die „*Connaissance des Temps*“ insofern an erster Stelle, als daselbst die größte Zahl von geographischen Positionen in Breite und Länge für viele Hunderte von Stationen verzeichnet war. Nunmehr sind auch im rein wissenschaftlichen Teil erhebliche Verbesserungen durchgeführt worden. Zunächst sind die mit den Dimensionen der Erde zusammenhängenden Tafeln nach den neuesten Werten der Erdabplattung und der halben äquatorialen Erdachse (nach *Helmert* 6378,20 km) verbessert worden. Die Tafeln und Ephemeriden für die vier großen Jupitersmonde sind genauer gestaltet, ferner ist ein umfassendes Verzeichnis der Elemente aller periodischen Kometen und von 732 Planetoiden gegeben sowie eine Zusammenstellung der bequemsten Interpolationsformeln. Endlich befindet sich im Anhang ein wichtiger Aufsatz über die drahtlose internationale Zeitübermittlung über die ganze Erde.

Zur Organisation von Beobachtungen der Planetoiden oder kleinen Planeten macht Prof. F. Cohn, Direktor des Kgl. Recheninstituts Berlin-Dahlem, sehr beachtenswerte Vorschläge, die in dem neuesten Heft des von der Pariser Sternwarte herausgegebenen „*Bulletin Astronomique*“ veröffentlicht sind. Das astronomische Recheninstitut führt gegenwärtig alle Berechnungen aus, die sich auf die Untersuchung der Planetoiden und insbesondere auf die zahlreichen Neuentdeckungen jener kleinen Himmelskörper beziehen. Die Vorschläge Prof. Cohns beziehen sich nun im Anschluß an die 1911 zu Paris abgehaltene Konferenz der astronomischen Jahrbuch-Redaktionen einmal auf die älteren und dann auf die neuen unter den Planetoiden. Die Beobachtungen der kleinen Planeten vollziehen sich entweder auf photographischem oder auch auf visuellem Wege; erstere sind weniger exakt, und letztere genau genug zur sicheren Bahnermittlung. Gegenwärtig hat sich mit Erfolg eine Kooperation der photographischen Beobachter kleiner Planeten gebildet, zu der russische, englische, französische, amerikanische Astronomen gehören und von deutschen der erfolgreichste Planetoidenentdecker Professor Wolf-Heidelberg. Sie stellen sich zur Aufgabe, alle kleinen Planeten in jeder Opposition regelmäßig photographisch aufzunehmen, abgesehen von den ganz schwachen. Zu wünschen bleibt eine ähnliche Vereinigung von Astronomen für die visuelle Beobachtung der Planetoiden, und gleichzeitig müßten die Beobachtungen derart unter die verschiedenen Astronomen verteilt werden, daß nach Möglichkeit eine Anhäufung unnützer Messungen jener kleinen Planeten vermieden wird. Am schwierigsten gestaltet sich die visuelle Messung ganz schwacher, auf photographischem Wege entdeckter Planetoiden, und es müssen oft erst mehrere photographische Aufnahmen mit roheren, daraus hergeleiteten Bahnelementen vorliegen, ehe eine systematische visuelle Beobachtung solcher ganz lichtschwachen Planetoiden gelingt. Ein kleiner Planet kann erst dann genau in seiner Bahn als festgelegt angesehen werden, wenn er in acht Wochen etwa sechsmal beobachtet worden ist. Nur eine systematische Zusammenarbeit der photographischen und visuellen Beobachter unter steter Hinzuziehung des Berliner Recheninstituts kann eine erfolgreiche Organisation zur Bearbeitung aller kleinen Planeten schaffen. —

Über die mechanischen Beweise der Erdrotation ist eine sehr interessante Untersuchung von dem gegen-

wärtigen Direktor der Vatikan-Sternwarte in Rom P. Hagen S. J. erschienen, die mit den Fallversuchen von *Reich* und den Pendelexperimenten von *Foucault* beginnt, dann auf die Gyroskopversuche von *Foucault*, *Arnold* und *Gilbert* sowie die Poinsootschen Ideen mit den Variationen des Trägheitsmoments eines um eine vertikale Achse beweglichen Körpers eingeht. Schließlich kommt der als ausgezeichnete Astronom bekannte P. Hagen auf eigene Versuche mit neuen Apparaten, die er „*Isotomeographen*“ nennt. Der Grundgedanke ist demjenigen *Poinsoots* entlehnt, da es sich auch um einen Apparat mit Veränderung der Trägheitsmomente handelt mit einer vertikalen Massenverschiebung, wobei die von der geographischen Breite abhängige Zentrifugalkraft der Erde eine Rolle spielt. —

Die Frage nach dem Vorkommen von Radium in der farbigen Hülle der Sonne (Chromosphäre) ist durch neue kritische Untersuchungen von *Evershead* im negativen Sinne entschieden worden. Eine eingehende Prüfung des gesamten, aus den letzten Sonnenfinsternissen vorliegenden Materials hat weder für Radium noch für eins der sogenannten Edelgase Neon, Krypton und Zeon irgendwelche Spuren in der Sonnenchromosphäre gezeigt.

A. M.

Kleine Mitteilungen.

Die Verwertung der Rückstände von Feuerungsanlagen. Die Rückstände der Feuerungen, die sogenannten Schlacken, sind eine höchst unangenehme Beigabe, und ihre Beseitigung erfordert bei großen Betrieben recht erhebliche Kosten. Die aus dem Aschengehalt der Kohle hervorgegangenen Schlacken werden bisher zur Herstellung von Isolierwänden oder zur Aufschüttung von Wegen verwendet, doch ist eine solche Verwertung nicht überall möglich, und dann ist auch der Verbrauch von Schlacken für diese Zwecke bei weitem nicht so groß wie die Mengen, die in Feuerungsanlagen abfallen. Trotz allem sind die Schlacken kein wertloses Material, denn sie enthalten oft noch recht erhebliche Mengen nicht ausgenutzten Brennstoffes. Wenn eine Feuerung noch so wirtschaftlich arbeitet, so enthalten die Schlacken doch noch mindestens 20 % brennbare Substanz, welche Menge sich bei schlechten Feuerungen bis auf etwa 75 % erhöhen kann. Von dem 150 Millionen Tonnen betragenden Kohlenbedarf Deutschlands verfeuert unsere Industrie etwa 50—60 Millionen Tonnen. Diese Menge ergibt 6—8 Millionen Tonnen Rückstände, die noch 2—3 Millionen Tonnen brennbarer Substanz enthalten und bisher vollständig verloren gehen. Diese Zahlen zeigen, von welcher Bedeutung es für die Industrie wäre, wenn es ein Verfahren zur Verwertung dieser in den Schlacken enthaltenen brennbaren Stoffe gäbe. Über ein solches Verfahren berichtet nun Professor Mohr in der *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1913, S. 40. Das neue, patentierte Verfahren wurde von Ad. Friedr. Müller angegeben und ermöglicht die Trennung der Schlacken von den in ihnen enthaltenen Kohlenresten auf Grund ihres sehr verschiedenen spezifischen Gewichtes, das bei der Kohle 1,3—1,5, bei der silikathaltigen Schlacke dagegen 2,5—5,0 beträgt. Wenn daher die Schlacke in eine Flüssigkeit gebracht wird, deren spezifisches Gewicht etwas über 1 ist, so wird die reine Kohle oben schwimmen, die Schlacke dagegen untertauchen. Man kann nun die spezifischen Gewichte der Flüssigkeit den verschiedenen Ansprüchen anpassen und so eine Sortierung der Kohle vornehmen. Die zur Trennung verwendeten Flüssigkeiten müssen billig und indifferent sein; sie werden in zylindrische Gefäße, die nach unten zu konisch verlaufen und im Innern mit

einem Rührwerk versehen sind, eingefüllt. Die bei der Separation gewonnenen kohlehaltigen Anteile läßt man abtropfen und kann sie dann in Feuerungen verbrennen. Neben einer Reihe kleinerer Anlagen dieser Art, die zur Aufarbeitung der Feuerungsrückstände auf Dampfern bestimmt sind, wurde auch eine größere Versuchsanlage in Velten errichtet, bei der aus 2000 Tonnen Rückständen 800 Tonnen brennbare Stoffe gewonnen wurden. Der erstgewonnene Koks hatte einen Heizwert von fast 6500 Wärmeeinheiten, die feineren Anteile von 7—12 mm Korngröße ließen sich auch noch direkt verfeuern, während die staubförmigen Anteile, deren Korngröße unter 6 mm war, nur in Form von Briketts oder aber mit Hilfe von Windgebläsen verfeuert werden konnten. Auch der kohlenstoffarme Teil, die eigentliche Schlacke, kann nach Entfernung der Kohleteilchen besser als früher Verwendung finden. Sie eignet sich zur Herstellung von Leicht- oder Schwemmsteinen oder von sehr widerstandsfähigen Betonkörpern, die sich nach dem Urteil des Materialprüfungsamtes in Groß-Lichterfelde gut bewährt haben. In einem Vorort Berlins soll nun eine größere Anlage nach dem Müllerschen Verfahren erbaut werden, es besteht dann für die Berliner Industrie die Möglichkeit, ihre jetzt nur mit Kosten zu beseitigenden Feuerungsrückstände rentabel zu verwerten. In dieser Weise werden in Zukunft wohl große Mengen bisher verschwendeter brennbarer Substanz nutzbar gemacht werden können. S.

Zur **Imprägnierung des Holzes** eignen sich am besten die Teeröle. Über diesen Gegenstand berichtet Oberbaurat Nowotny in der *Österreichischen Chemikerzeitung* (Über die Wirksamkeit des Kreosotöls in imprägnierten Hölzern). Mit Kreosotöl konservierte Hölzer besitzen, auch wenn sie den stärksten Pilzangriffen ausgesetzt sind, eine mittlere Lebensdauer von 20—30 Jahren. Die Wirksamkeit eines Imprägniermittels wird nur durch seine antiseptische Kraft bestimmt. Vielfach studiert wurde die Frage, welcher von den Bestandteilen, die das Kreosotöl zusammensetzen, der eigentlich wirksame sei. Im Teeröl kommen vor Naphthalin, saure Körper, die man auch Teersäuren nennt, wie Phenol, Kresole, Xylenole, ferner die hochsiedenden Kohlenwasserstoffe Fluoren, Phenantren, Anthrazen und schließlich die basischen Substanzen Chinolin, Akridin u. a. Die Untersuchung von imprägnierten, lange in Verwendung gestandenen Hölzern ergab nun, daß dieselben nur mehr die hochsiedenden basischen Bestandteile des Kreosotöls enthielten, während die flüchtigen und relativ leicht löslichen Teersäuren und das Naphthalin verschwunden waren. Diese basischen Körper bilden also die eigentlich wertvollen Bestandteile des Teeröls, da sich die sogenannten Teersäuren und das Naphthalin im Laufe der Zeit verflüchtigen oder von Regen und Bodenfeuchtigkeit gelöst werden. Es ist dennoch unvorteilhaft Öle mit durchaus hochsiedenden Anteilen zu verwenden, da dieselben leicht erstarren und beim Transport und Tränkprozeß Schwierigkeiten bereiten.

O. F.

Auf Anregung von industrieller Seite hat *Dolczalch* Untersuchungen über die **Elektrisierung des Benzols durch Reibung** angestellt. Bei den Versuchen ließ man Benzol beziehungsweise Äther aus Messingzylindern, in deren Boden Ausflußröhren aus verschiedenen Metallen eingeschraubt waren, unter dem Druck von Kohlensäure ausfließen, wobei Geschwindigkeiten von 1 bis 4 m in der Sekunde hergestellt wurden. Die ausströmende Flüssigkeit fiel in ein anderes Gefäß, das mit

einem elektrostatischen Voltmeter leitend verbunden war, und so wurde die beim Ausfließen durch Reibung erzeugte Elektrizität ermittelt. Rohbenzol (Gehalt an reinem Benzol 90 %) wurde elektronegativer gegen Eisen, Kupfer und Aluminium, positiv aber gegen Blei und Messing; die höchsten Potentiale von 3000 Volt wurden beim Eisen beobachtet, die niedrigsten beim Aluminium. Reines Benzol dagegen nahm eine negative Ladung sowohl in Kupfer wie in Messing an, doch schon der Zusatz von nur $\frac{1}{1000}$ Rohbenzol ließ das Potential gegen Messing auf Null herabgehen. Äther zeigte ähnliche Ergebnisse. Wenn dieser wasserfrei war (über Natrium destilliert), so gab er viel höhere Potentiale als mit Wassergehalt. Die bei den Versuchen verwandten Ausflußröhren waren entsprechend dem Zustande in der Praxis mit einer Oxydschicht bedeckt. Wenn Kupfer durch Erhitzen mit einer besonders starken Oxydschicht überzogen wurde, so gab es ein höheres negatives Potential. Blankes Kupfer dagegen erhielt eine positive Ladung. Ausflußröhren aus isolierendem Material, wie Glas, Porzellan usw. gaben niedrige Potentiale von ungefähr 100 Volt. Wurden aber Metallhähne in diese eingesetzt, so erhielt man wieder hohe Potentiale. Als *praktische Schlußfolgerung* ergibt sich aus diesen Versuchen, daß man Benzol und Äther nur mit geringer Geschwindigkeit aus Röhren und Hähnen ausströmen lassen soll, vielleicht langsamer als $\frac{1}{2}$ m per Sekunde, wenigstens beim Eisen, so daß die Potentiale nicht größer werden als 300 Volt; denn dies ist das kleinste Potential, bei dem durch einen Funken eine *Explosion* verursacht werden kann. (*Chem. Ind.* 15. 1. 1913.) Mk.

Die Funde von Erdgas in Ungarn, welche rein zufällig gemacht wurden, als der ungarische Fiskus Kalibohrungen veranstaltete, bedeuten einen ungeheuren wirtschaftlichen Erfolg für das Land. Kein bisheriger Fund von Erdgas in Europa kann sich mit denen vergleichen, die bei *Kissármás* im siebenbürgischen Komitate *Kolozs* (Klausenburg) und in der Nachbarschaft dieser Fundstelle gemacht worden sind. Geologische Untersuchungen haben gezeigt, daß das Vorkommen des Erdgases, welches zu 99 % reines Methan darstellt, von einer Antiklinale von über 100 km Länge abhängt. Überhaupt hat sich jetzt erst ergeben, daß der innere Teil von Siebenbürgen nicht, wie er immer beschrieben wurde, eben ist, sondern aus 18 Faltenzügen besteht. Diese Tatsache ließ dann die Vermutung zu, daß im weiteren Umfange von *Kissármás* sich noch andere Ansammlungen von Erdgas befinden könnten, was sich in überraschender Weise bestätigt hat. Es stehen gegenwärtig täglich 440 000 cbm Gas zur Verfügung, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so viel, wie der Bedarf von ganz Budapest ist. Die wissenschaftliche Erforschung des Gebietes wird inzwischen unter Leitung des ungarischen Geologen Dr. *Strempl* weiter fortgesetzt. (*Zeitschrift für angewandte Chemie* 1913, 25 S. 172/3.) —z.

In Europa sind gegenwärtig **Telephonleitungen** in der Länge von 10 000 Kilometern mit **Pupinspulen** ausgerüstet. Die längste dieser Leitungen ist die von Berlin nach Aachen, welche 675 km lang ist. Eine doppelt so lange Linie von Berlin nach Mailand ist gegenwärtig im Bau; sie soll bis Rom verlängert werden, so daß sie eine Länge von 1930 km erreicht. Dagegen ist die längste Telephonleitung mit Pupinspulen in Amerika, die von New York nach Denver, 3060 km lang. (*Electrician* 70, 542, 1912.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 21.

23. Mai 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die freie Gewebsverpflanzung als Methode naturwissenschaftlicher und medizinischer Forschung.
Von *Dr. Georg Schöne, Greifswald.* S. 489.

Über Blaualgen. Von *Dr. Ernst G. Pringsheim, Halle a. S.* S. 495.

Die Radioaktivität der Heilquellen. Von *Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.* S. 497.

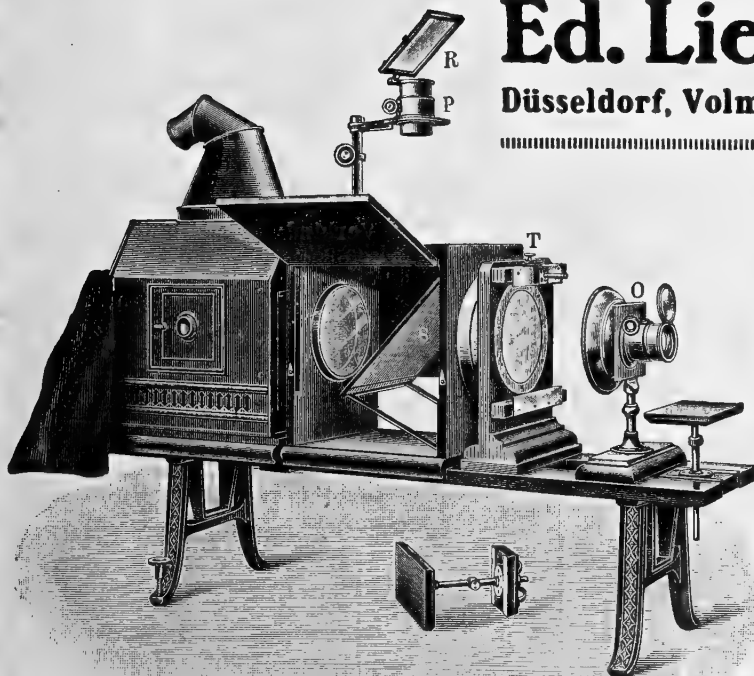
Die Theorie der Wärmestrahlung und die Quantenhypothese. Von *Privatdozent Dr. Max Born, Göttingen.* S. 499.

Zuschriften an die Herausgeber. S. 504.

Besprechungen. S. 507.

Astronomische Mitteilungen. S. 510.

Kleine Mitteilungen. S. 510.



Ed. Liesegang
Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Hefes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung

10. 20 80 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

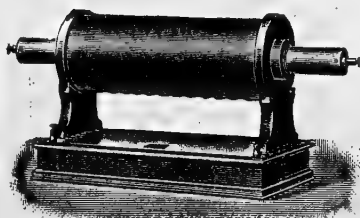
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Universalwiderstand mit zwei Schiebern und zwei Widerstandselementen, die in beliebiger Schaltung und auch unabhängig von einander verwendet werden können

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungsbedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschienen:

Über Rassenhygiene.

Von **Dr. Kurt Goldstein**,
Universitäts-Professor in Königsberg i. Pr.
Preis M. 2.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuß & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite IV.

Die freie Gewebsverpflanzung als Methode naturwissenschaftlicher und medizinischer Forschung¹⁾.

Von Dr. Georg Schöne, Greifswald.

Oberarzt der Kgl. Chirurgischen Universitätsklinik.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist das allgemeine Interesse an den Fragen der *freien Gewebsverpflanzung* ein sehr reges geworden. Das liegt nicht nur an den praktischen Erfolgen, welche die Chirurgie mit dem Verfahren der Transplantation erzielt hat, sondern ebenso sehr daran, daß uns die freie Gewebsverpflanzung als *Methode der wissenschaftlichen Forschung* eine tiefere Einsicht in verwickelte biologische Probleme gewährt hat. Es soll hier heute nicht davon die Rede sein, inwieweit die Transplantation sich dem Chirurgen²⁾ als ein nützliches Operationsverfahren erweist, oder wo bislang die Grenzen laufen, über welche hinaus auch die ausgebildete Technik der modernen Chirurgie nicht hat gelangen können. Es soll uns vielmehr die Frage beschäftigen, inwieweit die freie Gewebsverpflanzung sich als Methode der wissenschaftlichen Arbeit in Medizin und Biologie bewährt hat. Die Fülle des Materials ist derart, daß es ausgeschlossen erscheint, innerhalb des Rahmens eines Vortrages auch nur annähernde Vollständigkeit zu erstreben. Ich beschränke mich deshalb darauf, einige wenige Probleme herauszugreifen, welche mir selbst im Laufe der Jahre besonders anziehend geworden sind.

In der ersten Zeit, als man anfang, z. B. *Hautläppchen* von einer Stelle des menschlichen Körpers auf eine andere zu übertragen, war man ängstlich bemüht, das aus dem Verband des Organismus ausgelöste Gewebstück möglichst schnell an Ort und Stelle zu bringen, weil man fürchtete, daß ein längeres *Aufbewahren* desselben seine Vitalität wesentlich schwächen könnte. Diese Sorge liegt nahe und erscheint, wie ausdrücklich hervorgehoben werden soll, auch heute noch begründet, wenn es sich um gewisse, sehr zarte und komplizierte Gewebe oder Organe handelt. Aber bei der Hauttransplantation machte man bald die Erfahrung, daß die Resistenz der Haut gegenüber einer Anzahl von Schädigungen, welche die *Aufbewahrung außerhalb des Organismus* mit sich bringt, eine recht hohe ist. So ist man dazu gekommen, die Frage des *Eigenlebens von Gewebsteilen außerhalb des Organismus* oder besser gesagt die Fähigkeit der

Gewebe, sich abgetrennt vom Körper eine Zeitlang lebendig zu erhalten, genauer zu prüfen. Es soll hier nicht die Rede sein von den glänzenden Untersuchungen von *Leo Loeb, Harrison, Burrows, Carell* und anderen über die Züchtung tierischer Gewebe außerhalb des Organismus, sondern vielmehr nur davon, inwieweit tierisches oder menschliches Gewebe mit einfachen Mitteln nach seiner Lostrennung vom Körper lebendig aufbewahrt werden kann, und speziell von der *Resistenz* solcher Gewebe *gegen Kälte und Wärme*.

In den 90er Jahren erregte die Mitteilung von *Wentscher* Aufsehen, daß es möglich sei, nach der Methode von *Thiersch* entnommene menschliche Hautläppchen nach einer tagelang andauernden *Konservierung* mit Erfolg wieder einzuheilen. Es wurden damals Zweifel an der Richtigkeit dieser Mitteilungen geäußert; es ist aber *Wentscher* gelungen, den Beweis zu erbringen, daß sich in der Tat derartige Hautstückchen noch nach mehreren Tagen wieder reimplantieren lassen. Ähnliche Versuche sind später gelegentlich wiederholt worden, und es hat sich gezeigt, daß zwar die Aufbewahrung das Gewebe allmählich schädigt, daß aber diese Schädigung relativ langsam verläuft. Entscheidend für den Erfolg ist die *Vermeidung der Austrocknung*. Wie schon viele Bakterien und andere Mikroorganismen sind die Zellen der höheren Tiere gegen die Austrocknung empfindlich; das gilt nicht nur für die normalen Gewbezellen, sondern auch für die Zellen der hochvirulenten transplantablen Geschwülste der Maus und der Ratte.

Es zeigte sich bald, daß es meist nicht von wesentlicher Bedeutung ist, das Gewebe bei einer Temperatur zu konservieren, welche der normalen Temperatur des betreffenden Organismus entspricht; vielmehr erwiesen sich niedrigere Temperaturen, wie z. B. die eines kühlen, frostfreien Zimmers oder Temperaturen, die nur um wenige Grade den Nullpunkt übersteigen, eher als besser geeignet. So berichtete *Lubarsch* im Jahre 1906, daß sich bei einer Temperatur von wenigen Graden über 0° konservierte Stückchen aus der *Speicheldrüse des Kaninchens* bis zu 14 Tagen lebensfähig erhalten hatten, was durch die Reimplantationen und die nach derselben nachweisbare Kernteilung erwiesen wurde. Ich selbst konnte große *Hautlappen von der Maus*, welche außer etwas Fett auch Hautmuskel enthielten, zwar nicht regelmäßig, aber doch in nicht wenigen Fällen, noch nach fünf Tagen dem Tier, von dem sie entnommen waren, wieder aufheilen. Die Hautstücke hatten sich zwischen dem ersten und zweiten Operationsakt, vor Verdunstung geschützt, in einem fest verschlossenen Reagenzglas befunden, welches in schmelzendem Eiswasser stand. Genauer studiert worden ist die Bedeutung der Temperatur erst an den *transplantablen Geschwülsten*. In den Versuchen von *Ehr-*

¹⁾ Nach einem Vortrag im Naturwissenschaftlichen Verein zu Greifswald.

²⁾ Wir sind in der glücklichen Lage, einen größeren Aufsatz hierüber im nächsten Heft veröffentlichen zu können: Die freie Transplantation und ihre Bedeutung für die moderne Chirurgie. Von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hermann Küttner, Breslau, Direktor der Königl. Chirurgischen Universitätsklinik. Die Schriftleitung.

lich, Apolant, Jensen, Loeb und anderen stellte sich heraus, daß im allgemeinen ein längeres *Erwärmen* des Geschwulstbreies auf 46° genügt, um die Tumorzellen abzutöten. Dies gilt für Carcinome und Sarcome. Man hätte vielleicht erwarten dürfen, daß die Geschwülste der höheren Tiere ganz allgemein dieser Regel folgen würden. In den Experimenten von Ehrlich ergab sich aber eine bemerkenswerte Sonderstellung eines in der Bauchhöhle einer Maus gefundenen und ausgezeichnet transplantablen Chondroms; denn dieser Tumor vertrug eine halbstündige Erhitzung auf 50°, die sowohl Carcinom- wie Sarcomzellen mit Sicherheit abtötet. Da wir niedere Organismen, z. B. Bakterien, kennen, welche die Einwirkung noch weit höherer Temperaturen anstandslos überstehen, so ist es denkbar, daß hiermit auch für manche Geschwulsttypen der Säugetiere noch nicht die höchste Grenze der Resistenz gegenüber Erwärmung gegeben ist.

Ehrlich ist es gewesen, welcher sich in Gemeinschaft mit Apolant auch besonders eingehend mit der Resistenz von Geschwulstzellen gegenüber *niedrigen Temperaturen* befaßt hat. Die Ergebnisse seiner Arbeit und der einer Reihe von anderen Autoren sind sehr beachtenswert. Zunächst stellte sich heraus, daß das *einfache Gefrieren* die Geschwulstzellen durchaus nicht abtötet; im Gegenteil, es gelang, sowohl Carcinome wie Sarcome nach einem längeren Einfrieren bei einer Temperatur von -10 bis -12° mit Erfolg auf ein anderes Tier zu übertragen. Hierbei erwiesen sich im allgemeinen die Carcinome als weniger resistent wie die Sarcome. Sarcome konnten z. B. noch nach 17 Tagen zum Weiterwachsen gebracht werden. Die Tumoren verhielten sich insofern verschieden, als bei einigen die Vitalität in einer langsam und gleichmäßig absinkenden Kurve abnahm, während bei anderen das Erlöschen der Lebenskraft gewissermaßen kritisch erfolgte. Von größtem Interesse sind die Versuche mit tieferen Temperaturen. Mir selbst gelang es nicht, Hautstücke der Maus, welche für einige Minuten mit *Kohlensäureschnee*, also bei etwa -80° gefroren worden waren, wieder zur Anheilung zu bringen. Auch wenn die Hautstücke 1/4 bis 10 Minuten in flüssige Luft gelegt worden waren, heilten sie nicht wieder an. Nur einmal blieb ein 20 Minuten in flüssiger Luft gehaltenes Hautstück vielleicht teilweise am Leben. Carcinome hielten in den Versuchen im Ehrlichschen Institut, wie in meinen eigenen, die Temperatur der *flüssigen Luft* nicht aus, glücklicher waren mit anderen Carcinomstämmen *Salvin-Moore*, *Wakelin-Barratt* und *Gaylord*. In diesen Versuchen wurden bei der Verimpfung eines bis zu 80 Minuten der Temperatur der flüssigen Luft ausgesetzten Carcinombreies gut wachsende Geschwülste erzielt. Eine besonders hoch gesteigerte Resistenz gegenüber der Kälte scheint wieder das Chondrom zu besitzen, welches Ehrlich nach dreitägigem Aufenthalt in der Temperatur der flüssigen Luft neue Geschwulstknötchen bilden sah. Diese wuchsen allerdings wesentlich langsamer als es dem normalen Wachstumstypus des Chondroms entspricht, blieben überhaupt sehr dürrig und vor allem, sehr bemerkenswerterweise,

fast gefäßlos, während unter den gewöhnlichen Verhältnissen das Chondrom von den Gefäßen des Wirtes auf das innigste durchwachsen wird und den Typus eines exquisit hämorrhagischen Tumors verwirklicht. Das merkwürdigste Beispiel von Resistenz gegen Kälte stellt ein Carcinom dar, welches von Ehrlich nach zweijährigem Aufenthalt bei -10 bis -12° auf 50 Mäuse verimpft wurde. Es wuchs bei einer Maus an und entwickelte eine Geschwulst.

Auf die übrigen Versuche anderer Autoren gehe ich nicht näher ein, weil sie etwas wesentlich Neues nicht erbracht haben. Es hat sich bei diesen Untersuchungen jedenfalls gezeigt, daß die Resistenz des Geschwulstgewebes gegenüber dem Einfrieren und der Kälte eine sehr viel bedeutendere ist, als man früher angenommen hatte; allerdings wird die Resistenz mancher *Bakterien* gegenüber der Kälte nicht im entferntesten erreicht. Es kann sich jeder, wie ich es auch selbst getan habe, mit Leichtigkeit davon überzeugen, daß das Einfrieren bei der Temperatur der flüssigen Luft z. B. Staphylococcenkulturen nicht im geringsten schädigt; ja von Paul und Prall ist geradezu die *Aufbewahrung der Staphylococcen bei der Temperatur der flüssigen Luft* als das beste Mittel zu ihrer Konservierung bezeichnet worden. Es gelang den genannten Autoren, Staphylococcen bei der Temperatur der flüssigen Luft 210 Tage lebend zu erhalten, ohne daß sich etwa eine Abnahme der Wachstumsfähigkeit bemerkbar gemacht hätte, während Staphylococcen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur relativ schnell degenerierten. Darüber, wie sich Geschwülste und Bakterien gegenüber der Temperatur des flüssigen Wasserstoffes, also der tiefsten bis heute bekannten Temperatur, verhalten, scheint bisher nichts bekannt zu sein; ich hoffe Gelegenheit zu finden, diese Lücke auszufüllen.

Wenn wir Chirurgen die freie Gewebsverpflanzung unseren Zwecken dienstbar zu machen suchen, so beschränken wir uns im allgemeinen darauf, die Gewebe oder Organe innerhalb desselben menschlichen Körpers ihren Platz wechseln zu lassen. Zwar ist das praktische Bedürfnis groß, auch Gewebe von einem Menschen auf den anderen, von einem Tier auf den Menschen zu übertragen, es hat sich aber im Gegensatz zu der früher gangbaren Auffassung allmählich leider gezeigt, daß die Chancen für die Einheilung in dem Augenblick gewaltig sinken, wo wir die Verpflanzung auf ein anderes Individuum derselben Art, geschweige denn einer anderen Art, versuchen, wenn wir also von der *Autoplastik* zu der *Homöoplastik* oder *Heteroplastik* übergehen. Diese Tatsache gewinnt im Rahmen einer *vergleichenden Betrachtung* der bisher bekannten Transplantationsversuche bei *Pflanzen* und im *Tierreich* überhaupt eine allgemeine wissenschaftliche Bedeutung, welche im folgenden kurz charakterisiert werden soll. Das einschlägige Tatsachenmaterial ist nicht unbedeutend; denn außer den *Chirurgen* haben sich auch die *Botaniker* und *Zoologen* unter den verschiedensten Gesichtspunkten mit der Transplantation beschäftigt. Ausgezeichnete Arbeiten, unter denen ich hier besonders auf die des Botanikers *Vöchting* und des Zoo-

logen Korschelt hinweise, haben die theoretische Einsicht in das Wesen der das Gelingen oder Mißlingen von freien Gewebsverpflanzungen bedingenden Faktoren wesentlich gefördert. Jeder weiß, daß der Gärtner und Obstzüchter von der Pflropfung ausgiebigen Gebrauch zur Veredelung der Pflanzenrassen macht. Die Pflropfung ist wohl nicht vollständig mit der Transplantation des Chirurgen zu identifizieren, sie steht ihr aber sehr nahe. Der Obstzüchter pflropft aus praktischem Interesse; deshalb ist gerade über die Frage des Gelingens oder Mißlingens pflanzlicher Pflropfungen aus einer Fülle von zuverlässigen Tatsachen Aufschluß zu gewinnen. Es ist zunächst hervorzuheben, daß *artfremde Pflropfungen* im Pflanzenreich in ziemlich erheblichem Umfange gelingen. So pflropft man die Birne auf den Wildling, die Quitte, den Weißdorn; weiter den Apfel auf den Wildapfel, den Splittapfel, den Paradiesapfel usw. Es gelingt die Pflropfung der Artischoke auf die Distel, der Tomate auf die Kartoffel, der Melone auf die Gurke, des Nachtschattens auf die Tomate. Wenn man sich diese Beispiele näher betrachtet, so zeigt sich in jedem Falle, daß es sich um relativ nahe miteinander verwandte Pflanzen handelt. Die Botanik unterscheidet *harmonische* und *disharmonische Verbindungen*. Es ist eine allgemein anerkannte Tatsache, daß, so sehr wir auch über die die Harmonie bedingenden Faktoren im unklaren sind, doch im allgemeinen, trotz gewisser noch kurz zu erwähnender Ausnahmen, die Harmonie im umgekehrten Verhältnis mit der Entfernung der beiden Pflanzen im natürlichen System zu- und abnimmt.

Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß nach gelegentlicher Beobachtung gewisse pflanzliche Pflropfreiser *auf dem Wirt einer anderen Gattung besser gedeihen, als auf manchen Arten der eigenen Gattung*; so wächst die Kartoffel besonders gut auf *Datura* und *Physalis*, *Peireskia aculeata* besser auf allen anderen Kakteen als auf allen *Peireskia*-arten, *Cytisus hirsutus* auf *Laburnum vulgare* üppiger als auf derselben Art. Relativ nahe miteinander verwandte Arten, wie Apfel und Birne, verwachsen schlechter miteinander als die einander fremden Apfel und Quitte.

Eine derartige Beobachtung ist aus dem Tierreich meines Wissens nicht bekannt. Das einschlägige Tatsachenmaterial ist natürlich für die *niederen*, speziell die *wirbellosen Tiere* viel weniger reichhaltig als für die Pflanzen und auch für die höheren Tiere und den Menschen, weil eben praktisch wichtige Zwecke nicht vorhanden sind und das wissenschaftliche Interesse allein zu solchen Untersuchungen auffordern kann. Immerhin verfügen wir über eine größere Anzahl von zuverlässigen für unsere Zwecke verwendbaren Transplantationsversuchen an wirbellosen Tieren. Hier zeigt sich allgemein, daß der *Gewebsaustausch zwischen niederen Tieren, welche verschiedenen Arten angehören, wesentlich schlechter gelingt, als wenn die Übertragung, sei es an ein und demselben Tier, sei es von einem Tier auf ein anderes Tier der gleichen Art vorgenommen wird*. Költz konnte

Teilstücke von *Hydra fusca* und *Hydra viridis* nicht zu einer dauernden Verheilung bringen, wohl aber gelang der Versuch mit den einander nahestehenden Formen *Hydra polypus* und *Hydra oligactis*; auch bei *Regenwürmern* gelang die Verbindung an sich lebensfähiger Teilstücke verschiedener Arten nur schwer, und die Komponenten zeigten vielfach die Neigung, sich noch nach Tagen, Wochen, ja Monaten wieder zu trennen. Immerhin gelang der Versuch mitunter auf 8 bis 9 Monate, und auch heteroplastische Transplantationen eines an sich nicht lebensfähigen Stückchens des *Hautmuskelschlauches* vom Regenwurm waren in den Versuchen von *Leypoldt* auf viele, z. B. 16 Monate, von Erfolg begleitet. Aber auch dann noch wurde mitunter, z. B. nach 21 Monaten, die Resorption eines solchen Transplantats beobachtet. Daß die heteroplastische Transplantation bei Regenwürmern recht gut gelingen kann, zeigen interessante Versuche von *Harms*, welcher *Ovarien* im Zusammenhange mit dem Hautmuskelschlauch von *Lumbricus terrestris* auf *Helodrilus caliginosus* mit dem Erfolg übertrug, daß *Helodrilus* mit Ovarien von *Lumbricus* durch *Helodrilus* befruchtet *Bastarde* zwischen beiden Arten zur Welt brachte. Hierher gehören auch die erfolgreichen Experimente *Cramptons* mit heteroplastischen Transplantationen an *Schmetterlingspuppen* und die *Ovarien-Transplantation* bei *Schmetterlingen* im Stadium der jungen Raupe von *Meisenheimer*.

Bei *Wirbeltieren* sind die Berichte über erfolgreiche *artfremde Transplantationen* noch wesentlich spärlicher. Bei *Amphibienlarven* gelangen *Born* seine bekannten Vereinigungen größerer Teilstücke verschiedener Arten der Gattung Frosch ebenso leicht wie die zweier Larven derselben Art. Dagegen war es nicht möglich, *Doppelmonstra* von *Rana esculenta* und *Bombinator igneus* auf die Dauer am Leben zu erhalten. *Harrison* züchtete einen Frosch, dessen Kopf von *Rana virescens*, dessen Rumpf und Extremitäten von *Rana palustris* gebildet wurden. *Harms* verpflanzte mit Erfolg Ovarien von *Triton täniatus* auf *Triton cristatus* und umgekehrt mit einem Erfolg, der durch die mikroskopische Untersuchung nach 6 Wochen resp. $3\frac{1}{2}$ Monaten als positiv gekennzeichnet wurde. Ebenso gelang ihm auch die Übertragung der Ovarien von *Triton* auf das Axolotl, während die umgekehrte Transplantation versagte. Ich selbst hatte *Mißerfolge* mit dem Austausch von *Bauchhaut* zwischen Kröte und Teichfrosch, ebenso wie *F. Winkler* mit der Übertragung der Haut von *Rana agilis* auf den Laubfrosch.

Bei den *Säugetieren* und dem Menschen sind erfolgreiche heteroplastische *Transplantationen* kaum bekannt geworden, so oft der Versuch auch angestellt wurde. Allerdings berichtet *Pfeiffer* über den positiven Ausfall einiger Versuche, in welchen *Basedowschilddrüse* des Menschen auf die Ziege gebracht wurde, und in ganz vereinzelter Fällen soll die unendlich häufig versuchte Übertragung von Geschwülsten auf artfremde Tiere geglückt sein, z. B. in dem Versuch von *Dagonet* mit einem menschlichen *Peniscarcinom* bei der Ratte,

von Werner mit einem menschlichen Oberkiefercarcinom beim Hund und schließlich neuerdings von Strauch mit Mäuscarcinom beim Kaninchen. Falls diese Beobachtungen eindeutig sind, so ist in sehr seltenen Fällen eine *heteroplastische Transplantation* bei höheren Tieren möglich; im allgemeinen aber gelingt sie nicht, wenigstens nicht in dem Sinne, daß die übertragenen Zellen sich in dem fremden Organismus dauernd lebendig erhielten. Auf weitere interessante Einzelheiten ist hier nicht der Ort einzugehen.

Wir sehen also, daß die *heteroplastische Pflanzung* bei Pflanzen in einem gewissen beschränkten Kreise, der durch die Stellung im natürlichen System begrenzt wird, relativ sehr gut gelingt, daß der Ausfall solcher Versuche bei *wirbellosen Tieren* schon weniger gut ist, daß aber doch positive Resultate nicht so selten zustande gekommen sind, daß weiter bei *niederen Wirbeltieren* die Chancen sich wieder wesentlich verschlechtern, und daß sie schließlich bei den *Säugetieren* und dem Menschen auf ein Minimum herabsinken.

Ganz ähnlich steht es mit der *Gewebsverpflanzung* von einem Tier auf ein anderes derselben Art angehöriges, nur mit dem Unterschiede, daß hier die positive Ausbeute der Versuche die der heteroplastischen Transplantation um ein bedeutendes übertrifft. Wie es bei den Pflanzen steht, haben wir oben kurz erwähnt; bei ihnen ist die Homöoplastik der Heteroplastik durchaus nicht immer überlegen, wohl aber ist das, soweit wir bisher urteilen können, im Tierreich im allgemeinen der Fall. Bei *wirbellosen Tieren* gelingen, wie aus den zahlreichen Versuchen der Zoologen hervorgeht, die homöoplastischen Verbindungen im allgemeinen leicht, und zwar darf es für viele Fälle als sichergestellt gelten, daß hier der Erfolg der Homöoplastik ein fast ebenso sicherer ist, wie der der Autoplastik. So erwies sich z. B. bei Hydra, bei Planarien, bei Regenwürmern die Verbindung von Teilstücken verschiedener Individuen derselben Art als relativ leicht durchführbar, und zwar scheint es nach den Untersuchungen an *Regenwürmern* von Jost und von Leipoldt keinen allzu großen Unterschied zu machen, ob die Komponenten beide an sich lebensfähig sind, oder ob eine derselben diese Eigenschaft entbehrt, wie es z. B. im Falle der Transplantation eines Stückes des Hautmuskelschlauches der Fall ist. Durch längere Beobachtung der operierten Tiere hat es sich auch herausgestellt, daß die Erfolge dauernd sein können. Allgemein bekannt geworden ist aus den Versuchen von Born, daß die Verbindung embryonaler Teilstücke von *Amphibien* im Sinne der Homöoplastik häufig gelingt, obwohl bei diesen Versuchen so viele Tiere aus allen möglichen Ursachen zugrunde zu gehen pflegen, daß man über die Gesetzmäßigkeit des Gelingens oder Mißlingens in einem bestimmten Prozentsatz nichts entscheiden kann. Daß die *embryonale homöoplastische Transplantation* bei Amphibien jedenfalls sehr häufig zum Erfolge führt, ist aus den viel bewunderten Versuchen von Harrison, Spemann, Lewes, Braus usw. über die Entwicklung der Nerven, der Linse, der Extremitätenanlagen und so fort zu ersehen. Auch

bei erwachsenen Amphibien und Reptilien glaubte Winkler feststellen zu können, daß *homöoplastische Hauttransplantationen* ebenso gut gelingen wie die entsprechende Autoplastik. Ich selbst habe mich aber davon überzeugt, daß diese Regel mindestens Ausnahmen erleiden kann, weil der Hautaustausch am Bauch zwischen verschiedenen Individuen des Teichfrosches unter sieben Versuchen kein einziges Mal vollkommen gelang, während die Autoplastik fast regelmäßig zum Ziel führte.

Es zeigt das mit Sicherheit, daß wir bei erwachsenen Amphibien unter Umständen einer Charakterisierung des Individuums gegenüber anderen Individuen derselben Art begegnen, wie sie bei niederen wirbellosen Tieren jedenfalls weniger deutlich in die Erscheinung tritt.

Bei Vögeln fand ich in einigen Versuchen das Individuum ebenfalls wohl charakterisiert: bei der Lachtaube und beim Kanarienvogel gelang die autoplastische Transplantation der Brusthaut ohne weiteres, während die Homöoplastik entweder zu einer raschen Necrose oder zu einem langsamen Hinschwinden der verpflanzten Haut führte. Bei den Säugetieren und dem Menschen liegen die Dinge so, daß nach den Erfahrungen von Paul Bert und von Thiersch, von Henle, von mir, von Lexer und anderen die Chancen der homöoplastischen Transplantation wesentlich schlechter sind, als man früher annahm; am empfindlichsten scheint die Hauttransplantation zu sein. Während bei der Verwendung anderer Gewebe hier und da doch einzelne Teile zur Anheilung gelangen können, worauf ich nicht näher eingehen kann, pflegt der Hautaustausch zwischen beliebig gewählten Tieren und Menschen zu mißlingen oder wenigstens zu einem im Vergleich mit der Autoplastik sehr dürftigen Resultate zu führen.

Die Aussichten der Operation verbessern sich, wenn die in Frage kommenden Individuen nahe Blutsverwandte sind; aber auch dann erreichen die Erfolge nicht die Sicherheit der Autoplastik. Das gilt besonders für die Maus und die Ratte und wahrscheinlich auch für den Menschen: man kann nicht ohne weiteres von einer Tierart auf die andere schließen. Wir sehen also ähnlich wie bei der heteroplastischen Transplantation, daß die Aussichten des Gelingens einer homöoplastischen Gewebsverpflanzung bei dem Übergang von den niedrigen Stufen des Tierreichs zu den höchsten allmählich abnehmen.

Bekanntlich gelingt es mit der Präcipitinmethode die Eiweißarten der verschiedenen Tier-species im großen und ganzen mit einem erheblichen Grade von Sicherheit voneinander zu unterscheiden. Die Methode verliert aber wesentlich an Sicherheit, wenn man ihr die Aufgabe stellt, das Eiweiß verschiedener Individuen derselben Art voneinander zu differenzieren; Andeutungen einer Differenz sind hier und da vorhanden, einen schlagenden Beweis für eine scharfe chemische Charakterisierung des Individuums im Gegensatz zu seinen Artgenossen erbringt die Methode nicht regelmäßig. Ebenso bleiben die Isolysinreaktionen recht schwach

und lassen uns über den Grad der vorhandenen Verschiedenheiten nicht recht zur Klarheit kommen. Hier setzt der Transplantationsversuch ein und führt uns in der Erkenntnis einen Schritt weiter. Denn die Transplantationsversuche an höheren Tieren haben uns, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, allerdings gelehrt, daß das Individuum der höheren Tierspecies chemisch scharf charakterisiert ist. Diese Differenzierung ist im allgemeinen bei höheren Tieren eine erhebliche und nur bei Blutsverwandten kann sie auf ein mehr oder weniger geringes Maß herabsinken. Wenn man eine große Kiste mit weißen Mäusen betrachtet, so fällt es einem nicht leicht, sich vorzustellen, daß jedes einzelne dieser kleinen, für unser Auge kaum von seinem Nachbar zu unterscheidenden Tierchen so scharf gegenüber seinen Artgenossen unterschieden sein soll, und doch ist es der Fall; denn gerade bei diesen Tieren läßt sich der Beweis durch die empfindliche Hauttransplantation mit Leichtigkeit führen.

Ebenso regelmäßig wie die Autoplastik gelingt, mißlingt die Homöoplastik; daran ändert auch die Erfahrung nichts, daß die Kluft, welche die Individuen einer und derselben Art trennt, nicht ganz unüberwindbar ist: es gelingt ja Geschwülste, selbst wenn sie sich anfangs gegen die Übertragung sperren, durch fortgesetzte Transplantation gefügiger zu machen, so daß schließlich die Verpflanzung in einem hohen Prozentsatz der Versuche gelingt. Die durch Transplantation hochvirulent gezüchtete Geschwulstzelle ist eben kein feines Reagens mehr; sie genügt meistens, vielleicht nicht immer, um Art-differenzen aufzudecken, versagt aber, wenn es sich um die chemische Charakterisierung des Individuums innerhalb ein- und derselben Art handelt. Uns genügt die Tatsache, daß z. B. in der Hauttransplantation ein derartiges sehr feines Reagens gegeben ist.

Es geht aus allen diesen Versuchen noch das weitere bemerkenswerte Resultat hervor, daß im Transplantationsversuch die Charakterisierung der Art sowohl wie auch ganz besonders die des Individuums innerhalb einer und derselben Art von den niederen Formen zu den höheren aufsteigend an Präzision gewinnt. Es könnte dies einmal daran liegen, daß diejenigen chemischen Differenzen, welche nach unserer heutigen Auffassung den Erfolg einer heteroplastischen oder homöoplastischen Transplantation vereiteln, bei niederen wirbellosen Tieren weniger ausgeprägt wären als bei höheren Formen. Ein ähnlicher Gedanke ist für den Fall des embryonalen Eiweißes im Gegensatz zu dem des erwachsenen Wirbeltieres wiederholt geäußert worden. Es wäre aber auch denkbar, daß sich eine immunisatorische Reaktion im weitesten Sinne, wie sie zweifellos beim Versagen von Transplantationen eine Rolle spielen kann, bei den tiefer stehenden Tieren weniger vollkommen und wirksam entwickelte als bei Säugetieren und beim Menschen. James Murphy ist es neuerdings gelungen, ein Rattensarcom auf Hühnchenembryonen zu übertragen und 46 Tage lang von Embryo zu Embryo weiter zu züchten, während der Tumor auf

dem ausgewachsenen Huhn nicht wuchs. In Erinnerung an die Mitteilung von Hamulener, daß gewisse Immunitätsreaktionen in sehr jungen Tieren nicht zustande kommen, nimmt er zur Erklärung seiner Versuchsergebnisse, welche eine auffallende Analogie zu unseren Erfahrungen an niederen und höheren Tieren aufweisen, ein solches Ausbleiben der schützenden Immunitätsreaktion mit Wahrscheinlichkeit an. Eine Entscheidung läßt sich vorläufig nicht fällen.

Die Versuche, die Methode der Transplantation für die Aufklärung des Problems der Vererbung dienstbar zu machen, sind bisher nicht recht erfolgreich gewesen; die berühmten Experimente von Guthrie mit schwarzen und weißen Hennen, zwischen denen die Ovarien ausgetauscht, und die später mit schwarzen und weißen Hähnen gepaart wurden, haben von verschiedenen Seiten Widerspruch erfahren, insofern als der Schlußfolgerung von Guthrie, die Wirtsmutter habe einen Einfluß auf die Nachkommenschaft ausgeübt, keine absolute Beweiskraft zuerkannt wurde. Ich selbst habe in einer aus Vater, Mutter und vier Jungen bestehenden Kaninchenfamilie zwischen allen Individuen Hautläppchen ausgetauscht (im ganzen 64), um aus den einzelnen Erfolgen und Mißerfolgen auf die Verteilung gewisser von den Eltern übernommenen Eigenschaften auf die verschiedenen Jungen zu schließen. Leider aber scheiterte der Versuch daran, daß, abgesehen von den zur Kontrolle hinzugefügten Autoplastiken nicht eine einzige Homöoplastik gelang, was sich vielleicht daraus erklärt, daß die Differenz zwischen den Eltern eine zu starke war.

Dagegen hat die Methode der Pfropfung in den Händen von F. Winkler dazu geführt, das berühmte Problem der Pfropfbastarde zu lösen, insofern als es gelang, experimentell durch die Pfropfung des Nachtschattens auf die Tomate sowohl „Chimären“ wie sogenannte „echte Pfropfbastarde“ zu erzeugen. Ebenso wichtig sind die Untersuchungen von Baur, welcher durch Pfropfversuche an weißgrünen Pelargonien Pflanzen erhielt, die halb grüne, halb weiße Vegetationskegel resp. Blätter erzeugten, also Winklers Chimäre zwischen Tomate und Nachtschatten entsprachen, und die er als Sectorialchimären bezeichnete. Er fand aber auch, daß die Verteilung der weißen und grünen Zellen im Vegetationskegel eine andere sein kann, derart, daß eine oder die beiden oberflächlichen Zellenlagen des Vegetationskegels weiß, alle übrigen aber grün sind oder umgekehrt; dann entwickeln sich Blätter, welche weiß erscheinen, weil ihre äußeren Zellenlagen weiß sind, die im Innern aber überall die grüne Farbe aufweisen. Oder es tritt das Umgekehrte ein. Solche Pflanzen bezeichnete er als Periclinalchimären. Die Deutung seiner Pfropfbastarde als Periclinalchimären hat Winkler von Baur übernommen, nur mit der einen Einschränkung, daß er auf Grund des Verhaltens der Chromosomen für den Fall eines bestimmten Pfropfbastards bei seiner ursprünglichen Ansicht, daß es sich um eine Kernverschmelzung vegetativer Zellen ähnlich der sexuellen Ver-

schmelzung von Samen und Eizelle handele, geblieben ist.

Es ist somit das Problem der Pfropfbastarde, welches seit der Zeit des berühmten *Cytisus Adami* bereits Darwin lebhaft interessierte, zu einer befriedigenden Lösung geführt worden.

Von allgemeinem biologischen und medizinischen Interesse sind die Versuche von *Sauerbruch* und *Heyde* geworden, welche zwei Tiere auf verschiedene Art und Weise zusammennähten und so vereinigt in *Parabiose* weiter leben ließen. Zunächst stellte sich die wichtige Tatsache heraus, daß im Gegensatz zu den ungünstigen Chancen homöoplastischer Hauttransplantationen bei höheren Tieren die Aussicht zwei Tiere längere Zeit in *Parabiose* zu erhalten relativ günstig ist. So ist es z. B. auch mir selbst nicht selten gelungen, nicht blutsverwandte Mäuse auf längere Zeit in *Parabiose* zu halten, obwohl gerade bei diesen Tieren der freie Hautaustausch nur schwer gelingt. Aber es ist nicht unwichtig, hervorzuheben, daß die Vereinigung auch oft mißlingt oder daß die Tiere sterben, ohne daß technische Fehler dafür verantwortlich gemacht werden konnten. Am besten scheinen sich zu solchem Versuche Ratten zu eignen. Der Hauptwert der Arbeit von *Sauerbruch* und *Heyde* liegt darin, daß sie in der *Parabiose* eine neue Methode angegeben haben, deren Anwendung sich zur Klärung einiger zoologischer und medizinischer Probleme geeignet erwiesen hat. Je nachdem, ob es sich nur um eine *Hautmuskelparabiose* oder eine *Bauchhöhlenparabiose* (Herstellung einer einheitlichen Bauchhöhle) oder um eine *künstliche Verbindung großer Blutgefäße* beider Partner handelt, wird sich der Säfteaustausch zwischen beiden Tieren verschieden schnell vollziehen. In jedem Fall gehen Substanzen von einem Tiere auf das andere über, auf dem Lymphwege, dem Blutwege oder nach Vereinigung der Peritonealhöhlen direkt. Nerven Anastomosen sind bisher nicht gefunden worden.

Für den Zoologen interessant sind die Versuche von *Harms*, der je ein normales und ein *kastriertes* Männchen von *Rana temporaria* in Bauchhöhlenparabiose brachte. Der Fettkörper, welcher nach Kastration weiß zu werden pflegt, blieb gelb, dagegen konnte die *Parabiose* die Atrophie der Daumenschwielen nicht verhindern. *Sauerbruch* und *Heyde* haben an *Parabioseratten* die Ursachen des *Geburtseintrittes* studiert und kamen zu dem Resultat, daß am Ende der Schwangerschaft gewisse Stoffe vielleicht spezifischer Natur auftreten, die hochträchtigen Tieren gegenüber ungiftig sind, die aber normale Tiere unter schweren Erscheinungen töten und im Beginn der Schwangerschaft Abort auslösen können.

Mopurgo, *Jehn*, *Birkelbach*, *Forschbach*, *Sauerbruch* und *Heyde* und andere haben die Frage geprüft, inwieweit der eine Partner eine verloren gegangene *Organfunktion* des anderen vicariierend übernehmen kann. Es hat sich herausgestellt, daß z. B. die *Nieren* einer Ratte für die beiden exstirpierten Nieren der anderen Ratte eintreten können. Nach Untersuchungen von *Forschbach* ist es auch

wahrscheinlich, daß sich der *Diabetes nach Pankreasexstirpation* durch *Parabiose* abschwächen läßt usw.

Es würde zu weit führen hier alle Einzelheiten zu erörtern. Das wenige gesagte genügt, um den methodischen Wert der *Parabioseversuche* zu erweisen.

Zum Schluß sei noch in Kürze darauf hingewiesen, daß die Transplantation als Methode sich in der Medizin insofern im höchsten Grade fruchtbar erweist, als sie es uns ermöglicht, tiefer in das *Problem des Krebses* einzudringen, als wir es noch vor wenigen Jahrzehnten zu hoffen wagten. Erst die systematische Arbeit mit in großem Maßstabe fortzüchtbaren Geschwülsten kleiner Versuchstiere hat die langersehnte Bresche in die noch vor wenigen Jahren fast unüberwindbar erscheinende Mauer geschlagen. Es hat sich gezeigt, daß die *Krebszelle* als solche alle Eigenschaften des Krebses in sich schließen kann, daß aber das *Wachstum der Geschwulst*, wie es *Apolant* klar formuliert hat, als das *Produkt zweier Faktoren* anzusehen ist, deren einer in den biologischen Eigenschaften der Tumorzelle und deren anderer in den Resistenzverhältnissen des Organismus gegeben ist. Die Tumorzelle kann durch fortgesetzte Transplantation eine *Virulenzsteigerung* erfahren, ähnlich derjenigen, wie wir sie auch im individuellen Krankheitsfall im Laufe der Zeit auftreten sehen, zumal nach ungenügenden operativen Eingriffen. Es ist gelungen, Tiere durch eine Vorbehandlung mit avirulentem Geschwulstgewebe oder mit normalem Gewebe gegen die Wirkung einer nachfolgenden Tumoringpfung zu schützen, d. h. also es gibt eine *Immunität* gegen die Implantation des Krebses (*Gaylord*, *Clowes* und *Baeslack*, *Ehrlich*, *Bastford*, Verfasser u. a.). Die heilenden Wirkungen einer solchen oder ähnlichen Behandlung sind allerdings bisher sehr geringe, immerhin sind mit den Produkten der *Autolyse* (*Fichera*) einzelne positive Resultate erzielt worden. Nachdem durch die Versuche von *Uhlenhuth* der Beweis erbracht war, daß derartige Tumoren unter dem Einfluß des Arsens an *Wachstumskraft* gewinnen können, und nachdem ich selbst durch die innere Behandlung mit verschiedenen Substanzen, z. B. Sublimat, Pepton-Witte menschlicher Urin, eine *erhebliche Verzögerung des Wachstums* erzielt hatte, gelang *Wassermann* die *vollständige Heilung* dieser Geschwülste durch intravenöse Injektion einer Verbindung von Selen mit Eosin. Kurze Zeit darauf konnte *Neuberg* mitteilen, daß er denselben Erfolg mit einer Reihe von Metallsalzen, z. B. des Silbers, des Nickels, des Kobalts usw. erreicht hatte. Wenn auch der Schritt zum menschlichen Krebs hinüber noch nicht gemacht ist, so wird doch kein Einsichtiger den prinzipiellen Fortschritt verkennen, den die Beschäftigung mit den transplantablen Tumoren der Tiere gebracht hat.

Ich muß mich auf diese Ausführungen beschränken, so leicht sich die Beispiele für den Wert der freien Gewebsverpflanzung als einer Methode der wissenschaftlichen Forschung vermehren ließen. Der Reiz dieser Art von Arbeit liegt für den Chirurgen gerade auch darin, daß er gezwungen

ist, über die Grenzen seines Faches hinauszugehen und aus der Beschäftigung mit den Resultaten der allgemeinen naturwissenschaftlichen Forschung täglich neue Anregungen zu entnehmen.

Über Blaualgen.

Von Privatdozent Dr. Ernst G. Pringsheim,
Halle a. S.

Die Cyanophyceen oder Blaualgen stellen eine Gruppe niedrig stehender Organismen dar, deren mangelhafte physiologische Durchforschung sie aus bestimmten Gründen zum Gegenstand der verschiedensten Vermutungen gemacht hat. Ihr einfacher Bau erinnert, wie das *Ferdinand Cohn* besonders hervorgehoben hat, in vielem an den der Bakterien. Man faßt deshalb auch die Spaltalgen (Cyanophyceen) und Spaltpilze (Bakterien) als Spaltpflanzen (Schizophyten) zusammen, Bezeichnungen, die auf die Art der Vermehrung durch Zellspaltung hinweisen. Was die Gestalt der Blaualgen anbelangt, so treten hier allerdings die einfachen Stäbchen und Kugeln zurück gegen die Masse der Arten, die zu einfachen Zellverbänden angeordnet sind, während unter den Bakterien die einfachsten Formen die Hauptmenge ausmachen. Aber das mag mit den Ernährungsverhältnissen zusammenhängen, die bei den Bakterien sich den echten Pilzen anschließen, während die Blaualgen Kohlensäure assimilieren wie die höheren Algen.

Nimmt man die Bakterien im weitesten Sinne als Einheit, so finden sich bei ihnen Parallelformen zu einer ganzen Anzahl von Cyanophyceengruppen. Und zwar sind es gerade die morphologisch oder physiologisch abweichenden und eigenartigen Formen unter den Bakterien, die vielfach an Blaualgen erinnern. Nicht nur, daß die stickstoffsammelnde, merkwürdige Gattung *Azotobakter* blaualgenartig aussieht, auch unter den sogen. Purpurbakterien, die durch ihren Farbstoffgehalt und ihre ungeklärten Beziehungen zum Lichte unter den Bakterien eine Sonderstellung einnehmen, gibt es Arten, die gewissen Cyanophyceen gleichen. Besonders auffallend ist aber die Parallelität zwischen den blaugrünen *Oscillarien* und den *Beggiatoren*, die zu den Schwefelbakterien gehören, d. h. zu jenen Organismen, die die Fähigkeit haben, Schwefelwasserstoff zu Schwefel und schließlich zu Schwefelsäure zu oxydieren und aus dieser Verbrennung ihren Bedarf an Lebensenergie zu bestreiten. Beide Gruppen sind in der Anordnung der Zellen, Gestalt und Bewegungsart völlig gleich, ohne sonst in der Organismenwelt ihresgleichen zu finden. Ihre Zellfäden kriechen nämlich auf völlig rätselhafte Weise auf festen Unterlagen entlang, wobei nichts von Bewegungsorganen zu erkennen ist. — Weitere Parallelformen zu nennen, erübrigt sich wohl.

Schließlich kommt noch den Bakterien und Blaualgen ein negatives Kennzeichen gemeinsam zu, nämlich der Mangel eines Zellkernes, der doch sonst bei allen tierischen wie pflanzlichen Zellen gefunden werden konnte. Zwar hat man neuerdings

in den verschiedensten Strukturen in Bakterienzellen Kerne erkennen wollen, doch wurde diese Deutung höchstens für gewisse bei der Sporenbildung auftretende Körnchen wahrscheinlich gemacht, während bei Blaualgen und den manchmal sehr großen Zellen der *Beggiatoren* alle Bemühungen vergeblich waren. Es deutet dieser Mangel auf die allen Spaltpflanzen gemeinsame niedere Organisationsstufe hin, auf der offenbar die Arbeitsteilung in der Zelle noch nicht so weit fortgeschritten ist, wie bei den höher stehenden Organismen.

Neben diesen Ähnlichkeiten finden wir auch wichtige Organisationsmerkmale, die Spaltalgen und Spaltpilze unterscheiden. So geht den Cyanophyceen die Fähigkeit, innere Sporen zu bilden, und die, mit Hilfe von „Geißeln“ frei im Wasser umher zu schwimmen, ganz und gar ab. Auch hat man ein gewisses Recht zu sagen, daß die charakteristischsten Parallelformen zu den Blaualgen unter den Spaltpilzen keine echten Bakterien seien. Trotzdem hat wohl doch die Analogie mit den Bakterien, die bekanntlich „alles können“, dazu beigetragen, den Blaualgen allerlei Fähigkeiten zuzuschreiben, die bei der ganz ungenügenden physiologischen Durchforschung dieses Organismenstammes mehr Glauben genossen, als gut ist.

Noch ist die Erforschung dieser Dinge erst in den Anfangsstadien, aber schon hat sich gezeigt, daß manches, was in den Büchern steht, einer strengeren Prüfung nicht standhält. Man hat vermutet, daß Blaualgen darauf angewiesen seien, organische Stoffe zu verarbeiten und hat ihnen auf Grund unzureichender Beobachtungen auch das Vermögen zugeschrieben, den Stickstoff der Luft zu verarbeiten. Schließlich hat man auch geglaubt, annehmen zu dürfen, daß sie ihre Färbung je nach der Beleuchtung ändern, so daß sie immer die Strahlen absorbieren und zur Assimilationsarbeit heranziehen sollen, die ihnen an einem bestimmten Orte geboten werden. Diese drei Punkte sollen auf Grund neuer Untersuchungen hier besprochen werden.

Zunächst sei noch betont, daß die genannten physiologischen Fragen bei der Mannigfaltigkeit der ökologischen Bedürfnisse innerhalb des Cyanophyceenstammes durch das Studium weniger Arten nicht mit Sicherheit allgemein entschieden werden können. Wir kennen nämlich Blaualgen aus den reinsten Quellbächen einerseits, aus stark verschmutzten Wässern andererseits; ferner solche, die in heißen Quellen, und solche, die als Planktonformen in kalten Meeren und Gebirgsseen auftreten. Auch in Gesellschaft anderer Lebewesen treten sie auf, als Flechtengonidien mit Pilzen zusammen, als Endophyten in *Azolla*, *Gunnera*, Lebermoosen und *Cykadeen*. Aus dieser Aufzählung dürfte schon hervorgehen, auf welche Mannigfaltigkeit auch der physiologischen Eigenschaften gerechnet werden muß. Diese zu erforschen, gelang aber bisher deshalb nicht, weil man die Blaualgen nicht von anderen, mit ihnen zusammenlebenden Organismen, vor allem Bakterien, zu trennen vermochte; Stoffwechsel- und Ernährungsversuche

sind natürlich stets nur an einheitlichem Materiale mit Erfolg anzustellen.

Es ist mir nun gelungen, drei Arten von Cyanophyceen mit Kriechvermögen, nämlich zwei Oscillarien und ein Nostoc in absoluter Reinkultur, d. h. in Abwesenheit aller fremden Organismen, auch der Bakterien, zu züchten¹⁾. Zu diesem Zwecke wurde anstatt des gebräuchlichen Agar-Agars eine Schicht von kolloidaler Kieselsäure mit den nötigen Nährsalzen verwendet. Auf dieser breiteten sich die Blaualgen aus und streiften sich beim Gleiten über die Gallertoberfläche die größte Masse der anhaftenden Bakterien ab. Letztere fanden darauf auch keine Nährstoffe, während sich die Algen am Lichte gut vermehrten. So konnte schließlich an Stellen, die vom Orte der ursprünglichen Impfung entfernt lagen, ein schon mit weniger Bakterien behaftetes Material entnommen und durch Wiederholung der gleichen Behandlung weiter gereinigt werden. Ganz zu beseitigen vermochte man die Bakterien auch so nicht, doch befreiten sich wenigstens einzelne Fäden schließlich von ihnen. Sie konnten durch Übertragen auf Agar mit organischen Stoffen herausgefunden und isoliert werden, womit die Reinkultur erzielt war.

Mit dem so gewonnenen und leicht zu vermehren Material wurden nun systematische Ernährungsversuche angestellt, die ein leidlich einheitliches Bild ergaben. In rein „mineralischen“ Nährlösungen ohne organische Stoffe gediehen die kultivierten Arten bei neutraler oder schwach basischer Reaktion mit Nitraten wie mit Nitriten und Ammonsalzen als Stickstoffquellen. Ebenso konnten die verschiedenartigsten organischen Stickstoffverbindungen, wie z. B. Eiweißstoffe und deren Abbauprodukte ausgenutzt werden, ohne aber gegenüber den anorganischen irgendwelche Vorzüge aufzuweisen. Von anderen Kohlenstoffverbindungen wurden organische Säuren, höhere Alkohole, Kohlehydrate usw. geprüft. Alle organischen Stoffe erwiesen sich schon bei recht niedriger Konzentration als schädlich, bei noch geringerer aber als nahezu unwirksam. Nur selten, so z. B. bei manchen Zuckerarten, konnte eine schwache Förderung gegenüber mineralischen Lösungen festgestellt werden. Im ganzen ist also eine erhebliche Bedeutung organischer Stoffe für die untersuchten Arten nicht anzunehmen. So kann es auch nicht wundernehmen, daß eine Ernährung nur mit solchen, also unter Ausschluß der Kohlensäureassimilation bei Dunkelkultur nicht gelungen ist. Eine Vermehrung im Finstern ist für eine endophytische Art behauptet worden. Da diese unter natürlichen Umständen in sehr schwacher Beleuchtung gedeiht und von der Wirtspflanze vielleicht organische Nahrung bezieht, muß die Möglichkeit zugegeben werden.

Was das Stickstoffbindungsvermögen der Blaualgen anbelangt, so sind dahingehende Ver-

mutungen hauptsächlich von *Beijerinck*¹⁾ ausgesprochen worden. Er fand nämlich, daß in Leitungswasser mit einer Spur Gartenerde sich eine üppige Cyanophyceanvegetation entwickeln kann, obgleich die vorhandenen Mengen an Stickstoffverbindungen sehr gering sind. Neue Versuche von *Glade*²⁾ zeigten aber, daß die in solchen Kulturen auftretenden Arten sich nicht mehr zu vermehren vermögen, wenn sorgfältig gereinigte Salze und destilliertes Wasser verwendet werden. Eine minimale Menge von Stickstoffsalzen dagegen erlaubt reichliche Entwicklung. Die meisten Blaualgen brauchen hingegen höhere Stickstoffmengen zum Gedeihen, wenn sie auch immer noch recht bescheiden sind. Wiederum ist die Frage nicht für alle Arten als entschieden zu betrachten, wenn auch die Wahrscheinlichkeit nicht sehr groß ist, daß Blaualgen erhebliche Mengen von Luftstickstoff festlegen, da gerade die von *Beijerinck* genannten nicht dazu imstande sind. Sie dürften vielmehr häufig mit stickstoffbindenden Bakterien vergesellschaftet sein.

Schließlich zu der Erscheinung der sogenannten komplementären chromatischen Adaptation von *Engelmann* und *Gaidukow*. Nach einer geistreichen Hypothese des ersteren haben die das Chlorophyll bei vielen Algen begleitenden Farbstoffe, die die rote Farbe der Rhodophyceen, die braune der Phaeophyceen usw. bedingen, die Aufgabe, sonst nicht ausnutzbare Lichtstrahlen durch Absorption der Kohlensäureassimilation dienstbar zu machen. Vor allem soll das für die kurzwelligen Strahlen gelten, die ins Meerwasser tiefer eindringen als die langwelligen und von den gelben, braunen und roten Farbstoffen der Algen stärker absorbiert werden als vom bloßen Chlorophyll.

Eine starke Stütze dieser Hypothese schien es nun zu sein, als sich zeigte, daß die nicht immer blaugrünen, sondern vielfach alle möglichen Farben zeigenden Spaltalgen unter wechselnden Umständen ihre Farbe zu verändern imstande sind. Der Farbenwechsel wird durch das Zugesein eines blauen und eines gelben bis roten Farbstoffes neben dem Chlorophyll ermöglicht, deren Mischungsverhältnis von Fall zu Fall variiert. *Gaidukow*³⁾ glaubte nun, durch Änderung der Farbe des die Algen treffenden Lichtes eine gesetzmäßige Umfärbung hervorrufen zu können, und zwar in der Weise, daß die erzielte Farbe der Spaltalgen annähernd komplementär zu der der Beleuchtung würde. Es würde dann mehr von dem farbigen Lichte absorbiert als bei normaler Färbung, was für die Pflanzen zweckmäßig wäre und die für die genannten Meeresalgen aufgestellte Hypothese stützen würde.

Leider konnten die Gaidukowschen Versuche in zwei unabhängig voneinander angestellten Untersuchungen nicht mit Erfolg wiederholt werden.

¹⁾ *M. W. Beijerinck*, Über oligonitrophile Bakterien, Centralblatt für Bakt., II. Abt., Bd. VII, 1901, S. 561.

²⁾ Noch nicht veröffentlicht.

³⁾ *N. Gaidukow*, Die Farbenänderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation. Ber. d. deutsch. bot. Ges., Bd. XXI, 1903, S. 519.

¹⁾ *E. G. Pringsheim*, Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen, III. Mitteilung: Zur Physiologie der Schizophyceen. Cohns Beiträge z. Biol. d. Pflanzen, Bd. XII, 1913, S. 49.

Weder *Magnus* und *Schindler*¹⁾ noch ich selbst bekamen eine komplementäre Umfärbung. Vielmehr zeigte sich, daß die Farbe der Blaualgen bei Stickstoffmangel und in zu starker Beleuchtung ausbleicht und sich mehr dem Gelb nähert. Unter günstigen Umständen tritt das fast oder ganz verschwundene Blattgrün sowie der blaue Farbstoff wieder auf, was aber sogar im Dunkeln vor sich gehen kann, wie von *Boresch*²⁾ gezeigt wurde. Mit der Farbe der Beleuchtung hat also die Verfärbung offenbar nichts zu tun. Sie reiht sich vielmehr dem Vergilben vieler anderer Algen und grüner Flagellaten unter den gleichen Umständen ein, das schon längere Zeit unter der Bezeichnung des Etiolements aus Stickstoffhunger bekannt ist.

Wir sehen also, daß die Cyanophyceen nicht alle die merkwürdigen Fähigkeiten besitzen, die man ihnen zugeschrieben hat, und sich von anderen Algen in ihren physiologischen Eigenschaften wenig unterscheiden. Nur ihre Anspruchslosigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen extreme Einflüsse befähigen sie zu der so verschiedenartigen Lebensweise. Da aber bisher nur wenige Arten genauer untersucht werden konnten, so sind zukünftige Überraschungen nicht ausgeschlossen. Auch dürfte eine Erforschung der speziellen Bedürfnisse und Anpassungsbreiten bei Blaualgen der Standortslehre und Ökologie sehr zugute kommen.

Die Radioaktivität der Heilquellen.

Von Professor Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.

Die heilkräftige Wirkung der Thermalquellen, die sich seit alten Zeiten eines besonderen Rufes erfreuten, ist durch die Entdeckung des Radiums in ein ganz neues Licht gerückt worden. Seit den Tagen der Römer, die bekanntlich in der Bädertechnik unübertroffen dastehen, haben Tausende Heilung und Linderung ihrer Gebrechen in den stärkenden Quellen gesucht. Der Ruf der Wunderkraft erbte sich durch Geschlechter hindurch fort. Die Erklärung hat im Laufe der Zeiten manche Wandlung erfahren. Wo nicht ein ausgeprägter Salzgehalt zutage trat, wo ferner keine hohe Temperatur die Quelle vor anderen auszeichnete, suchte man den „Brunnengeist“ durch Spuren von Gold oder anderen wertvollen Beimengungen zu erklären. Poetischer, wenn auch nicht naturwissenschaftlich, war die Erklärung durch ein sagenhaftes Ereignis, dem die Veredelung der Quelle zu danken sein sollte. Schon die Schriftsteller des Mittelalters lassen es als wahrscheinlich gelten, daß irgend etwas Verborgenes in den Quellen liege, da nur an Ort und Stelle die volle Wirkung zur

Geltung komme. In neuerer Zeit hat *Heinrich Heine* treffend die Heilquelle mit einem Volkslied verglichen. Will der Chemiker im Laboratorium das Wasser künstlich nachahmen, so glückt ihm das ebensowenig, wie einem neueren Dichter die Nachahmung eines Volksliedes. Es fehlt das hypothetische Fluidum. Bekannt ist die Anekdote von *Liebig* sein, der nur mit großem Mißtrauen an eine Kur in Gastein heranging, da eine Vorprüfung des Wassers ihm die totale Neutralität verraten hatte. Destilliertes Wasser könne er zu Hause billiger haben, meinte er nicht ganz mit Unrecht. Erst nach erfolgreicher Kur ließ er sich bekehren und äußerte, es müsse etwas Elektrisches oder Magnetisches in der Quelle sein. Und damit hat er anscheinend teilweise das Rechte prophetisch erkannt. Er ahnte noch nichts vom Radium; hätte er aber in Gastein ein Elektroskop gehabt, so wäre ihm sicher nicht verborgen geblieben, daß Luft, die mit diesem Wasser in Berührung gewesen, ein hohes elektrisches Leitvermögen besitzt.

Gleichzeitig und unabhängig voneinander haben *Allen* und *Himstedt* darauf hingewiesen, daß die Heilwirkung auf den Gehalt an Radiumemanation zurückzuführen sei. Wie ungezwungen erklärt sich von diesem neuen Standpunkt aus das Versagen der Heilkraft fern vom Ort der Quellenmündung. Gäbe es ein Maß dafür, so hätte man eine Abnahme der Heilwirkung mit einer Halbwertszeit von 3,85 Tagen konstatieren können! Und ebenso die mißglückten Versuche, das Heilwasser künstlich nachzuahmen; es fehlte eben die radioaktive Emanation.

Bekanntlich ist diese in der Natur ungemein verbreitet. Die Leitfähigkeit der Luft, ohne welche die erdelektrischen Vorgänge gar nicht zu erklären sind, beruht zum großen Teil auf der Gegenwart der Emanation. Der Boden atmet dieselbe ein und aus, entsprechend den Schwankungen des Luftdruckes. Auf dem Festlande wie auf dem Ozean, am Boden wie in einigen Kilometer Höhe auf Bergen oder im Ballon, überall findet sich das radioaktive Gas. Wir sind sogar berechtigt zu der Annahme, daß die Erdwärme ihre Verluste aus der Energie des Radiums deckt.

Fast jede Quelle zeigt bei sorgfältiger Prüfung einen Gehalt an Emanation. Eine Quelle ohne jede Spur von Radium ist eine Seltenheit, gewissermaßen ein Naturwunder. Bei anderen Quellen wieder sind die mitgeführten Beträge recht beträchtlich. Leider ist es in den meisten Fällen nur Emanation, die in kurzer Zeit sich umsetzt. Die Salze des Radiums sind meist sehr schwer löslich, und nur minimale homöopathische Spuren finden sich gelegentlich im Wasser. Eine erfolgreiche Ausbeutung der Radiumschätze der Erde auf diesem Wege ist leider ein Ding der Unmöglichkeit.

Neben der Emanation des Radiums findet sich häufig auch die des Thoriums. So ist der Charakter jeder Quelle ein ganz bestimmter, und das mag bei der Heilwirkung eine große Rolle spielen. Die Natur bleibt hier wieder die unübertroffene Meisterin.

¹⁾ *W. Magnus* u. *B. Schindler*, Über den Einfluß der Nährsalze auf die Färbung der Oscillarien. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XXX, 1912, S. 314.

²⁾ *K. Boresch*, Die Färbung von Cyanophyceen und Chlorophyceen in ihrer Abhängigkeit vom Stickstoffgehalt des Substrates. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. LII, 1912, S. 145.

Der Nachweis der aktiven Beimengungen erfolgt auf dem üblichen Wege ohne Schwierigkeit. Man bedarf lediglich eines sicher funktionierenden Elektroskops. Schüttelt man in einer gut verschlossenen Kanne ein Liter Quellwasser mit gewöhnlicher Luft kräftig durch, so hat letztere nachher ein erhöhtes Leitvermögen im Vergleich mit der gewöhnlichen Luft. Die Blättchen des Elektroskops, die vorher stundenlang in Spreizstellung verharren, fallen in wenigen Minuten, gelegentlich sogar sichtbar zusammen. Auf einer Wanderung durch den Wald kann man leicht an einem Tage bis zu 20 Quellen untersuchen. Findet sich dann gelegentlich eine mit sehr hohem Gehalt, so lohnt es sich, sie im Laboratorium genauer zu messen, den Charakter der Emanation festzustellen, die chemische Analyse auszuführen, kurz, die Messung eingehend nachzuprüfen. Einen handlichen Apparat für diese Zwecke haben *Engler* und *Sieveking* konstruiert. Als „Fontaktoskop“ im Handel erhältlich, ist er für rasche Messungen sehr geeignet und erfreut sich einer großen Verbreitung. Zahlreiche Modifikationen zu sehr genauen Messungen sind später konstruiert, ferner andere Apparate, die dem gleichen Zweck dienen.

Die Stärke der Quelle in Hinsicht ihres Emanationsgehaltes wird sehr oft ausgedrückt in *Mache*-Einheiten. Professor *Mache* hat mit als erster viele Quellen gemessen und hat das Ergebnis dargestellt durch die Stärke des Stromes, der von der Achse des Instruments zu den Wandungen fließt. Zur Vermeidung von Brüchen hat er das Resultat mit tausend multipliziert. Daraus ist dann die *Mache*-Einheit entstanden. Sie wird wohl wieder verschwinden, da sich jetzt mehr und mehr das Bestreben geltend macht, alle Angaben in der nunmehr genügend sicher fixierten Einheit „ein Curie“ zu machen. Doch ist es äußerst bequem, sich der *Mache*-Einheit zu bedienen, zumal sie sich in der Praxis, vor allem der medizinischen, sehr eingebürgert hat.

Eine Heilquelle ist als solche anzusprechen, wenn sie einen Mindestgehalt von 10 bis 20 *Mache* hat. Natürlich sind noch einige andere Faktoren maßgebend. Vor allem die Wassermenge und die Verfügungsmöglichkeit. Dann die Temperatur, insofern dadurch die Mischungsverhältnisse bestimmt werden. Endlich ist von Fall zu Fall auf die äußeren Verhältnisse Rücksicht zu nehmen. Muß z. B. das Wasser erst heraufgepumpt werden, so geht natürlich von der Emanation leicht etwas verloren; ebenso wenn eine lange Leitung erforderlich ist. Freilich gelingt es, ohne Verlust auf größere Entfernungen das radioaktive Wasser zu leiten, wenn die Anlage sachgemäß ausgeführt wird, wie z. B. zwischen Bad Gastein und dem Bade Hofgastein.

Es gibt Quellen, die viele hundert *Mache* besitzen. Am stärksten ist der Gehalt der Wässer in den radiumhaltigen böhmischen Bergwerken. Das sind allerdings keine eigentlichen Quellen. Doch gibt es in Sachsen und Böhmen auch Quellen mit einem Gehalt von 1000 *Mache* und mehr. Die Wettingquelle in Brambach hat sogar 2270.

Die Applikation ist sehr verschieden. Am besten eignet sich der Atmungsvorgang zur Einführung der Emanation in den Organismus. So ist man von Trink- und Badekuren mehr abgekommen und läßt die Patienten radioaktive Luft einatmen. Dies geschieht in den sogenannten Emanatorien, Räumen, in denen radioaktive Luft, welche mit Thermalwasser in innige Mischung gebracht ist, angereichert wird, während die schädlichen Bestandteile, wie Kohlendioxyd und Wasserdampf, gebunden werden. Diese Methode liegt einem Patent zugrunde, das im Besitz der Radiogengesellschaft ist. Es liegt natürlich in dem Belieben der Badeverwaltung, den Gehalt an Emanation durch künstlich hinzugesetztes Radium beliebig zu erhöhen. Auch die aktive Luft der Quellenstollen kann man mit Aspiratoren hinzuziehen. Trinkwasser, in denen ein wenig Radiumsalz gelöst ist, so daß sich die Emanation stets nachbildet, sind in Fällen, wo Emanatorien nicht zur Verfügung stehen, natürlich ein brauchbarer Ersatz, ebenso Bäder, die durch Zusatz von Radium aktiviert sind.

Der Ursprung der Radioaktivität der Quellen ist noch nicht vollständig geklärt. Doch darf man wohl annehmen, daß die Aufnahme der Emanation und die Auflösung geringer Mengen Radiumsalzes in den oberen Schichten erfolgt. Nur so erklärt sich zwanglos die Erscheinung, daß verschiedene Quellen eines Komplexes bei ähnlicher chemischer Zusammensetzung so verschiedene Aktivität und Temperatur zeigen. Bei der Verästelung in den Schichten, die der Oberfläche naheliegen, ist die Berührungszeit und Berührungsfläche verschieden. Dabei tritt eine mehr oder minder große Abkühlung ein sowie eine verschieden große Sättigung mit Emanation. Kaltes Wasser vermag besser ein Gas zu binden, andererseits kann warmes Wasser die Gesteine besser auslaugen.

Darum sind gelegentlich die heißeren, gelegentlich die kälteren Quellen einer Gruppe die stärkeren. Wie die Eruptivgesteine einen höheren Gehalt an Radium zeigen als die sedimentären, so zeigt auch das Wasser aus den ersteren die höhere Aktivität. Der Austritt erfolgt meist aus verwittertem oder gelockertem Granit oder aus trachytischem Tuff.

Wenn Radium gelöst worden war, so scheidet es sich beim Austritt fast immer so gut wie ganz wieder aus. Dabei bildet sich Radiumsulfat als Beimengung von kristallisiertem Schwerspat oder das Carbonat, gelegentlich auch Manganverbindungen, teilweise wohl kolloidal im Adsorptionsvorgang, niedergeschlagen. Die Quellsedimente spielen in der medizinischen Praxis eine große Rolle. Der Fango, ein Schlamm aus den Quellen der Poebene, ist seit alten Zeiten in Gebrauch. Die Krankheiten, die man mit Radium erfolgreich behandelt, sind in erster Linie Gicht und rheumatische Erscheinungen. Die erhöhte Löslichkeit der harnsauren Salze soll eine Folge der Einwirkung der Emanation sein. Die Frage ist wohl noch nicht ganz erledigt. Eine besondere Affinität für die Emanation scheint das Blut zu besitzen. Nach

längerem Aufenthalt in radioaktiver Luft läßt sich ein erhöhter Gehalt des Blutes an Emanation nachweisen. Die zerstörende Wirkung des Radiums auf bösartige Geschwüre und Wucherungen ist an sehr starke Dosen gebunden. Hier hilft natürlich nur die Anwendung starker Präparate. An die Seite des sehr kostspieligen Radiums tritt hier erfolgreich das Mesothor.

In den Gasen der Quellschächte läßt sich fast ausnahmslos als Begleiter der Radiumemanation das Edelgas Helium nachweisen. Es ist bekanntlich ein Produkt der radioaktiven Zerfallsprozesse. Die Abspaltung des Heliums ist verbunden mit der Aussendung der α -Teilchen. Man hat bis zu fünf Volumprozenten Helium in Thermalquellen gefunden. Besonders in Frankreich hat *Moureu* reiche Ausbeuten dieses seltenen Gases gehabt. Der quantitative Nachweis ist ziemlich schwierig. Man muß alle anderen Gase teils chemisch binden, teils ausfrieren lassen. Qualitativ gelingt der Nachweis auf spektroskopischem Wege etwas leichter. Ein direkter Zusammenhang zwischen dem Heliumgehalt und dem an Emanation ist vorauszu- sehen. Nur sind die Entnahmebedingungen meist so schwierig, daß die Proportionalität durch Fehler überdeckt wird. Eine technische Verwertung des seltenen und teuren Gases ist einstweilen noch nicht möglich. Dazu reichen die Mengen noch nicht aus. Doch hat die Untersuchung der Quellen auf Helium an einzelnen Orten so viel zutage gefördert, daß natürliches Quellenhelium in den Handel gebracht wird in kleinen Mengen, wie sie zu wissenschaftlichen Zwecken verwertet werden. Größere Mengen wären erwünscht, da ein Gewinn für die Luftschiffahrt damit verbunden sein dürfte, insofern das Helium wesentlich leichter als das Leuchtgas ist, dabei aber nicht brennbar wie dieses oder der Wasserstoff. Auch Argon und andere Edelgase finden sich in den Thermen.

Wir kommen auf das anfangs Gesagte zurück. Die Erforschung des Radiums, die in der Chemie und Physik ganz neue Bahnen erschlossen, hat auch das alte Problem der wundersamen Heilkraft der Quellen geklärt oder zum mindesten aufgehellt. Der Aufenthalt in einem schönen Badeort, die veränderten Lebensbedingungen, die Ruhe und Ausspannung, alles das wird ja auch ohne Radium kräftigend auf den leidenden Menschen wirken. Aber der denkende Mensch ist doch erst befriedigt, wenn er in die tieferen Zusammenhänge Einblick bekommt. So ist es erfreulich, daß eine neue Erklärung gefunden ist. Eine große Wahrscheinlichkeit für ihre Richtigkeit ist nicht zu leugnen, bis zur Gewißheit ist kein weiter Schritt mehr.

Die Theorie der Wärmestrahlung und die Quantenhypothese.

Von Privatdozent Dr. Max Born, Göttingen.

1. Die Wärme kann auf zweierlei Arten von einem Körper zum andern, oder von einer Stelle eines Körpers zu einer andern gelangen: durch den Prozeß der *Leitung* und durch den der *Strahlung*.

Die Leitung geht kontinuierlich vor sich, die Erwärmung dringt stetig vor, von Punkt zu Punkt, und da, wo keine Substanz vorhanden ist, hört auch die Wärmeleitung auf; man macht sich bekanntlich diesen Umstand zunutze, wenn man Substanzen längere Zeit heiß oder kalt erhalten will, indem man sie in Gefäße mit doppelten Wänden füllt, zwischen denen die Luft nach Möglichkeit ausgepumpt ist (sog. Dewarsche Gefäße, Thermosflaschen). Strahlende Wärme aber ist imstande, den Abgrund des Vakuums zwischen zwei Körpern, selbst den leeren Weltenraum, zu überspringen. Alles Leben auf unserer Erde hängt ab von den wärmenden Wirkungen der Sonnenstrahlen, die die nötige Energie über die ungeheure Kluft des Weltenraumes herübertragen. So ist die Wärmestrahlung der Quell des Lebens, der wichtigste Faktor im Haushalt der irdischen Natur. Und wenn des Menschen Sinnen darauf gerichtet ist, überall da künstlich Ersatz zu schaffen, wo ihm die Natur ihre Gunst versagt, so hat er Grund genug, das Geheimnis dieser Wärmenvorgänge zu lichten, um sich Waffen zu gewinnen im Kampfe gegen die lange Winterkälte. Gleichwohl ist die Erforschung der Gesetze der strahlenden Wärme ein junger Zweig der physikalischen Wissenschaft. Es mag dies daran liegen, daß die Begriffsbildungen, die zur strengen Erfassung der Strahlungsvorgänge erforderlich sind, keineswegs einfach sind. Wohl war es längst bekannt, daß erhitzte Körper zuerst in Rotglut geraten, bei wachsender Temperatur gelblich, bläulich und schließlich weiß erglühen; aber die quantitativen Beziehungen zu erforschen, die dieser Beobachtung zugrunde liegen, blieb der heutigen Physiker- generation vorbehalten. Heute sind die Strahlungsgesetze in großem Umfange bekannt; sie sind aus einer innigen Verschmelzung von Experiment und Theorie entsprungen. Die Wärme- und Beleuchtungstechnik haben aus ihnen den größten Nutzen gezogen. Der reinen Physik aber sind durch die Strahlungstheorie neue Wege gewiesen worden, die schließlich zu einer fundamentalen neuen Hypothese führten, deren Konsequenzen beim Eindringen in den molekularen Aufbau der Materie vielleicht für lange Zeit maßgebend sein werden. Der Urheber dieser „Hypothese der Energiequanten“, *M. Planck*, war es auch, der zuerst eine zusammenhängende und umfassende Darstellung der Strahlungstheorie gegeben hat. Gelegentlich des Erscheinens der zweiten, in wesentlichen Punkten veränderten Auflage¹⁾ des Planckschen Werkes „Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung“ sei es gestattet, in Kürze zu berichten, welches der heutige Stand der Forschung auf diesem Gebiete ist.

2. Der Stoff gliedert sich in natürlicher Weise gemäß den Methoden in drei Abschnitte, deren jeder eine Vertiefung der Auffassung gegenüber dem vorigen bedeutet. Im ersten Teile abstrahiert man von der wahren physikalischen Natur der Wärmestrahlen als elektromagnetische Schwingungen und erfaßt sie einfach in der Weise des naiven Sprachgebrauchs als „geradlinige Strahlen“, längs

¹⁾ Verlag von *Joh. Ambr. Barth*, Leipzig, 1913. XII, 206 S. u. 7 Abbild. Preis M. 7,—, geb. M. 7.80.

denen die Wärme oder Energie dahinfließt, genau so, wie man es in dem Teil der Optik macht, der von den optischen Abbildungen und ihrer Herstellung (optische Instrumente) handelt. Daher genügen hier die Methoden dieser geometrischen Optik, ergänzt durch energetische Betrachtungen, die den Sätzen der Optik zur Messung der Lichtstärke (photometrische Grundsätze) analog sind. Im zweiten Teil wird die Strahlung als elektromagnetischer Wellenvorgang aufgefaßt; Schwingungszahl oder Wellenlänge (Farbe) treten als charakteristisches Merkmal auf. Dabei entsteht der Hauptfortschritt durch Beachtung der mechanischen Wirkung der Strahlung (Lichtdruck) auf Spiegel, und zur Aufklärung des Zusammenhangs dieser mechanischen Wirkungen mit den Wärmewirkungen der Strahlung werden die Methoden der mechanischen Wärmetheorie (Thermodynamik) herangezogen. Der dritte Schritt besteht in der Erfassung der feinsten Struktur der Strahlung auf Grund statistischer Methoden, die denen der kinetischen Theorie der Gase entsprechen. Jede dieser drei Betrachtungsweisen liefert charakteristische Resultate, deren Entstehung wir nun kurz entwickeln wollen.

3. Im ersten Teile handelt es sich zunächst um die Beschreibung des Strahlungszustandes. Dabei muß man sich zunächst klar machen, daß eine starke Strahlung durch einen kalten Körper, eine schwache durch einen heißen hindurchgehen kann; kann man doch durch eine Linse aus Eis Sonnenstrahlen vereinigen und leicht brennbare Körper im Brennpunkt zur Entzündung bringen, ohne daß die Linse selbst schmilzt. Die Intensität der strahlenden Wärme in einem Körper hängt mithin gar nicht von dessen Temperatur, also auch nicht von der in dem Körper aufgespeicherten Körperwärme ab, sondern wesentlich nur von dem Wärmezustand desjenigen Körpers, von dem die Strahlen erzeugt worden sind. Die Intensität oder Energiedichte U der Wärmestrahlung ist ein neuer Begriff, der neben den der Körperwärme tritt. Hierin liegt die wesentliche begriffliche Schwierigkeit der Strahlungslehre.

Es fliegen also die Wärmestrahlen gewissermaßen frei durch den Körper hindurch; dabei tritt aber die Strahlung gleichwohl in Wechselwirkung mit der Körpersubstanz durch die Prozesse der *Emission* und *Absorption*. Die Menge der von einem Körper aus Körperwärme in ausgestrahlte Wärme verwandelten Energie heißt sein *Emissionsvermögen* E ; das Verhältnis der absorbierten zu der ganzen auf einen Körper auffallenden Energie heißt sein *Absorptionsvermögen* A ¹⁾. Diese beiden Größen werden im allgemeinen noch von der Wellenlänge oder besser der Schwingungszahl ν der Strahlung abhängen. Das Ziel des ersten Teils der Strahlungstheorie ist nun die Begründung des berühmten Satzes über die eben definierten Größen, der von

Kirchhoff entdeckt wurde und den Namen dieses Gelehrten trägt. Der Satz besagt, daß das Verhältnis von Emissionsvermögen und Absorptionsvermögen $E:A$ für die Strahlung einer bestimmten Schwingungszahl ν bei allen gleich temperierten Körpern denselben Wert hat, also nur noch von der Schwingungszahl ν und der Temperatur T abhängt, nicht aber von der chemischen Art der Substanz oder von physikalischen Eigenschaften des Körpers. Man spricht daher von einer „universellen“ Abhängigkeit dieses Verhältnisses $E:A$ von ν und T , oder von einer „universellen Funktion“ von ν und T , was man durch das Symbol $E:A = F(\nu, T)$ abkürzend darstellt. Die Wichtigkeit dieses Satzes leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß nun für jeden Körper von bekanntem Absorptionsvermögen die Emission berechnet werden kann, sobald man ein für allemal den Wert jenes Verhältnisses $E:A = F(\nu, T)$ für alle Schwingungen und Temperaturen festgestellt hat; denn dann hat man nur diesen Wert $F(\nu, T)$ mit A zu multiplizieren, um E zu erhalten: $E = A \cdot F(\nu, T)$. Hieraus erkennt man ferner, daß, je nachdem A größer oder kleiner ist, auch E größer oder kleiner sein muß; sobald also ein Körper die Strahlung einer bestimmten Schwingungszahl stark absorbiert, muß er sie auch stark emittieren, und umgekehrt. Ein Körper, der von der auffallenden Strahlung wenig durchläßt und wenig reflektiert, also ein großes Absorptionsvermögen hat, behält das auffallende Licht bei sich und erscheint daher dunkel, oder gar schwarz. Daß solche schwarze Körper in der Tat stark emittieren, zeigt ein einfacher Versuch, der darin besteht, daß man ein blankes Blech mit einem Fleck von schwarzem Ruß versieht und zum Glühen bringt; dann hebt sich der Fleck durch hellere Glut vom glühenden Metall ab. Auf demselben Prinzipie beruht auch *Kirchhoffs* Erklärung der dunklen (Fraunhoferschen) Linien im Sonnenspektrum. Ist ein Körper total schwarz, so ist sein Absorptionsvermögen $A = 1$; sein Emissionsvermögen ist größer als das irgend eines andern Körpers und wird direkt durch jenes universelle Verhältnis gegeben: $E:A = F(\nu, T)$. Die Bestimmung der Abhängigkeit dieses Verhältnisses von Schwingungszahl und Temperatur läuft also heraus auf die Untersuchung des Gesetzes der Strahlung absolut schwarzer Körper, der sogenannten „schwarzen Strahlung“.

4. Was nun die Gültigkeitsgrenze und den Beweis des Kirchhoffschen Satzes angeht, so ist er prinzipiell beschränkt auf reine *Temperaturstrahlung*, d. h. auf solche Strahlungsvorgänge, die dadurch unverändert aufrecht erhalten werden können, daß man durch Wärmezufuhr die Temperatur konstant hält. Es gibt Erscheinungen, wo das nicht der Fall ist; um z. B. die *Phosphoreszenzstrahlung* zu erhalten, ist Wärmezufuhr unwirksam, Temperaturänderungen belanglos, vielmehr gehört dazu vorherige Belichtung; ähnlich hängt das Fluoreszenzlicht wesentlich von gleichzeitiger Belichtung mit Strahlung anderer Schwingungszahl ab, das Leuchten Geißlerscher Röhren von Zufuhr elektrischer Energie. Man faßt alle diese Strahlungsvorgänge

¹⁾ Die auffallende Energie dringt im allgemeinen nicht vollständig in den Körper ein, sondern ein Teil wird reflektiert und entzieht sich dadurch der Absorption im Körper; bei der Definition des Absorptionsvermögens aber handelt es sich um die ganze auffallende, nicht um die eindringende Energie.

unter dem Namen *Luminiszenz* zusammen. Sie stehen außerhalb des Bereiches, für den sich der Kirchhoffsche Satz beweisen läßt. Dieser Beweis beruht nämlich darauf, daß man die Bedingungen aufstellt, denen Emissionsvermögen und Absorptionsvermögen genügen müssen, damit zwischen Körpern, die einander zustrahlen, thermisches Gleichgewicht möglich ist. Auf die mathematischen Schwierigkeiten, die dabei vorliegen und in dem Planckschen Buche nicht vollständig überwunden sind, hat jüngst *D. Hilbert*¹⁾ hingewiesen und sie beseitigt. Experimentelle Bestätigungen hat der Kirchhoffsche Satz vielfach gefunden. In manchen Fällen, wo andere Kennzeichen fehlen, kann der Satz selbst benutzt werden, um zu entscheiden, ob Temperaturstrahlung oder Luminiszenz vorliegt.

Die experimentelle Untersuchung des Gesetzes der schwarzen Strahlung wird durch den Umstand erschwert, daß es in der Natur natürlich keine streng schwarzen Körper gibt. Der Ausweg aus dieser Schwierigkeit ist von verblüffender Einfachheit. Im Innern eines vollständig geschlossenen Hohlraumes, durch dessen gleichmäßig erhitze Wände kein Strahl nach außen dringen kann, muß offenbar die schwarze Strahlung herrschen; bohrt man nun in die Wandung ein kleines Loch — so klein, daß dadurch der Zustand im Innern nicht merklich geändert werden kann —, so kann man durch dieses die Strahlung beobachten. Auf diese Weise hat man die schwarze Strahlung experimentell studiert und ihre Gesetze festgestellt²⁾. Dabei hat sich zunächst gezeigt, daß die Strahlung mit der Temperatur rasch wächst, und zwar, wie *Stefan* gefunden hat, mit deren vierter Potenz. Sodann hat man die Strahlung durch Spektralapparate beobachtet, die erlauben, die Strahlen verschiedener Schwingungszahl räumlich zu trennen. Dabei zeigte es sich, daß die Intensität der Strahlung für eine gewisse Schwingungszahl größer ist, als für alle andern, und dieses Maximum verschiebt sich mit wachsender Temperatur von niederen zu höheren Schwingungszahlen (von rot nach blau), wobei seine Intensität außerordentlich schnell wächst (mit der dritten Potenz der Temperatur, wenn die Intensität in der Skala der Schwingungszahlen gemessen wird). So sendet ein Körper unter 500° Celsius nur unsichtbare Wärmestrahlen aus, dann beginnt er hauptsächlich rotes Licht auszusenden, bei weiterer Temperaturerhöhung tritt gelbes und blaues Licht dazu, bei 1000° beginnt die Gelbglut, bei 1200° die Weißglut.

5. Um theoretisch diesen Erscheinungen zu Leibe zu gehen, muß die Strahlungslehre den großen Schritt von der rein energetischen Betrachtungsweise zur Berücksichtigung der elektromagnetischen Wellennatur der Strahlung machen. Dabei ist der Gedanke von Vorteil, daß in einem von vollkommen

spiegelnden Wänden umschlossenen Hohlraume sich die schwarze Strahlung ausbilden muß, wenn nur etwas absorbierende Materie, sei es noch so wenig (*Planck* sagt: ein Kohlestäubchen) darin enthalten ist; denn schließlich muß jeder Strahl nach unzähligen Spiegelungen immer wieder durch das Partikelchen hindurchgehen; bis er ganz absorbiert ist. Ist aber das Teilchen klein genug, so kommt sein Energieinhalt neben der Strahlungsenergie nicht in Betracht, man hat also ein von elektromagnetischen Wellen durchzogenes Vakuum vor sich, dessen Gesetze genau bekannt sind und durch die Maxwellschen Gleichungen beschrieben werden. Die in allen Richtungen dahinschießenden Wellen erfüllen den Hohlraum gleichmäßig mit elektromagnetischer Energie. Die Menge dieser Strahlungsenergie in der Einheit des Volumens sei u ; dann ist in dem ganzen Volumen V die Energiemenge $U = Vu$ enthalten. Nun lehrt die elektromagnetische Lichttheorie, daß eine Lichtwelle auf einen Spiegel einen Druck (den Lichtdruck) ausübt; so wirkt auch die Strahlung in dem Hohlraum auf die spiegelnden Wände mit einem Druck p , und zwar beträgt dieser den dritten Teil der Strahlungsdichte u , sodaß $u = 3p$ ist¹⁾. Hieraus erhält man durch Multiplikation mit dem Volumen die Gesamtenergie U gleich dem Dreifachen des Produkts von Druck und Volumen:

$$U = 3pV.$$

Diese Relation erinnert außerordentlich an die sogenannte Zustandsgleichung eines Gases, die die Gesetze von *Boyle-Mariotte* und *Gay-Lussac* ausdrückt. Der Gedanke, die in der Gastheorie angewandten Methoden der Thermodynamik auf unseren Fall des durchstrahlten Hohlraums zu übertragen, bietet sich dann naturgemäß dar. Wenn man nämlich bei einer Flüssigkeit oder einem Gase die Abhängigkeit der Energie vom Drucke und vom Volumen kennt, so ist dadurch das Verhalten der Substanz gegen mechanische und thermische Einflüsse wesentlich bestimmt und nach den Verfahren der mechanischen Wärmetheorie zu berechnen; speziell kann man feststellen, wie die Energie von der Temperatur abhängt. Da wir bei unserem Hohlraum wissen, wie sich die Energie mit Druck und Volumen ändert, haben wir also die hinreichenden Daten, um die Abhängigkeit der Strahlungsenergie U von der Temperatur T auszurechnen. Die Durchführung dieser Rechnung liefert die Formel $U = aT^4$, die das oben genannte Stefansche Gesetz ausdrückt und theoretisch in der geschilderten Weise zuerst von *Boltzmann* abgeleitet worden ist. Den Wert der Konstanten a hat man durch Messung der Erwärmung absolut bestimmen können, die ein kalter Probekörper (Bolometer) durch ein Strahlenbündel von gegebener geometrischer Begrenzung in einer Sekunde erfährt.

6. Auch das Gesetz über die Wanderung des Strahlungsmaximums im Spektrum nach den

¹⁾ *D. Hilbert*, Begründung der elementaren Strahlungstheorie, Jahresber. d. deutsch. Mathematiker-Vereinigung Bd. 22, p. 1, 1913.

²⁾ Von den Forschern, die an diesen wichtigen Messungen den größten Anteil haben, seien hier nur *Stefan*, *Wien*, *Lummer* und *Pringsheim*, *Paschen* genannt.

¹⁾ Die hier auftretende Zahl 3, auf der die folgenden Gesetze wesentlich beruhen, ist für die elektromagnetische Theorie charakteristisch; die Newtonsche Emissionstheorie würde z. B. den doppelten Wert des Strahlungsdruckes ergeben.

größeren Schwingungszahlen bei steigender Temperatur läßt sich in verwandter Weise theoretisch gewinnen, und zwar erscheint es als spezielle Anwendung eines von *Wien* aufgestellten „Verschiebungsgesetzes“. Zu diesem gelangt man durch die Betrachtung der Veränderung, die die Strahlung erfährt, wenn man das Volumen des Hohlraums durch Bewegung der spiegelnden Wände verändert. Ein Strahl nämlich, der an einem bewegten Spiegel reflektiert wird, erfährt nach den Gesetzen der Wellenlehre eine Veränderung seiner Schwingungszahl, indem der gegen die auffallenden Wellen bewegte Spiegel diese gewissermaßen zusammendrückt. So klein dieser Effekt für den einzelnen Strahl auch ist, liefert er doch für die Gesamtstrahlung das Gesetz, nach welchem sich die Energie bei einer Kompression des Volumens im Spektrum verschiebt. Dabei tritt auch offenbar eine Änderung der Energiedichte und somit, nach thermodynamischen Grundsätzen, der Temperatur ein; es stellt sich heraus, daß für zwei verschiedene Temperaturen T und T' bei denjenigen Schwingungszahlen ν und ν' dieselbe Energiedichte herrscht, die sich ebenso verhalten wie die Temperaturen,

$$T : T' = \nu : \nu'.$$

Dieses Wiensche Gesetz kann man schließlich mit dem von *Stefan* und *Boltzmann* zu der Aussage vereinigen, daß die Strahlung des schwarzen Körpers $F(\nu, T)$, dividiert durch die dritte Potenz der Schwingungszahl ν^3 , nur noch von dem Verhältnis $T : \nu$ abhängen kann; daher kann man schreiben

$$F(\nu, T) = \nu^3 f\left(\frac{T}{\nu}\right),$$

wobei $f\left(\frac{T}{\nu}\right)$ eine Größe bedeutet, die nur noch von dem Verhältnis $T : \nu$ abhängt. Kennt man also den Verlauf von $F(\nu, T)$ in seiner Abhängigkeit von ν für eine bestimmte Temperatur, so ist er durch diese Formel für jede andere Temperatur gegeben. Dieser zweite Teil der Strahlungstheorie reduziert das Problem auf die Bestimmung der Größe f , die nur noch von einer Veränderlichen abhängt. Ferner ergibt sich aus der letzten Formel leicht die Existenz eines Maximums der schwarzen Strahlung, dessen Intensität mit der dritten Potenz der Temperatur wächst; auch dieses Gesetz $F_{\max} = b T^3$ ist, wie wir schon oben erwähnten, mehrfach experimentell bestätigt und der Wert der Konstanten b bestimmt worden.

Mit dieser Aussage über die Gestalt des Strahlungsgesetzes ist alles gewonnen, was die Anwendung der Prinzipien der Elektrodynamik und Thermodynamik liefern kann; die Verteilung der Energie über das Spektrum bei gegebener Temperatur zu bestimmen, erfordert neue Hilfsmittel.

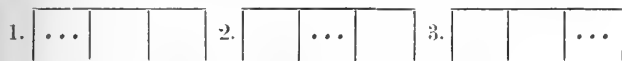
7. Um den Charakter dieser neuen Hilfsmittel zu erklären, wollen wir die analogen Verhältnisse betrachten, die sich in der kinetischen Gastheorie einstellen. Dort wird z. B. der Druck erklärt durch die Wirkung der Stöße, welche die einzelnen Moleküle gegen die Gefäßwände ausüben; die Tem-

peratur wird als die mittlere kinetische Energie der Gasmoleküle aufgefaßt. Um die Abhängigkeit des Druckes von der Temperatur (das Gesetz von *Gay-Lussac*) abzuleiten, genügen dann die allgemeinen mechanischen Prinzipien. Will man aber speziell wissen, wieviel Moleküle eine gewisse Geschwindigkeit oder eine gewisse Richtung ihrer Flugbahn haben, so kann man das keineswegs aus allgemein mechanischen Gesetzen ableiten; denn diese bestimmen einen mechanischen Vorgang nur dann, wenn alle Verhältnisse in einem Augenblicke (dem „Anfangszustand“) gegeben sind. Die Lage und Geschwindigkeit der einzelnen Moleküle ist uns aber in *keinem* Augenblicke bekannt, ja diese genauen Angaben wären sogar für die physikalisch beobachtbaren Vorgänge ganz unwesentlich. Denn wenn viele Billionen Moleküle pro Sekunde gegen eine Wand prallen und so den Druck erzeugen, so ist es offenbar ganz gleichgültig, ob ein paar Tausend etwas schneller oder langsamer fliegen, solange nur im Mittel derselbe Effekt herauskommt. Für die Beobachtungen kommen also nur Mittelwerte in Betracht, die Einzelwerte sind weder feststellbar noch von Belang. Ganz ähnlich verhält es sich nun nach *Planck* hinsichtlich der Strahlung. Das sogenannte „natürliche Licht“, wie es von den Lichtquellen ausgeht und ohne Benutzung optischer Apparate wahrgenommen wird, besitzt eine sehr komplizierte Struktur. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß es sich aus den unzähligen einzelnen Erregungen zusammensetzt, welche von den einzelnen, von einander unabhängigen Molekülen ausgesandt werden, so ist es klar, daß es nicht aus regelmäßigen periodischen Wellenzügen besteht, sondern aus einem wirren Gemisch von ungeheuer vielen superponierten Wellen verschiedener Stärken (Amplituden) und Phasen. Dem entspricht es, daß es nie gelingt, absolut homogenes Licht (d. h. Strahlung einer Schwingungszahl oder Farbe) herzustellen; selbst die schmalste Spektrallinie besitzt eine gewisse Breite. Auch hier liegen also unkontrollierbare Einzelvorgänge vor, die erst als mittleren Effekt die beobachteten Vorgänge ergeben. Man wird daher versuchen, die Strahlung in ähnlicher Weise zu behandeln, wie die Molekülbewegungen in einem Gase. Welches ist nun das Verfahren der kinetischen Gastheorie?

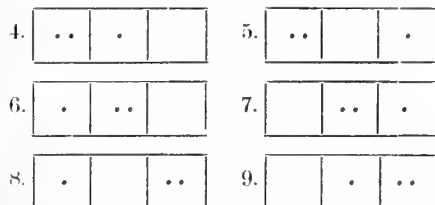
8. Bei allen Erscheinungen, wo sich aus regelmäßigen (zufälligen) Einzelvorgängen deutliche Gesamtwirkungen zusammensetzen (z. B. bei den Geburts- und Sterblichkeitsziffern) ist die statistische Methode am Platze, die zwar keine absolut gewissen, aber, wenn die Anzahl der Einzelfälle sehr groß ist, sehr wahrscheinliche Aussagen liefert. Diese statistische Betrachtungsweise kann man nun mit großem Rechte auf die Mechanik der Moleküle anwenden, weil die Anzahl der Einzelvorgänge, nämlich der Molekülbewegungen, ganz ungeheuerlich groß ist. So ist die „statistische Mechanik“ entstanden und unter den Händen von *Maxwell*, *Boltzmann* und *Gibbs* zu einer entwickelten Disziplin geworden. Um einen Begriff von diesen Methoden zu geben, wollen wir darlegen, warum sich gemäß der statistischen Anschauungsweise ein Gas im Gleich-

gewicht gleichförmig über ein Volumen ausbreitet. Dazu wollen wir zwei verschiedene Betrachtungsweisen unterscheiden, die grobe oder makroskopische und die feine oder mikroskopische. Der makroskopischen Betrachtung entsprechen die wirklichen Messungen, die nur relativ grobe Resultate liefern; die mikroskopische Betrachtung aber hat mit den Lagen der einzelnen Moleküle zu tun. Um diese Begriffe zu präzisieren, denken wir uns das Gasvolumen in lauter gleich große Zellen geteilt, die gerade so klein gewählt sind, daß sie noch beobachtet werden können. Jede dieser Zellen enthält aber noch ungeheuer viele Moleküle. Makroskopisch ist der Zustand der Dichte des Gases dann bestimmt durch die Angabe, wie viele Moleküle in einer Zelle liegen; mikroskopisch ist der Zustand erst bestimmt, wenn man weiß, in welcher Zelle ein jedes einzelne Molekül liegt. Offenbar läßt sich jeder makroskopische Zustand durch außerordentlich viele mikroskopische verwirklichen. Zur Veranschaulichung vereinfachen wir das Problem; es seien nur drei Zellen und drei Moleküle vorhanden, die wir mit a , b , c bezeichnen. Dann sind folgende zehn makroskopische Fälle möglich, die in drei Gruppen zerfallen:

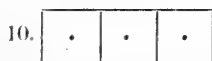
I. Gruppe von drei Fällen: Alle drei Moleküle sind in ein und derselben Zelle, die beiden anderen Zellen sind leer.



II. Gruppe von sechs Fällen: Zwei Moleküle sind in einer Zelle, ein Molekül in einer anderen, die dritte Zelle ist leer.



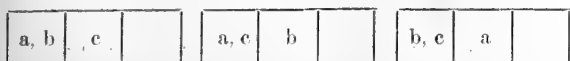
III. Gruppe, ein Fall: Jede Zelle enthält ein Molekül.



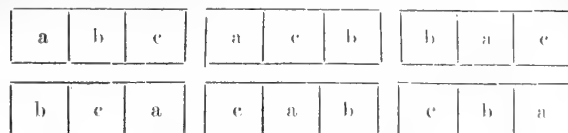
Jetzt gehen wir zur mikroskopischen Betrachtung über und zählen ab, auf wieviel Weisen sich die Moleküle miteinander vertauschen lassen, ohne daß sich der makroskopische Anblick ändert. Offenbar läßt sich jeder Fall der Gruppe I nur auf eine Art mikroskopisch verwirklichen, z. B. Fall 1 so:



Dagegen entspricht jeder Fall der Gruppe II bereits drei verschiedenen mikroskopischen Anordnungen, z. B. der Fall 4:



Dem Fall 10 (Gruppe III) endlich gehören gar sechs mikroskopische Fälle an, nämlich:



Sieht man nun alle mikroskopischen Fälle als gleich möglich an, wie es natürlich ist, so sehen wir, daß der makroskopische Fall 10, bei welchem die Moleküle gleichförmig über die Zellen verteilt sind, in einer überwiegenden Zahl von gleichberechtigten Fällen realisiert ist, also sein Eintreten eine überwiegende Wahrscheinlichkeit hat. Ganz genau dasselbe gilt bei mehr Molekülen und mehr Zellen, ja, die gleichförmige Verteilung überwiegt an mikroskopischer Häufigkeit alle anderen makroskopischen Verteilungen um so mehr, je größer die Anzahlen der Moleküle und Zellen sind. Definiert man nun die Masse der in einer Zelle vorhandenen Moleküle, dividiert durch das Volumen der Zelle, als Gasdichte und denkt sich das Zellvolumen so klein, daß die Dichte schließlich als kontinuierlich angesehen werden kann, so sehen wir, daß mit ungeheurer Wahrscheinlichkeit die Dichte im Gase konstant sein wird, sobald keine Gründe dagegen vorliegen, d. h. keine äußeren Kräfte wirken, Gleichgewicht herrscht. In ähnlicher Weise bestimmt sich die Geschwindigkeitsverteilung der Moleküle.

9. Um dieses Verfahren auf die Strahlungsvorgänge zu übertragen, geht Planck etwas näher auf die elementaren Vorgänge ein, auf denen Emission und Absorption beruhen. Beide sollen von dem Vorhandensein kleinster elektrischer Ladungen (Elektronen) herrühren, die an die Moleküle gekoppelt sind und wie Pendel um diese schwingen können. Wird ein solches elektrisches Pendel von elektrischen Wellen getroffen, so gerät es in Mitschwingungen (Resonanz), sobald seine eigene Schwingungsdauer mit derjenigen der auffallenden Welle nahe übereinstimmt, und wenn es schwingt, strahlt es seinerseits elektrische Wellen nach allen Seiten aus. Man muß annehmen, daß Resonatoren aller möglichen Frequenzen in den absorbierenden Körpern vorhanden sind. Man kann nun durch mathematische Überlegung zeigen, daß sich die Energieverteilung der schwarzen Strahlung berechnen läßt, sobald bekannt ist, wie sich die Energie auf die einzelnen Resonatoren verschiedener Schwingungszahl innerhalb eines von spiegelnden Wänden begrenzten Hohlraums verteilt. Letzteres Problem ist aber ganz analog zu jenem oben behandelten von der Dichteverteilung der Gas-moleküle.

Es zeigt sich nun aber der merkwürdige Umstand, daß die direkte Anwendung jener statistischen Methode ein Resultat liefert, das jeder Erfahrung widerspricht (bei dem z. B. die Energie gar kein Maximum im Spektrum hat und ihr Gesamtwert gar nicht endlich ist). Es ist den vereinten Bemühungen vieler Forscher nicht gelungen, hier die Theorie mit der Erfahrung in Einklang zu

bringen, ohne den Rahmen der üblichen Vorstellungen der Mechanik und Elektrodynamik einerseits, der statistischen Methoden andererseits zu überschreiten.

10. *Planck* hat sich kühn über diese Schranken hinweggesetzt durch seine Hypothese der Energieelemente. Der Sinn dieser läßt sich in der neuen Form, die *Planck* ihr in der zweiten Auflage seines Buches gibt, einigermaßen verständlich machen, wenn man an jene Zelleneinteilung anknüpft, die wir oben bei einem Gase vorgenommen haben. In ähnlicher Weise wird hier der Wertebereich der Energie in „Zellen“ geteilt; daß ein Resonator in eine bestimmte Zelle fällt, bedeutet dann, daß er den dieser Zelle entsprechenden Energiebetrag bekommt. Es sind nur solche Verteilungen der Resonatoren zuzulassen, bei denen die Gesamtenergie einen gegebenen Wert hat; zählt man nun ab, auf wieviele Weisen sich eine bestimmte Verteilung der Resonatoren auf die Energiezellen mikroskopisch realisieren läßt, so ergibt sich, daß diese Anzahl für eine gewisse makroskopische Verteilung überwiegt (wegen jener Nebenbedingung über die Gesamtenergie ist es nicht die gleichförmige Verteilung). Nach der gewöhnlichen Anschauung dürfte es dabei auf die *Größe der Zellen* nicht ankommen, wenn diese nur klein genug sind; man könnte sie beliebig klein nehmen. Dann würde man aber für das Strahlungsspektrum jene falsche Energieverteilung erhalten. *Plancks* Idee besteht nun darin, daß er behauptet, *die Energiezellen müssen eine bestimmte, nur noch von der Schwingungszahl abhängige Größe ϵ haben*; und zwar muß, damit das Resultat mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz im Einklange stehen soll, das Energieelement ϵ mit der Schwingungszahl ν proportional sein: $\epsilon = h\nu$ (was man auch direkt plausibel machen kann). Die neue universelle Konstante h nennt *Planck* das *Wirkungsquantum*, weil ihre physikalische Dimension (Energie mal Zeit) dieselbe ist wie die der in der Mechanik „Wirkung“ oder „Aktion“ genannten Größe. Diese Annahme bedeutet also, daß die Resonatoren nicht jeden Energiebetrag besitzen können, sondern immer nur Vielfache einer bestimmten Menge ϵ , also $0 \cdot \epsilon, 1 \cdot \epsilon, 2 \cdot \epsilon, 3 \cdot \epsilon, \dots$. Während früher *Planck* diese Behauptung einfach als Hypothese hinstellte, ungeachtet des Umstandes, daß sie mit den auch von ihm selbst gebrauchten Vorstellungen eines elektrodynamischen Resonators im Widerspruch steht, sucht er sie jetzt mit diesen Vorstellungen in Einklang zu bringen, indem er die Absorption wie gewöhnlich als kontinuierlich annimmt, die Emission aber als diskontinuierlich; sobald der Resonator der auffallenden Strahlung allmählich soviel Energie entzogen hat, daß seine eigene Energie ein Vielfaches von ϵ beträgt, soll er diese auf einmal aussenden können¹⁾.

Die Durchführung dieser Rechnungen liefert nun als Resultat eine Strahlungsformel, die mit den übrigen Strahlungsgesetzen im Einklang ist und zwei Konstanten enthält; sie sei hier für den der

mathematischen Symbole kundigen Leser angegeben:

$$R(\nu, T) = \frac{h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

c ist die Lichtgeschwindigkeit. Die eine der beiden Konstanten k tritt in jeder statistischen Theorie (z. B. der Gastheorie) auf und hängt mit der absoluten Gaskonstanten und der absoluten Zahl der Moleküle pro Äquivalentgewicht zusammen; die andere Konstante ist das oben eingeführte *Wirkungsquantum* h . Nun hatten wir bereits oben zwei Strahlungskonstanten kennen gelernt, die der Gesamtstrahlung a und die des Strahlungsmaximums b , die beide genau bekannt sind. Aus ihnen lassen sich dann h und k berechnen. Der so gefundene Wert der Konstanten k übertrifft bei weitem alle vorher bekannten an Genauigkeit und erlaubt eine Neuberechnung aller absoluten Zahlenwerte der Molekulartheorien, z. B. der Anzahl der Moleküle im Äquivalentgewicht einer Substanz, der Ladung des Elektrons usw. Die Konstante h aber ist die *charakteristische Zahl der Quantenhypothese*.

11. Obwohl die Planckschen Betrachtungen noch keineswegs den Anspruch erheben, eine abgeschlossene Theorie darzustellen, so haben sie doch außerordentlich fruchtbar auf die Forschung gewirkt. Der Gedanke des Energieelements und des Wirkungsquantums ist auf viele andere Zweige der Physik übertragen und als Arbeitshypothese mit Erfolg gebraucht worden. So hat besonders die thermodynamische Theorie der festen Körper einen großen Schritt vorwärts gemacht, seit *Einstein* die Annahme einführte, daß auch für die schwingenden Moleküle, die im festen Zustande die Träger der Wärmebewegung sind, die Quantentheorie maßgebend ist. *Einstein* und *Stark* gingen sogar so weit, der Energie überhaupt atomistische Struktur zuzuschreiben, auch wenn sie als Strahlung frei den Raum durchheilt. Doch stehen solchen Vorstellungen zu große Schwierigkeiten entgegen, als daß sie zu allgemeiner Anerkennung gelangen konnten. Daher war *Einstein* selbst unablässig bemüht, die Physik und speziell die Strahlungstheorie von der Quantenhypothese zu befreien, und es scheint neuerdings möglich, daß seine Bestrebungen Erfolg haben könnten. In jedem Falle wird die Quantenhypothese *Plancks* als eines der kühnsten Gedankenexperimente aller Zeiten zu gelten haben.

Zuschriften an die Herausgeber.

Ursache und Bedingungen.

Dankbar für die von den Herren *A. Finkelstein* und *M. Kronenberg* meinem Aufsatz (in Heft 7 dieser Zeitschrift) geschenkte Aufmerksamkeit, erlaube ich mir folgende Bemerkungen, ohne mich zu weiterem Gedankenwechsel zu verpflichten.

Herr *Finkelstein* bemerkt selbst, daß die Wissenschaft nicht — ich füge hinzu: wenigstens nicht an erster Stelle — den *praktischen* Wert einer Erscheinung zu berücksichtigen hat. Das gilt auch hier. Es

¹⁾ Dem Referenten scheint durch diese Vorstellungsweise nicht viel gewonnen.

läßt sich übrigens das Wort „Ursache“ überhaupt, wo seine Anwendung nicht sicher richtig wäre, sehr wohl vermeiden. So könnte der Dampfkesselsinspektor schreiben: „Dampfkessel explodiert durch . . .“

Als „Ursache im wissenschaftlichen Sinne diejenige Bedingung eines Vorganges (zu bezeichnen), auf die man die Aufmerksamkeit konzentrieren muß, um den Vorgang logisch in das Weltbild einzuordnen“ wäre m. E. nicht empfehlenswert. Und zwar schon deshalb nicht, weil das einseitiges, willkürliches Verfahren wäre, das der objektiven Forschung im Wege stehen würde. Ich brauche hier nicht zu wiederholen, was ich in meinem Aufsatz betont habe. Auf die Bedeutung der Konstellation der Bedingungen werde ich übrigens an anderer Stelle ausführlicher zurückkommen und dabei zugleich ausführlicher auf Fehler der Einseitigkeit hinweisen.

Es freut mich, daß nach Herrn *Kronenberg* „für die Explosion eines Volkskörpers . . . mit einer derartigen Erklärung“ (das heißt Umwandlung potentieller in kinetische Energie) „fast nichts gewonnen“ ist. Denn „fast nichts“ bedeutet „etwas“ — sei es noch so wenig — gewonnen. Und dies ist bei einer so alten und so viel durchdachten Frage ein erfreuliches Ergebnis. Was ist hier denn gewonnen, wenn wir annehmen, daß meine Darstellung richtig ist? Daß sehr verschiedenartige, auch seelische, Vorgänge von einem objektiven, einheitlichen Gesichtspunkte aus zu erklären sind. Die Größe dieses Vorteils wird allerdings erst in der Zukunft zu bestimmen sein.

Ob „Ursache“ definierbar ist, bleibe jetzt dahingestellt. Die Philosophen denken hierüber nicht einig¹⁾. Mein von den beiden Herren angeführter Satz: „Ursache nennen wir die Energie in ihrer ursprünglichen Verteilung und Form, Wirkung ist die Energie in ihrer neuen Verteilung und Form“ ist aber keine Definition. Herr *Kronenberg* hat Recht, wenn er dies behauptet; Unrecht jedoch, wenn er sagt, daß *ich* in diesem Satz eine Definition der Verknüpfung Ursache—Wirkung gegeben oder zu geben versucht habe. Aus den vorhergehenden und folgenden Abschnitten meiner Arbeit geht ja hervor, daß der Satz nur anweist, was bei einer gegebenen ursächlichen Verknüpfung zweier Erscheinungen als Ursache, was als Wirkung zu bezeichnen ist. Wenn ich in einem gegebenen Viehstall die Kühe und die Kälber genau anzeige, so definiere ich damit doch nicht die Begriffe Kuh und Kalb, und so darf man mir doch nicht eine fehlerhafte Definition vorwerfen! Ich habe auch nicht eine andere Frage zu beantworten versucht, wie z. B.: wann nehmen wir eine ursächliche Verknüpfung zweier Erscheinungen an? Hätte ich die Beantwortung einer solchen Frage oder eine Definition oder „erklärende Umschreibung“ der Verknüpfung Ursache—Wirkung versucht, so wäre der Vorwurf des Herrn *Kronenberg*, es fehle der Begriff der Notwendigkeit der Zeitfolge, berechtigt gewesen²⁾. Jetzt ist sein Vorwurf unberechtigt.

Es dürfte Herrn *Kronenberg* nicht schwer fallen, richtige Beispiele der Wichtigkeit erkenntnistheoretischen Studiums anzuführen. Seine Kritik meiner vermeintlichen „Definition“ könnte ich aber mit mehr Recht als Beispiel davon anführen, daß erkenntnistheoretische Schulung überhaupt keineswegs eine nie schlummernde kritische Aufmerksamkeit verbürgt. Ich will das aber

nicht tun und lieber betonen, daß auch ich seit langem der Meinung bin, daß gewisse erkenntniskritische Bildung notwendig für den Naturforscher ist. Ich meine aber, daß der Naturforscher dabei Maß halten soll — *vita brevis!* — und daß er sich dabei besonders vor zwei Gefahren hüten soll, die der Naturforschung verhängnisvoll werden können: 1. vor der Gefahr der dogmatischen Befangenheit, des jurare in verba magistri; 2. vor der Gefahr der (zu starken) Abstraktion, der Vernachlässigung der Daten.

Vergessen wir nicht, daß von den Philosophen aller Zeiten widersprechende Ansichten über wichtige Fragen, auch über den Kausalbegriff, geäußert worden sind, Ansichten, die nicht alle zugleich vollkommen richtig sein können.

Leiden (Oegstgeest), 14. April 1913.

N. Ph. Tendeloo.

Beim Begriff der Ursache handelt es sich, wie im zweiten der Artikel in Heft 15 S. 361 zutreffend hervorgehoben ist, um einen Allgemeinbegriff, ohne den Erkenntnis unmöglich ist, nämlich um den der Kausalität. Ob dieser als Kategorie bezeichnet werden soll, muß bezweifelt werden; wenigstens läßt sich hierfür *Schopenhauer* nicht als Autorität anführen, denn er schreibt (*Die Welt als Wille und Vorstellung*, Bd. I [1891] S. 531): Ich verlange demnach, daß wir von den Kategorien elf zum Fenster hinauswerfen und allein die der Kausalität behalten, jedoch einsehen, daß ihre Tätigkeit schon die Bedingung der empirischen Anschauung ist, welche sonach nicht bloß sensual, sondern intellektual ist.“ Selbstverständlich liegt ihm demzufolge nichts ferner, als die Definition dieses Begriffes einem Verfahren gleich zu achten, das „mit der Stange im Nebel herumfährt“, sondern er erklärt bestimmt (ebenda S. 137): „ich nenne Ursache . . . denjenigen Zustand der Materie, der, indem er einen anderen mit Notwendigkeit herbeiführt, selbst eine ebenso große Veränderung erleidet, wie die ist, welche er verursacht, welches durch die Regel von der Gleichheit der Wirkung und der Gegenwirkung ausgedrückt wird.“

Noch bezeichnender formuliert diese Definition *Herm. Lotze* in folgender Fassung (*Metaphysik* 1884, S. 105): „Unter *Ursachen* verstehen wir der Herkunft des Wortes gemäß diejenigen wirklichen Dinge oder Sachen, deren noch zu ermittelnde Verbindung miteinander zu dem Auftreten vorher nicht vorhanden gewesener Tatsachen führt. Die Gesamtheit dieser neuen Tatsachen nennen wir die *Wirkung*, indem wir diesen Namen . . . zur Bezeichnung des hervorgebrachten Ergebnisses bestimmen. . . . Der Grund aber ist nicht Ding noch Sache, sondern die Gesamtheit aller zwischen den Dingen und ihren Naturen bestehenden Verhältnisse, aus welchen der Inhalt der neu eintretenden Wirkung als denknöthige Folge ableitbar ist . . . wir geben vorläufig der Gewohnheit unserer Vorstellungsweise nach, eine veränderliche Beziehung zwischen den Dingen als die Bedingung der Wirklichkeit noch neben dem Grunde zu nennen, welcher die Gestalt der entstehenden Folge bestimmt.“ An einer weiteren Stelle (ebd. S. 410) bespricht *Lotze* „den vielfach berührten Unterschied zwischen dem Kausalnexus des Geschehens und dem bloßen Bedingungs Zusammenhang zwischen Grund und Folge“ mit den Worten „ein Ereignis kann nicht in der Art der Grund oder die Veranlassung einer Folge sein, daß sie unverändert fortbestände, nachdem sie diese erzeugt hätte; es muß vielmehr sich ganz oder teilweise auflösen, um seine Folge zu verwirklichen . . . im einfachsten Falle des Wirkens treten wenigstens zwei Elemente *a* und *b* in eine Beziehung *c*, und das Resultat des Wirkens besteht darin, daß *a* in α , *b* in β und *c* in γ übergeht; jede Wirkung ist daher

¹⁾ Vergl. z. B. *Theodor Lipps*, Grundzüge der Logik § 299, Hamburg und Leipzig 1893; *G. Heymans*, Die Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens, S. 312, 339, Leipzig 1905. Dort findet man Definitionen.

²⁾ In einer anderen Arbeit, die schon einige Zeit, wenigstens in dem betreffenden Abschnitt, fertig im Manuskript vorliegt, habe ich die zeitlichen Verhältnisse erörtert.

Wechselwirkung zweier Parteien, und keine von beiden kann der anderen einen neuen Zustand zufügen, ohne durch Veränderung ihres eigenen einen bestimmten Preis für diesen Erfolg zu zahlen.“ Aus dieser Darlegung ergibt sich also, daß unser — wie oben erwähnt — hergebrachter Ausdruck „Bedingung“ überhaupt ein verfehlter ist und in metaphysischen Untersuchungen durch den Begriff der Beziehung zu ersetzen wäre.

Bemerkenswert ist noch folgende Stelle aus *Lotzes Logik* (1880 S. 577): „Wir könnten offenbar auf eine Bearbeitung der Wirklichkeit durch unser Denken nicht hoffen, wenn wir nicht in dem empirischen Verlauf der Dinge eine allgemeine Gesetzmäßigkeit als vorhanden annehmen dürften, die uns erst die Möglichkeit verschafft, von den formalen Gesetzen unseres Denkens Nutzen zu ziehen.“ Jene „Gesetzmäßigkeit im empirischen Verlauf der Dinge“ haben wir uns gewöhnt als Ursache und Wirkung zu bezeichnen, die wir im Denken als Grund und die damit durch die Bedingung verknüpfte Folge auffassen. Nur in diesem Sinne kommt dem Begriffe der Bedingung eine Berechtigung zu; wollten wir ihn im Sinne von Ursachen gebrauchen, dann käme unser Denken in eine Verfassung, die *Lotze* (ebd. 544) als „einen Selbstmord der Untersuchung“ bezeichnet.

Nur in ein paar Worten möchte ich noch Bezug nehmen auf einen Gedanken des ersten der beiden Artikel. Wenn ich an der Fußsohle einen Schmerz fühle und nach dem Ausziehen des Stiefels finde, daß eine Nagelspitze innen vorsteht, dann muß ich mir sagen, daß diese die Fußsohle verletzt und diese Verletzung den Schmerz verursacht hat. Die Ursache des Schmerzes war also nicht der Nagel; wohl aber muß man ihn als die Veranlassung des Schmerzes bezeichnen.

Nürnberg, 17. April 1913.

Eman. Seyler.

Indem ich, Ihrer Aufforderung Folge leistend, an die vorstehenden Darlegungen auch meinerseits noch einige Schlußbemerkungen knüpfe, glaube ich zunächst konstatieren zu können, daß der Hauptzweck meiner Ausführungen in Nr. 15 erreicht worden ist: nämlich nachdrücklich darauf hinzuweisen, daß der Begriff der Ursache ohne erkenntnistheoretische Voraussetzungen nicht untersucht werden kann. Auch Herr Prof. *Tendeloo* erkennt dies an und betont die Notwendigkeit erkenntnistheoretischer Bildung für den Naturforscher. Wenn er dazu meint, es solle aber damit „Maß gehalten“ werden, so ist diese Restriktion unwesentlich, denn sie betrifft ja nur die wissenschaftliche Praxis, nicht, worum es hier allein sich handelte, die wissenschaftliche Theorie, die reine Erkenntnis, innerhalb deren es ein Maßhalten (eine „mäßige Wahrheit“) nicht geben kann. Und wenn er weiter auf zwei Gefahren aufmerksam macht, auf das jurare in verba magistri und zu starke Abstraktion bei Vernachlässigung der Daten, so bedrohen diese Gefahren nicht nur die Erkenntnistheorie oder die Philosophie im allgemeinen, sondern jede Wissenschaft. — Herr *Seyler* erkennt ja auch ausdrücklich an, daß der Begriff der Ursache ein Allgemeinbegriff sei, ohne den Erkenntnis unmöglich ist. Ob dieser Allgemeinbegriff auch als Kategorie bezeichnet werden soll, ist eine Frage, die in vorliegendem Falle keineswegs ausschlaggebend ist. Wenn aber Herr *Seyler* diese Bezeichnung gerade unter Berufung auf *Schopenhauer* abwehren zu müssen glaubt, so scheint mir da ein Mißverständnis der zitierten Äußerungen vorzuliegen. Denn *Schopenhauer* will ja die Kausalität nicht nur als eine Kategorie, sondern sogar als die Kategorie par excellence aufgefaßt wissen.

Einem Mißverstehen des Wesens der Definition scheint es mir zu entspringen, wenn Herr *Tendeloo* es

dahin gestellt sein läßt, ob die Ursache definiert werden könne, und wenn er, ebenso wie Herr *Seyler*, andererseits unter Berufung auf verschiedene Philosophen, meiner Behauptung entgegentritt, daß der Begriff der Ursache nicht definierbar sei. Ich hatte aber unter dem Begriffe der Definition — deren es bekanntlich recht verschiedene Arten gibt — jene strengste Art im Auge, die etwa in der bekannten Regel umschrieben wird: definitio fit per genus proximum et differentiam specificam; nicht aber, wie ich ja ausdrücklich hervorgehoben habe, jene im strengen Sinne eben nicht als Definition zu bezeichnende erklärende Umschreibung und logische Begriffsbestimmung, die natürlich, wie ich ebenfalls betonte, auch beim Begriff der Ursache nicht nur möglich, sondern auch wissenschaftlich unentbehrlich ist.

Nun will freilich Herr Prof. *Tendeloo* überhaupt keine Definition, weder im einen noch im anderen Sinne gegeben haben, sondern lediglich eine „Anweisung, was bei einer gegebenen, ursächlichen Verknüpfung zweier Erscheinungen als Ursache, was als Wirkung zu bezeichnen ist“. Herr *Tendeloo* meint also offenbar die Verknüpfung Ursache—Wirkung selbst nicht einmal „erläuternd umschrieben“ zu haben, indem er zu unterscheiden lehrt, was Ursache, was Wirkung sei. Aber eine solche Ansicht ist nur möglich auf Grund eben derselben unzulässigen Vermischung erkenntnistheoretischer, naturphilosophischer und empirischer Gesichtspunkte, auf die ich auch in Nr. 15 hingewiesen habe. Das zeigt deutlich der Hinweis auf das Beispiel vom Viehstall. Denn es gibt da schlechterdings gar keine Analogie: was haben zwei empirische Erscheinungen (Kühe und Kälber) von ganz zufälligem räumlichem Nebeneinander, also ohne jede Spur von Einheit, die eine Unterscheidung erforderlich machte, mit zwei Allgemeinbegriffen (Ursache und Wirkung) zu tun, die in innerer Einheit untrennbar verknüpft sind, von denen der eine nie ohne den anderen vorgestellt werden kann? Ein vermöge der Analogie wirklich erklärendes Beispiel wäre etwa der Hinweis auf das Verhältnis links—rechts gewesen, wo ebenfalls beide Seiten untrennbar verknüpft sind. Wer begriffliche Anweisung gibt, das Links vom Rechts zu unterscheiden, was ja unmöglich, würde eben damit auch das gesamte Relativitäts-Verhältnis links—rechts begrifflich bestimmt haben; ganz ebenso hätte derjenige, welcher „Anweisung“ gibt, Ursache und Wirkung begrifflich zu unterscheiden, was gleichfalls unmöglich ist, auch das Gesamtverhältnis Ursache—Wirkung begrifflich bestimmt, in diesem Sinne also definiert. Und man kann, die Analogie weiter führend, hinzufügen: so wie die Unterscheidung von links und rechts sich gründet auf die reine Raumschauung, so die von Ursache und Wirkung auf die reine Zeitschauung. Letztere darf aber wieder nicht verwechselt werden mit der empirischen Zeitschauung, wie es Herr *Tendeloo* tut, wenn er sich dagegen wehrt, daß er nicht gefragt habe, wann wir eine ursächliche Verknüpfung zweier Erscheinungen annehmen.

Zuletzt möchte ich noch auf die Schlußbemerkung des Herrn Prof. *Tendeloo* erwidern: es ist gewiß richtig, daß, wie in der Philosophie überhaupt, so auch in der Erkennungstheorie noch vieles ungeklärt und strittig ist. Aber das ist nicht anders als in den übrigen Wissenschaften. Es gibt gerade in der Erkenntnistheorie schon längst einen sich stetig vermehrenden, recht bedeutenden Gemeinbesitz von Erkenntnis — und die widersprechenden Ansichten, die zutage treten, zielen auch mehr oder weniger nur darauf hin, diesen Gemeinbesitz zu vermehren, zu klären, zu befestigen usw. Das ist ja der Sinn des „dialektischen Prozesses“ überhaupt, wie ihn *Hegel* genannt hat, jenes Widerstreites der Meinungen, vermöge dessen man die Wahrheit findet oder

doch sich ihr irgendwie nähert. Vielleicht ist ein beachtender Erfolg dieser Art auch das Ergebnis dieser hier abzuschließenden Kontroverse.

Berlin, 7. Mai 1913.

Dr. M. Kronenberg.

Besprechungen.

Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert. Herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Dr. A. Miethe.

1. Band: Die Gewinnung der Rohmaterialien, VIII, 397 S. Preis M. 15,—.

Inhalt: Grundriß der technisch-geschichtlichen Entwicklung von C. Matschoss. Vorkommen und Gewinnung von Kohle und Torf von A. Macco. Erzeugung von Eisen aus Eisenerzen und seine Umwandlung zu schmiedbarem Eisen, Stahl oder Gießereierzeugnissen von W. Mathesius. Die technisch wichtigen Metalle und die Gewinnung ihrer Erze von R. Beck und R. Hoffmann. Holz, Holzschnitt, Zellstoff, Faserstoffe von O. Johannsen.

2. Band: Die Verarbeitung der Rohstoffe. VII, 341 S. Preis M. 15,—.

Inhalt: Die fossilen Kohlen (Steinkohle und Braunkohle) und ihre Verwertung von Ed. Donath und G. Ulrich. Die Verarbeitung des schmiedbaren Eisens im Hüttenbetriebe von G. Stauber. Die Verarbeitung der Faserstoffe in der Textil- und Papierindustrie von O. Johannsen. Die chemische Großindustrie von O. N. Witt.

Verlag von George Westermann, Braunschweig, 1912.

Ein Bedürfnis nach technischer Belehrung ist heute in allen Kreisen des Volkes vorhanden.

Einen Teil dieses Bedürfnisses wird man ohne weiteres auf Nützlichkeitsgründe zurückführen müssen: wer irgendwie beruflich Beziehungen zur Technik hat, muß in dies Sondergebiet seiner Arbeit so weit und so tief einzudringen versuchen, wie nur möglich, wenn er nicht wirtschaftlich zurückbleiben will. Neben diesen rein praktischen Gesichtspunkten spielt aber sicherlich der rein wissenschaftliche Erkenntnistrieb eine wichtige Rolle; dies tritt besonders zutage, wenn Aufklärung über Gebiete gesucht wird, die zum Beruf keinerlei Beziehungen haben. —

Derartige Überlegungen mögen es gewesen sein, die zur Herausgabe des Sammelwerkes „Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert“ geführt haben, das nach Anlage und Umfang nicht als fachwissenschaftliches Lehrbuch gedacht ist, sondern eine allgemein verständliche Übersicht geben soll über den heutigen Stand der Technik. „Die großen treibenden Kräfte, die sich nicht immer von rein ökonomischen Betrachtungen aus würdigen lassen, und der Wert der technischen Errungenschaften im Hinblick auf den allgemeinen Fortschritt der Menschheit sind die Gesichtspunkte, die im Vordergrund stehen, und die bei den einzelnen Abschnitten herauszuheben besonders das Bemühen des Herausgebers gewesen ist.“

Die Einleitung zum Gesamtwerk bildet ein *Grundriß der technisch-geschichtlichen Entwicklung* von dem bekannten Historiker der Technik Privatdozent C. Matschoß-Charlottenburg; hier sind in größter Kürze die Wege gezeigt, auf denen die Menschheit bis zu der Höhe der heutigen technischen Zivilisation emporgestiegen ist. Abgesehen von dieser kurzen historischen Übersicht, ist der erste Band völlig der Schilderung von Vorkommen, Eigenschaften und Gewinnung der technisch wichtigsten Rohstoffe gewidmet.

Steinkohle, Braunkohle und Torf, unsere Energiequellen, werden von dem Kgl. Berginspektor a. D., Berg-

assessor A. Macco (Köln-Brühl), behandelt; Bildungsverhältnisse, Lagerung in den verschiedenen Ländern (mit interessantem Zahlenmaterial), Schachtbau und Förderung sind eingehend berücksichtigt; auch die Gefahren und die Sicherungsmaßregeln des Kohlebergbaues sind nicht vergessen. Naturgemäß schließt sich den Kohlen das *Eisen* an, dessen Erzeugung aus Erzen sowie seine Umwandlung in schmiedbares Eisen, Stahl und Gußwaren Geh. Reg.-Rat Professor Dr. W. Mathesius (Charlottenburg) schildert. Entwicklung und heutiger Stand der Eisenproduktion werden wirkungsvoll anhand von Diagrammen dargestellt; dann folgt der Hochofenprozeß (Gichtgasverwertung), die Herstellung der Schweißeisensorten und die heute viel wichtigere Erzeugung von Flußeisen und Flußstahl durch Tiegelguß, in der Bessemer- und Thomasbirne sowie im Martinofen. Die Erzeugung von Gußwaren aus Eisen und Stahl bildet das letzte Kapitel dieses Abschnittes, in dem auch noch Elektrostahlöfen und die edlen Legierungsstähle kurz Erwähnung finden.

Die Eigenart des Eisenhüttenwesens und die dominierende Stellung des Eisens in der Technik rechtfertigen die hier gewählte ziemlich ausführliche Behandlung, gegen welche der folgende Abschnitt über *die übrigen technisch wichtigen Metalle, Metalloide und nichtmetallische mineralische Rohstoffe* von Oberbergrat Professor Dr.-Ing. h. c. Richard Beck (Freiberg i. S.) und Dipl.-Ingenieur R. Hoffmann (Clausthal) verhältnismäßig kurz und bunt erscheint. Der breiteste Raum ist hier dem Kupfer, Blei und Silber sowie dem Gold eingeräumt, während die Metalle Zink, Zinn, Quecksilber, Wismut, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Wolfram, Arsen, Antimon, Uran, Radium, Calcium, Aluminium, Magnesium nur ziemlich knapp behandelt werden. Die Metalloide sind durch den Schwefel repräsentiert. Außer den erwähnten Stoffen ist noch eine ganze Reihe von Mineralien und Gesteinen in dies Kapitel aufgenommen, die als wichtige Rohstoffe der Technik gelten müssen. Es sind dies in erster Linie die Baumaterialien (Kalkstein, Marmor, Granit, Schiefer, Ton, Sand), dann die Edelsteine, von denen der Diamant ausführlich besprochen wird, und schließlich die Salze (Steinsalz, Kalisalze, Salpeter, Phosphate), die zum Teil als Dünger, zum Teil als Ausgangsmaterialien der chemischen Industrie vielseitige Verwendung finden. — Die Verfasser dieses Kapitels haben sich mit besonderer Liebe der geologischen Verhältnisse der besprochenen Erze und Mineralien angenommen und dadurch auch ein trefflich ordnendes Prinzip für diese Mannigfaltigkeit gefunden.

Alle bisher erwähnten Rohstoffe der Technik — abgesehen von der Kohle — sind anorganischer Natur; die wichtigsten *organischen* Materialien, nämlich *Holz, Holzschnitt, Zellstoff, Faserstoffe*, behandelt Direktor Professor Otto Johannsen (Reutlingen) im Schlußabschnitt dieses Bandes. Hier findet man Belehrung über Eigenschaften und Verwendung von Laub- und Nadelhölzern, über die Herstellung von Holzschnitt und Zellstoff, die Rohstoffe der meisten Papiersorten, besonders aber über die pflanzlichen und tierischen Faserstoffe (Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute, Ramie — Wolle, Haare, Borsten, Seide usw.) sowie deren künstliche Ersatzstoffe. Die mitgeteilten Zahlen geben ein eindrucksvolles Bild von der hohen wirtschaftlichen Bedeutung der Textilindustrie. Sehr wesentlich erweitert wird dies Bild durch einen zweiten Aufsatz desselben Verfassers im zweiten Bande dieses Werkes über die *Verarbeitung der Faserstoffe in der Textil- und Papierindustrie*; hier ist die Spinnerei von Wolle, Baumwolle und Bastfasern, die gesamte Weberei sowie die Papierfabrikation eingehend und übersichtlich geschildert; und mit sehr gemischten Gefühlen kann man feststellen, daß in Europa

im Jahre 1906 44 Millionen Doppelzentner Papier erzeugt wurden gegen 7,7 Millionen im Jahre 1875, wovon auf Deutschland 12,8 resp. 2,3 Millionen Doppelzentner entfallen.

In ganz ähnlicher Weise wie bei dem soeben besprochenen Abschnitt bilden auch die übrigen Aufsätze des zweiten Bandes Fortsetzungen der früher behandelten Gegenstände, indem sie die *Verarbeitung der Rohstoffe* schildern, deren Vorkommen und Gewinnung im ersten Bande abgehandelt wurden.

Die *Verwertung der fossilen Kohlen* haben die Professoren Hofrat *Ed. Donath* und *G. Ulrich* (Brünn) bearbeitet. Wenn auch das kostbare Material noch nicht so bald erschöpft sein wird — in Deutschland rechnet man mit natürlichen Vorräten für 800—1000 Jahre —, so muß doch möglichst sparsam damit gewirtschaftet werden; das Ziel ist demnach, keine Kohle direkt zu verfeuern, wobei wichtige Nebenbestandteile verloren gehen, sondern alle Kohle erst zu verkoken, die Destillationsprodukte (Leuchtgas, Ammoniakwasser, Teer) zu gewinnen und nur mit Koks zu heizen. Bekanntlich haben die früheren „Nebenprodukte“ der Leuchtgas-erzeugung (Teer, Benzol) allmählich eine solche Wertsteigerung erfahren, daß es sich schon seit langem lohnt, den Kokereibetrieb, besonders zum Zweck der Erzielung von Hüttenkoks und „Nebenprodukten“, durchzuführen unter Erzeugung eines im Betrieb selbst verwendeten Heizgases. Aus dieser Sachlage ergibt sich die Gliederung dieses Kapitels: Verkokung der Steinkohle und Gewinnung von Teer und Ammoniak, Erzeugung und Reinigung von Leuchtgas (Gasbeleuchtung), Erzeugung von Heizgasen aus Koks (Wassergas, Mischgas), Verarbeitung von Steinkohlen- und Braunkohlenteer auf die darin enthaltenen zahlreichen wertvollen Produkte.

Das weitere Schicksal der mit größter Kunst aus dem Teer herausgeholtten chemischen Verbindungen, ihre Umwandlung in Zwischenprodukte (Anilin, Phenole, Antrachinon, Phtalsäure) und deren Verarbeitung auf synthetische Farbstoffe, Heilmittel, Riechstoffe und all die anderen zahllosen Präparate der organisch-chemischen Technik bildet einen Teil des von Geh. Reg.-Rat Professor *Dr. Otto N. Witt* bearbeiteten Abschnittes: *Die chemische Großindustrie*. Etwas kurz freilich mußten die erwähnten Dinge abgetan werden; denn jeder Fachmann weiß, daß ihre eingehende Besprechung tief in die schwierigen Konstitutionsformeln der organischen Chemie hineinführt, deren Kenntnis hier weder vorausgesetzt, noch hinreichend einfach vermittelt werden kann.

Etwas ausführlicher wurden die übrigen Teile der chemischen Großindustrie behandelt: die Schwefelsäure- und Sodafabrikation, die elektrochemische und elektropharmische Industrie, zu der jetzt auch die synthetische Erzeugung von Nitraten und Ammoniak aus den Elementen gehört. — Diesem Abschnitt ist auch eingefügt die Industrie der Silikate, also die Fabrikation der Gläser und der Tonwaren (Steingut, Steinzeug, Porzellan usw.), deren Schilderung als besonders gelungen hervorgehoben werden mag.

Weit fort von allen chemischen Problemen, direkt in die mechanische Technologie *καὶ ἐξοχὴν* führt der vierte Hauptabschnitt des zweiten Bandes: *Die Verarbeitung des schmiedbaren Eisens im Hüttenbetriebe* von Professor *Dr.-Ing. G. Stauber* (Charlottenburg). Er behandelt die Transportaufgaben in den Stahlwerken, Einrichtung der Hammerwerke und Pressen, die Walzwerke (für „Halbzeug“ und Fertigfabrikate, wie Schienen, Stabeisen, Bleche, Grobdraht, Räder), die Röhrenfabrikation (geschweißte und nahtlose Röhren) sowie endlich die Drahtzieherei. —

Die Charakteristik dieses Werkes würde unvollständig sein ohne eine besondere Würdigung des eingefügten Abbildungsmaterials; sämtliche Aufsätze sind in reichstem Maße mit erläuternden und schmückenden Bildern versehen. Meist sind es gute Reproduktionen nach photographischen Aufnahmen von Maschinen, Werkstätten, Fabrikanlagen. Daneben findet sich aber auch eine sehr große Anzahl von Konstruktionszeichnungen und schematischen Darstellungen maschineller Einrichtungen in sauberster Ausführung, die wesentlich zum Verständnis des Textes beitragen. Vierzehn vielfarbige Vollbilder, meist von prächtiger künstlerischer Wirkung, weisen wirksam auf die ästhetische Seite der Technik hin, die erfreulicherweise nach und nach auch in weiteren Kreisen Würdigung findet; für den „geborenen“ Techniker freilich waren die ästhetischen und — ethischen Werte großer industrieller Anlagen schon lange kein Geheimnis mehr.

So wenig wie es möglich ist, die heutige Technik von einer Persönlichkeit schildern zu lassen, so wenig kann auch ein einzelner dies Werk kritisch beurteilen; die Fachkenntnis bedingt „perspektivische“ Verzerrungen, aber umgekehrt wie beim Sehen: was uns nahe und vertraut ist, erscheint in der Gesamtdarstellung verkürzt und zusammengerückt, das Fernliegende wird groß und wichtig. So erklärt es sich wohl, daß mir — dem Chemiker — alle chemischen Teile dieses Werkes knapp, die mechanischen aber vielfach etwas ausführlich erscheinen. Es soll deswegen auch keine Klassifizierung der einzelnen Beiträge bedeuten, wenn ich als besonders interessant die Abschnitte von *Mathesius* und *Johannsen* hervorhebe.

Es wurde bereits oben betont, daß „Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert“ sich an einen sehr weiten Leserkreis wendet; ohne Zweifel wird das Werk sich überall als wertvolles Hilfsmittel technischer Belehrung erweisen, wo Übersicht, nicht Spezialkenntnisse gesucht werden.
J. Koppel, Berlin-Pankow.

Die Technik im zwanzigsten Jahrhundert. Herausgegeben von Geh. Reg.-Rat *Dr. A. Miethe*.

3. Band: Die Gewinnung des technischen Kraftbedarfs und der elektrischen Energie. X, 434 S. Preis M. 15.—.

Inhalt: Die Umsetzung und Verwertung der Energie in Maschinen von *A. Gramberg*. Überblick über die heutigen Wärmekraftmaschinen von *K. Körner*. Wasserkraft und Windkraft von *V. Scheuer*. Starkstromtechnik von *K. Simons*. Die elektrochemische Industrie von *K. Arndt*.

4. Band: Das Verkehrswesen und die Großfabrikation. X, 499 S. Preis M. 15.—.

Inhalt: Dampf- und Elektrobahnen von *A. Doepfner*. Die Schiffe von *W. Laas*. Schiffsmaschinen von *P. Krainer*. Kraftwagen von *A. Riedler*. Luftfahrt von *A. von Parseval*. Post, Telegraphie und Fernsprechwesen von *R. Kuhlmann*. Graphik von *A. Miethe*. Technische Maßnahmen der Großfabrikation von *E. Huhn*. Der Großbetrieb und seine Organisation von *E. Huhn*. Die wirtschaftliche Ausgestaltung der Großfabrikation von *K. Mollwo*.

Verlag von George Westermann, Braunschweig, 1912.

Es sind schon viele Bücher und einzelne Abhandlungen über die genannten Zweige der Technik geschrieben worden. Es kommt deshalb vor allem auf die Art der Darstellung an, ob das Interesse des Lesers geweckt und gefesselt wird. Der Berichterstatter möchte seinen Gesamteindruck von den Aufsätzen dahin zusammenfassen, daß er die Sammlung jedem, der sich in seinem Beruf spezialisiert hat, aber noch den Wunsch hegt, sich in angenehmer Weise über die schnellen Fortschritte in der

letzten Zeit auf das Laufende bringen zu lassen, auf das wärmste empfiehlt. Die Aufsätze sind nicht elementar. Sie setzen Kenntnisse der technischen Grundzüge voraus, was z. B. Energie, was eine Hobelbank ist, wie eine Konstruktionszeichnung zu lesen ist usw. Die Art der Darstellung ist verschieden, rein beschreibend (Post- und Telegraphie), mit sehr inhaltsreichen Versuchstabellen (über Schnellstähle), mit Konstruktionszeichnungen (Wärmekraftmaschinen, Elektrobahnen), auch mit Formeln der Mechanik (Verwertung der Energie, Luftfahrt). Die mit der reinen Technik eng verbundenen wirtschaftlichen Fragen, d. h. die Vorzüge und Nachteile der einzelnen Maschinen und Betriebsarten, ferner die sozialen und politischen Fragen, die durch den Einfluß des Maschinen- bzw. Massenbetriebs entstanden sind, finden in den meisten Aufsätzen, insbesondere in den letzten drei, eine gute Darstellung.

Der Aufsatz von *Gramberg* zeichnet sich durch ganz besonders günstige Wahl von Beispielen aus, womit die Übergänge der verschiedenen Energieformen ineinander geschildert sind. Die Auseinandersetzungen über die keineswegs leicht verständlichen Vorgänge bei umkehrbaren und nicht umkehrbaren Kreisprozessen, über die fundamentale Bedeutung der Sätze der Wärmemechanik und die Vorführung der zahlreichen Sankeyschen Wärmebilanzen bereiten ein genußreiches Lesen.

Körner gibt Konstruktionszeichnungen, so daß man z. B. über die neuesten Wärmekraftmaschinen, Dampfmaschinen und Turbinen Bescheid weiß.

Nicht ganz einverstanden ist der Berichterstatter mit der Auswahl, die *Simons* in der Starkstromtechnik getroffen hat. Die Feilichtbilder dürften wohl fehlen, und etwas gar zu oft wird gesagt, daß die genauere Darstellung über den Rahmen des Buches hinausgehen würde, während andere Gebiete, z. B. die Charakteristik normaler Maschinen, wohl etwas kurz geraten sind.

Aus dem Aufsatz von *Arndt* gewinnt man ein Stimmungsbild, daß die Elektrochemie nicht gerade ein Gebiet unermesslicher Möglichkeiten ist, und die Vorsicht, die er dem Besitzer von Wasserkraften empfiehlt, wohl zu beherzigen ist.

Doeppner führt recht anschaulich die große Menge verschiedener Dampf- und Elektrolokomotivtypen vor. Er bezieht sich fast nur auf europäische, insbesondere deutsche Konstruktionen.

Laas und *Krainer* geben einen Überblick über Schiffe und deren Antriebsmaschinen, vom Petroleumfrachter bis zum Imperator und Kriegsschiff, vom Segel- bis zum Explosionsmotor.

Aus *Riedlers* Aufsatz über Kraftwagen leuchtet eine wahre Begeisterung für sein Thema und die Wärme geht auf den Leser über. Den Freunden einer schönen technischen Sprache — ganz abgesehen von dem technischen Inhalt fast jedes einzelnen Satzes — sei gerade dieser Aufsatz besonders empfohlen.

Die *Luftfahrt* von *A. von Parseval* ist ein kurzgefaßtes Lehrbuch der Luftfahrt zu nennen. Dementsprechend erscheinen viele Formeln und Tabellen über Widerstände, Kraftbedarf, Auftrieb usw. Leser, die in Mechanik bewandert sind, werden den Aufsatz mit viel Gewinn benützen können. Ob der bisherigen Literatur gegenüber neue Gesichtspunkte entwickelt werden, kann der Berichterstatter nicht beurteilen. Sicherlich erhält man aber einen Überblick über alle jetzigen Luftfahrzeuge, auch über die historische Entwicklung. Der Aufsatz läßt sich nicht leicht lesen. Die Mühe macht sich aber durch das geweckte Verständnis reichlich bezahlt.

Post, Telegraphie und Fernsprechwesen von *R. Kuhlmann*. Die Einrichtungen für die Beförderung materieller (Briefe, Geld, Zeitungen, Pakete) und elektrischer (Telegraphie und Fernsprechwesen) Nachrichten-

übermittlung sind ganz besonders durch den Massenverkehr bestimmt. Zum Beispiel sind im Jahre 1910 in Deutschland $4\frac{1}{2}$ Milliarden Wertzeichen verbraucht worden. Die zum Einsammeln, Abfertigen, Fortschaffen, Entkarten und Aushändigen getroffenen Maßnahmen werden beschrieben.

Die Telegraphiebetriebsarten mit Hand- und Schnellbetrieb, auch *Korns* Bilderübertragung, Unterseebetrieb leiten über zu einer ausführlichen Beschreibung der drahtlosen Telegraphie. Hand- und Selbstanschlußfernsprechbetrieb wird leicht faßbar ohne Stromläufe erklärt und die Fortschritte der Leitungsausnutzung durch Pupinisierung erläutert. Ausblick auf die Zukunft gewährt die drahtlose Telephonie.

Graphik von *A. Miethe*. Der Aufsatz behandelt die Reproduktion von Bildern durch einfarbigen und mehrfarbigen Druck, sowohl die Strich- als Halbtonreproduktion. Der Verfasser sagt zwar selbst, daß das fast unübersehbar große Gebiet der modernen photomechanischen Verfahren unmöglich auf so beschränktem Raume erschöpfend behandelt werden könne. Dennoch gelingt es ihm durchaus, die Graphik, die man als Maßstab der Kultur eines Volkes ansprechen kann, so übersichtlich und klar darzustellen, daß dieses dem Gebildeten fernliegende Gebiet seine Geheimnisse verliert.

Technische Maßnahmen der Großfabrikation, von *E. Huhn*. Der Aufsatz beschäftigt sich hauptsächlich mit der neuesten Errungenschaft der Werkzeugtechnik, dem Schnellschnittstahl und seinem Einfluß auf die spanabhebenden Werkzeugmaschinen. Man findet viele Angaben über die Schnittgeschwindigkeiten, Schnittdrucke, Kraftverbrauch und Leistungen in kg-Spannmengen pro Stunde.

Auch der Einfluß des mit modernen Werkzeugmaschinen möglichen Massen- und Schnellbetriebs auf die Organisation (Arbeitsteilung, Normalisierung der Teile) und vor allem die große Bedeutung der Grenzlehren werden ausführlich dargestellt.

Der Großbetrieb und seine Organisation von *E. Huhn*, behandelt die Organisation der technischen Seite eines Fabrikunternehmens, insbesondere kommen die verschiedenen Abteilungen: Verwaltung, Buchhaltung, Lohnsysteme, Kalkulation, Laboratorium, Lehrlingsausbildung usw. zur Sprache. Der Abschnitt ist wohl etwas zu kurz geraten, z. B. fehlen Organisationsdiagramme. Immerhin ersieht auch ein Laie, daß es in einer Fabrik noch viele andere Arbeiten, als nur zu fabrizieren gibt.

Die wirtschaftliche Ausgestaltung der Großfabrikation, von *Karl Mollwo*, bespricht die beiden letzteren der drei Produktionsfaktoren: Natur, Arbeit und Kapital. Geschichtlich und psychologisch entwickelt sich der Typ „Arbeiter“ aus dem Sklaven des Altertums über den Hörigen und Zunftarbeiter des Mittelalters zum modernen Industriearbeiter, der in selbstgeschaffenen Organisationen um Einzel- oder Tarifarbeitsvertrag kämpft. Auch der Unternehmer hat sich vom alten Patriarchen zum modernen Direktor umgestaltet. Die Notwendigkeit und Beschaffung von Kapital, seine gesetzliche Stellung wird an Hand der verschiedenen Arten der Gesellschaftsbildungen in Deutschland: Offene, Kommandit-, Aktiengesellschaften mit ihren Abarten nicht nur erläutert, sondern auch kritisiert. Es zeigt sich ein großer Unterschied zwischen Theorie (Gesetz) und Praxis, indem z. B. die Generalversammlung einer Aktiengesellschaft theoretisch die oberste Instanz, praktisch aber nur ein Jasage-Institut ist.

Die innere und äußere Politik hat einen starken Einfluß auf Großunternehmungen und (Seite 596) man erkennt den Standpunkt des Verfassers sehr wohl.

F. Lubberger, Berlin-Halensee.

Astronomische Mitteilungen.

Neue Messungen der Bewegung in der Gesichtslinie für den hellsten Stern der nördlichen Krone (α Coronae borealis) teilt Prof. *Schwarzschild* (Potsdam) in den *Astron. Nachr.* Nr. 4646 mit. Nach dem Vorschlage des amerikanischen Astronomen *E. C. Pickering* kann man zur spektroskopischen Messung der Bewegung in der Gesichtslinie für einen Stern mit Vorteil ein Objektivprisma benutzen und damit ein Medium in den Strahlengang einschalten, das im Sternspektrum eine scharfe Absorptionslinie erzeugt. Nach einem weiteren Vorschlage von *Wood* benutzte nun Prof. *Schwarzschild* als Füllung für das Objektivprisma eine wässrige Lösung von Neodymchlorid und erzielte mit diesem Neodymchlorid-Filter eine besonders scharfe Absorptionslinie im Spektrum von α Coronae borealis, entworfen im Zeißtriplet von 15 cm Öffnung. Auf derselben Platte wurden mit 5 Minuten Expositionsdauer je 4 Spektren des Sterns nebeneinander aufgenommen mit ziemlich verwaschenen Linien. Die schließlichen Werte der Radialgeschwindigkeit, die der auch sonst bekannten Bahn des Sterns entsprechen, schwanken zwischen -27 und $+32$ Sekundenkilometer, wobei der wahrscheinliche Fehler eines aus je 6 Spektren sich zusammensetzenden Abendwertes zu 5,7 km/sec. folgt.

Eine interessante Vergleichung zwischen der Potsdamer photometrischen Durchmusterung und einer entsprechenden Arbeit des Yerkes-Observatoriums (bei Chicago) geben in den *Astron. Nachr.* Nr. 4644 Prof. *Müller* und *Kempf*. Diese Vergleichung gilt für alle Sterne der Bonner Durchmusterung zwischen $+73^\circ$ und $+90^\circ$ Deklination und für Sterne bis zur Größenklasse 7,5. Zugleich ergaben sich daraus wichtige Bestimmungen der photographischen und visuellen Helligkeit der Sterne, die bekanntlich häufig nicht wenig voneinander abweichen. Bei den amerikanischen Bestimmungen der Sternhelligkeiten beträgt der mittlere Fehler einer Einzelbestimmung sowohl photographisch wie auch visuell durchschnittlich ± 0.1 Größenklasse, wobei die schwächeren Sterne erheblich unsicherer bestimmt sind als die helleren. Dagegen zeigt die Vergleichung, daß in der Potsdamer Durchmusterung eine nicht unerheblich größere Genauigkeit herauskommt, die sich durchschnittlich auf ± 0.06 Größenklassen beläuft.

Von der National-Sternwarte in Santiago de Chile ist die Publikation Nr. 5 erschienen, die letzte unter Leitung des freiwillig aus dem Leben geschiedenen verdienstvollen Direktors Prof. *Ristenpart*. Dieselbe behandelt Tafeln zur Reduktion von Sternpositionen vom Normaläquinoktium 1925 auf die Jahresanfänge 1900 bis 1924 und ist hauptsächlich von dem auf der Santiago-Sternwarte tätigen deutschen Astronomen Dr. *Prager* bearbeitet worden.

Aus dem Tätigkeitsbericht des Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung für 1912, unter Leitung von Prof. *Helmert* (Potsdam), seien verschiedene besonders interessante Punkte hervorgehoben. Das Budget dieses hochwichtigen internationalen Instituts beträgt jetzt schon fast 113 000 Mark, wozu im ganzen 23 Kulturstaaen beitragen. Es sind dies: Argentinien, Australien, Belgien, Chile, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Japan, Mexiko, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Rumänien, Rußland, Schweden, Schweiz, Spanien, Ungarn und Vereinigte Staaten von Nordamerika. Der internationale Breitendienst zur Überwachung der Schwankungen der Erdoberfläche hat auf der nördlichen Halbkugel auf den sechs Stationen in Japan, Rußland, Italien und Nordamerika ununterbrochen zur fortlaufenden Ableitung der Polbewegung gearbeitet. Gleichzeitig ist es gelungen, eine sehr wertvolle Kooperation der Sternwarten Pulkowo,

Helsingfors, Christiania, Odessa, Lissabon und Turin zustande zu bringen, wobei während des ganzen Jahres eine Anzahl heller, auch am Tage sichtbarer Sterne zur Breitenbestimmung beobachtet werden sollen. Aus dem Vergleich dieser Messungen mit denjenigen des Internationalen Breitendienstes werden alsdann wichtige Aufschlüsse über etwaige kurzperiodische Glieder in der Polschwankung gewonnen werden können.

A. M.

Kleine Mitteilungen.

Edelstahl. Bei den ständig steigenden Anforderungen, die die Technik an die Festigkeit und Dehnbarkeit der verschiedenen Stahlsorten stellt, ist die Festigkeit des gewöhnlichen Stahles, der bekanntlich eine Eisen-Kohlenstoff-Legierung darstellt, in vielen Fällen heute nicht mehr ausreichend. Man hat daher schon seit einer Reihe von Jahren versucht, durch Legieren des Eisens mit anderen Metallen die mechanischen Eigenschaften des Stahles zu verbessern, und es wurde so eine ganze Anzahl neuer Stahlsorten hergestellt, die unter dem Namen *Edelstahl*, *Spezialstahl* oder *Legierungsstahl* sowohl zur Herstellung von Werkzeugen als auch für Baukonstruktionen und Eisenbahnschienen in stark zunehmendem Maße Verwendung finden. Einen Überblick über die Fortschritte, die in letzter Zeit auf diesem Gebiete gemacht wurden, gibt *C. Duisberg* in der *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1913, S. 3. Unter den Elementen, die ebenso wie der Kohlenstoff die Festigkeit des Eisens erhöhen, aber die Entstehung eines kristallinen, leicht spaltbaren Gefüges verhindern, steht in erster Linie das *Nickel*. Schon zur Zeit *Bessemer's* versuchte man in England, aus einem Stahl mit 2 % Nickel Geschütze zu fertigen, jedoch mißlang jenen Versuche, da das Nickel nicht genügend rein war und die daraus hergestellten Eisenlegierungen sich daher nicht schmieden ließen. Erst das reine Nickel, wie es uns heute zur Verfügung steht, führte 30 Jahre später zu einem durchschlagenden Erfolg. Ähnlich wie Nickel wirken *Chrom*, *Silicium* und *Mangan*. Besonders wichtig bei der Herstellung solcher Stahllegierungen ist die thermische Behandlung, durch die ein amorphes sehniges Gefüge gebildet wird. Der Nickelstahl zeigt ein dem Schweißstahl sehr ähnliches Gefüge, er übertrifft dieses an Festigkeit aber um das Zwei- bis Dreifache. Diese Verbesserungen kommen namentlich den Konstruktionsstählen zugute, die im Automobilbau, im Brücken- und Schiffbau weitgehende Anwendung finden. Legierungen des Stahls mit 23 % Nickel und mehr sind unmagnetisch und gegen atmosphärische Einflüsse sehr widerstandsfähig, solche mit 30 % Nickel zeichnen sich durch ihren hohen elektrischen Widerstand aus, und für die 45prozentigen Nickelstähle ist der geringe Ausdehnungskoeffizient charakteristisch, der nicht größer ist als derjenige des Glases, weshalb diese Stähle für die Optik wichtig sind. Die thermisch behandelten Chrom-, Wolfram- und Molybdänstähle besitzen eine sehr große Widerstandsfähigkeit gegen Säuren, so daß sie in der chemischen Industrie Anwendung finden können. Besonders überraschend sind die Eigenschaften einer Legierung aus 60 % Chrom, 35 % Eisen und 2—3 % Molybdän, denn diese Legierung ist nicht nur in verdünnter Salz- und Schwefelsäure, sondern auch in verdünnter Salpetersäure unlöslich und wird selbst von siedendem Königswasser nicht angegriffen.

Durch Legieren des Eisens mit Chrom, Wolfram und Vanadium erhält man Legierungen, die auch bei Temperaturen von 400—500° noch eine große Festigkeit be-

sitzen und die daher für den Dampfturbinenbau sowie für die Ausführung chemischer Reaktionen bei hoher Temperatur und hohem Druck wichtig sind. Von höchster Bedeutung für den *Tresor- und Geldschrankbau* ist aber eine neue Stahllegierung der Firma *Fr. Krupp*, denn sie ist nicht nur undurchbohrbar und unzertrümmerbar, sondern sie kann auch mit Hilfe von autogenen Schneidbrennern nicht durchgeschmolzen werden. Eine Knallgasflamme, mit der in 5 Minuten in eine Platte aus gewöhnlichem Stahl ein großes Loch geschmolzen werden kann, zeigt bei diesem neuen Stahl auch nach 1½ Stunden keine wesentliche Einwirkung. S.

Arbeiten mit der Wasserstoff-Sauerstoffflamme unter Wasser. Das Zerteilen von Eisen und Stahl unter Wasser war bisher mit großen Schwierigkeiten und hohen Kosten verknüpft, da die hierzu zur Verfügung stehenden Werkzeuge und Geräte, wie z. B. der Hammer und Meißel des Tauchers, der Preßluftmeißel und die von oben angetriebene Kreissäge, ihren Zweck nur unvollkommen erfüllten. Man hat daher versucht, das bekannte Verfahren zum Schneiden und Schweißen von Metallen, das sich seit einigen Jahren namentlich in der Eisenindustrie einer großen Verbreitung erfreut, auch unter Wasser anzuwenden. Es ist nun in der Tat gelungen, die Schneidbrenner derart abzuändern, daß die Flamme auch unter Wasser weiterbrennt, und zwar erreichte man dies durch Aufschraubung eines glockenartig ausgehöhlten Kopfes auf einen gewöhnlichen Schneidbrenner, sowie durch Zuführung von Preßluft in sehr einfacher und vollkommener Weise. Das Verfahren ist durch ausgedehnte Versuche so vervollkommen worden, daß das Schneiden von Metallen unter Wasser fast ebenso rasch wie über Wasser vonstatten geht. Mit der Schneidflamme läßt sich viel rascher und billiger arbeiten als mit dem Luftdruckmeißel, so daß das neue Verfahren die mannigfachste Verwendungsmöglichkeit hat. Es kann zum Zerschneiden von Eisenkonstruktionen jeder Art dienen, so zum Zerschneiden von Wracks, zu deren Vorbereitung für die Sprengung, zum Abschneiden von Nietköpfen, zum Bohren von Löchern und anderen Arbeiten. Die große Arbeitsgeschwindigkeit des Verfahrens ist namentlich in Fällen, wo es auf die schnellste Beseitigung von Hindernissen, z. B. von Wracks in Schiffsstraßen, ankommt, von höchstem Werte, aber auch bei normalem Betriebe wird der neue Apparat jeder Kanal-, Hafen- oder Strombauverwaltung gute Dienste leisten. Vor einiger Zeit wurde das Verfahren, wie der *Prometheus*, 1913, S. 439—441, berichtet, im Kieler Hafen einem größeren Kreise von Ingenieuren und Baubeamten vorgeführt. Dabei wurde durch einen Taucher in etwa fünf Meter Wassertiefe ein Quadrateisen von 60 mm durchbohrt und in 30 Sekunden zerschnitten. Ferner wurde ein Eisenblech von 20 mm Stärke durchbohrt und in 1,5 Minuten mit einem Schnitt von 30 cm Länge versehen. S.

Flüssigkeiten, die feste Bestandteile enthalten, bieten beim Fortpumpen oft große Schwierigkeiten, da das feste Material das Ansaugrohr der Pumpe verstopft. Alle diese Schwierigkeiten werden beseitigt bei einer von *R. S. Parsons* konstruierten Pumpe, die unter dem Namen *Stereophagus* (d. h. **Verschlinger fester Körper**) auf den Markt gebracht wird. Diese Zentrifugalpumpe ist dadurch ausgezeichnet, daß ihr Flügelrad nicht zylindrisch, sondern konisch gestaltet ist und sie der Flüssigkeit den Zulaß dazu nur von einer Seite bietet. Fig. 1 zeigt eine Ansicht des Innern der Pumpe, nachdem das Verschlußstück mit dem Zuflußrohr abgenommen

ist, und Fig. 2 gibt einen vertikalen Durchschnitt. Die Flügel des Pumpenrades schleifen auf einer Messerschneide an der inneren Wand des Gehäuses, so daß sie mit dieser zusammen wie eine Schere wirken und immer nur in *einem* Punkte schneiden. Auf diese Weise wird erreicht, daß die von der Flüssigkeit mitgeführten Bestandteile zerschnitten werden, ohne daß eine merkliche

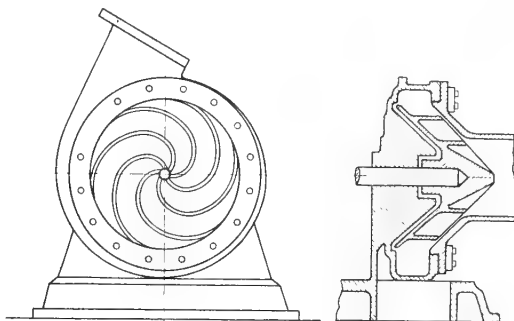


Fig. 1.

Fig. 2.

Stockung eintritt. So kann die Pumpe alle möglichen Stoffe, wie Baumwollenreste, Zeugfetzen, Papierstücke, Hanfseile, Steine, Ziegelstücke, Holzstäbe u. dgl. verarbeiten, indem sie dies alles in kleine Stücke zerschneidet. Ihre Wirkung erfährt dadurch keine Unterbrechung. Dies geschah nicht einmal, als ganze Anzüge in ihr Zuflußrohr gebracht wurden, und ein fest gestampfter Ballen von Baumwollfasern, Tauen und Lumpen konnte nur ihre Leistung für ein paar Sekunden verringern, nach deren Verlauf wieder die volle Wirkung einsetzte. (*Electrician* 70, 799, 1913.) Mk.

Manche Metalle, die vor kurzer Zeit noch zu den seltenen gerechnet wurden, werden gegenwärtig infolge der starken Nachfrage seitens der Industrie in großen Mengen gewonnen. Zu diesen gehört auch das **Wolfram**, dessen **Weltproduktion** im Jahre 1909 **5289 Tonnen**, auf 60 % Konzentration bezogen, betrug. Ein Drittel dieser Produktion entfiel auf die Vereinigten Staaten von Nordamerika, etwa 1100 Tonnen wurden in Argentinien und Bolivien gewonnen und ca. 1200 in Australien. Verwendung findet dieses Metall als wolframsaures Salz in der Färberei, als Beizmittel und als Beschwerungsmittel für Seidenwaren. Das Metall wird benutzt in der Stahlindustrie und in den letzten Jahren in besonderer Menge für Glühlampen. (*Met. u. Erz*, 10, 251, 1913.) Mk.

Künstliche Schwämme aus Papiermasse werden neuerdings dadurch hergestellt, daß man den Papierbrei mit Zinkchlorid behandelt. Die so entstandene zähe Masse erhält einen Zusatz von Natriumchlorid und wird, nachdem sie mit Alkohol sorgfältig ausgewaschen ist, der Wirkung einer Presse ausgesetzt, deren Druckfläche mit borstenförmigen metallischen Spitzen besetzt ist. Diese durchdringen die Masse und bilden die den Meerschwämmen entsprechenden Poren und Löcher. Der so behandelte Block besitzt die Eigenschaften eines Schwammes; er ist unlöslich und unveränderlich im Wasser und fühlt sich weich und angenehm an. Außerdem ist er der Fäulnis nicht ausgesetzt. (*Scient. Amer.* 108, 67, 1913.) Mk.

Statistik über Unfälle durch Petroleum, Leuchtgas und Elektrizität im Jahre 1912. Von den 1081 Unfällen, die der Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung im Jahre 1912 gemeldet wurden, entfallen 224 auf Petro-

leum, 674 auf Gas und 183 auf Elektrizität. Die in der Elektrotechnischen Zeitschrift veröffentlichten Tabellen enthalten folgende Einzelheiten.

Beim Petroleum erfolgten die meisten Unfälle durch Lampenexplosionen (55), weiter durch Umwerfen oder Fallen der Lampe (46), durch Anfachen von Feuer mit Petroleum (26). Spielende Kinder haben nur einen Unfall verursacht.

Das Leuchtgas weist die meisten Unfälle auf. Darunter erfolgten 90 durch undichte Leitung, 66 durch Fahrlässigkeit, 45 durch Offenlassen des Leuchtgas-hahnes, 34 durch Rohrdefekt oder Rohrbruch. Beim Ab-leuchten von Leitungen geschahen 18 Unfälle, und bei 74 blieb die Ursache unbekannt.

Die Elektrizität weist ihrem Wesen nach anders ge-artete Unfälle auf. Durch Unvorsichtigkeit wurden 66 Unfälle verursacht, 57 erfolgten bei Berührung strom-führender Leitung. Dagegen hat der vielverrufene Kurz-schluß nur 31 Unfälle verursacht, d. h. also nur 3 % der Gesamtunfälle. Man sollte daher recht vorsichtig sein und ihn nicht gleich bei jedem Brand als Ursache an-führen.

Was die Unfallsorte anbelangt, so zeigt sich aus den Tabellen, daß beim Petroleum und Leuchtgas die weit-aus größte Anzahl in Wohnräumen (Petroleum 161, Leuchtgas 256) erfolgt ist. Bei der Elektrizität sind hier nur zwei verzeichnet, dagegen erfolgte hier die größte Anzahl von Unfällen in Elektrizitätswerken (46) und in gewerblichen Betrieben (37) neben 71 Unfällen im Freien und auf öffentlichen Straßen.

Was die Folgen der Unfälle anbelangt, so ergibt sich das Folgende:

	durch Petroleum	durch Leuchtgas	durch Elektrizität
leicht verletzt . .	6	72	14
schwer verletzt . .	74	159	57
getötet	64	95	109

Die Elektrizität scheint demnach, was die Verletzun-gen von Menschen anlangt, die schwersten Folgen zu haben. Das ändert sich aber wesentlich, wenn man die Selbstmörder hinzurechnet. Die Statistik der Selbst-mordversuche ergibt Folgendes:

	durch Petroleum	durch Leuchtgas	durch Elektrizität
leicht verletzt . .	1	17	—
schwer verletzt . .	4	195	1
getötet	8	181	3

Am häufigsten ist demnach der Selbstmord durch Leuchtgas.
P. Lg.

Der Röntgenuntersuchung des Wurmfortsatzes hat Max Cohn sein besonderes Interesse gewidmet (*Dtsch. med. Woch.* 39, 1913). Bisher hat man dieses Organ nur zufällig hie und da auf Röntgenaufnahmen des Darms (nach Genuß von schattengebender, metallhaltiger Speise) beobachten können. Durch besondere Technik gelingt es jetzt in vielen Fällen. Und da ergibt sich — was schon ein russischer Arzt Grigorieff gemeldet hatte —, daß dieses ominöse Anhängsel unseres Blinddarmes lebhaft Eigenbewegungen ausführt, sich häufig füllt und ent-leert. Unsere bisherigen Vorstellungen über die Phy-siologie dieses Organrudimentes werden dadurch ziemlich über den Haufen geworfen. Man kann nicht ohne Be-

rechtigung vermuten, daß krankhafte Änderung dieser Eigenbewegungen eine Rolle spielt bei der Entstehung der Wurmfortsatzentzündung. Das prinzipiell Inter-essante an dieser Entdeckung ist, daß vieles, was man als anatomische Verschiedenheit zwischen ver-schiedenen Fällen ansah, sich herausstellt als rein funktionelle Verschiedenheit. So sprechen die Ana-tomen außer der einen als Norm angesehenen Lage der Appendix von mehreren physiologischen Varianten, einer positio dextra, sinistra, retrocoecalis. Jetzt zeigt sich nun, daß ein und derselbe Wurmfortsatz innerhalb kurzer Zeit ganz verschiedene Lagen — und auch andere Formen — annehmen kann. Wenn sich hier herausstellt, daß Dinge, die man für individuelle Unterschiede hielt, nur bedingt sind durch verschiedene Tätigkeitsphasen eines Organes, so haben wir dieses Detail hier der Mit-teilung für wert gehalten, weil interessanterweise dieser Vorgang sich in der heutigen Medizin und Physiologie gar nicht so selten wiederholt. Gerade bei den Organen, deren Tätigkeit uns das Röntgenlicht erschlossen hat und weiter erschließt — wir meinen speziell den Magen-Darmtrakt —, könnte man augenblicklich sprechen von einem Übergang der Betrachtungsweise, der sich anbahnt, einem Übergang von der Statik zur Kinetik.

G. K.

Die Echtheit des in Heft 3 erwähnten Schädels des Descartes ist von Paul Richer dadurch bestätigt worden, daß er ihn in den gleichen Stellungen fotografierte, wie die Porträts des Philosophen ihn zeigen. Hierbei wies das von Franz Hals stammende Bildnis im Louvre mit dem Schädel die denkbar größte Übereinstimmung auf. Die Ähnlichkeit mit den übrigen Bildnissen war nicht ebenso groß, aber immerhin genügend, um als Bestätigung für die Echtheit des Schädels dienen zu können. (*C. R.* 156, 130, 1913.)
Mk.

Bei normalsichtigen Augen sind auf der Netzhaut in der fovea centralis Zapfen und außerhalb derselben Stäbchen vorhanden. Die Zapfen vermitteln Farben-empfindungen, während die Stäbchen nur farblose Helligkeitsempfindungen im Gehirn auslösen. Nach O. Lummer erfolgt in klarer Sternennacht und sogar beim Vollmondschein das Sehen nur durch die Stäbchen, so daß wir dann also total farbenblind sind. Die meisten Sterne werden nur indirekt vermittelt der Stäbchen gesehen, und auf diese ist der „silberne“ Sternenglanz zurückzuführen. (*Phys. Z.* 14, 97, 1913.)
Mk.

Im Berliner Zoologischen Garten sind aus Tsingtau drei Wildgänse und ein Uhu gut hier eingetroffen. Der Uhu ähnelt unserer heimischen Form sehr, nur seine Fußbefiederung ist etwas abweichend. Von den Gänsen ist zu bemerken, daß die chinesische Bleßgans sich von der europäischen Art wohl nicht unterscheidet, während die beiden Saatgänse wegen ihres längeren und dickeren Schnabels als besondere Unterart zu gelten haben.

Legierungen von Aluminium und Vanadium hat Czako nach dem aluminothermischen Verfahren von Goldschmidt hergestellt. Es gelang ihm Verbindungen von den Formeln Al_3V , AlV und AlV_2 zu isolieren. Bis zu einem Vanadiumgehalt von 10 % zeigten sich die Legierungen schmiedbar; bei einem Gehalt von 20—25 % Va waren sie aber so spröde, daß sie im Mörser zer-stampft werden konnten. Die Härte nimmt zu bis zu einem Gehalt von 53 %, wo sie 6—7 beträgt. Legierun-gen von 60—80 % sind weicher und frei von Poren. (*C. R.* 156, 140, 1913.)
Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 22. 30. Mai 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die freie Transplantation und ihre Bedeutung für die moderne Chirurgie. Von *Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hermann Küttner, Breslau.* S. 514.

Der neunte internationale Zoologenkongreß. (Monaco, 25. bis 30. März 1913.) S. 519.

Die Durchmesser und Temperaturen der Fixsterne. Von *Dr. G. Deutschland, Leipzig.* S. 523.

Über einen antiken Beitrag zur Atomtheorie. Von *Privatdozent Dr. R. Pohl, Berlin.* S. 527.

Besprechungen. S. 528.

Astronomische Mitteilungen. S. 535.

Kleine Mitteilungen. S. 535.



Für Vogelfreunde



Die Singvögel der Heimat. Von *O. Kleinschmidt.* 86 farbige, 14 schwarze Tafeln mit Text. In Originalleinenband oder Mappe . . . M. 5.40

Das Werk bietet trotz seiner Kürze dem Leser eine **nahezu vollständige Übersicht** über die heimische Vogelwelt in Wort und Bild. Es treten uns die **bekanntesten Klein-Vögel** unserer Heimat lebenswahr entgegen und werden im Texte nach Körperbau und Lebensweise kurz und anschaulich geschildert.

Anleitung zur Beobachtung der Vogelwelt. Von Privatdozent *Dr. Zimmer.* Mit zahlreichen Abbildungen. Originalband M. 1.25

„Wer draußen in Gottes freier Natur sehen und beobachten lernen will, möge sich willig der Führung des Verfassers überlassen; er wird bei einigem guten Willen großen Nutzen daraus ziehen, der ihm die Freude an der Natur doppelt erhöht. Der äußerst niedrige Preis macht jedem die Anschaffung des Büchleins möglich.“ T. Ornithologisches Jahrbuch.

Exkursionsbuch zum Studium der Vogelstimmen.

Praktische Anleitung zum Bestimmen der Vögel nach ihrem Gesange von Professor *Dr. Alwin Voigt.* 6. verm. u. verbess. Aufl. 324 S. In biegsam. Leinenbd. M. 3.—

Es gibt ja kein zweites Werk, welches in ebenso **geschickter, zuverlässiger und liebenswürdiger** Weise den Anfänger in das Leben der heimatlichen Vogelwelt einführt und dabei zugleich auch dem erfahrenen Ornithologen immer von neuem Anregung bietet. Dr. M. Bräb. Dresdner Anzeiger

Unsere Singvögel. Von Prof. Dr. *Alwin Voigt.* 190 S. m. 5 farb. Taf. Geb. M. 1.80

Der Verfasser des klassischen „Exkursionsbuches zum Studium der Vogelstimmen“ wird mit vorliegendem Buche der Vogelwelt neue Freunde gewinnen. Mit Beobachtungen an den Futterplätzen im Winter beginnend, führt er uns mit dem im Frühjahr immer lebhafter werdenden Vogelkonzert in das tiefere Studium des Vogel Lebens ein, das er uns in seinen verschiedenen Äußerungen schildert.

VERLAG VON QUELLE & MEYER IN LEIPZIG

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

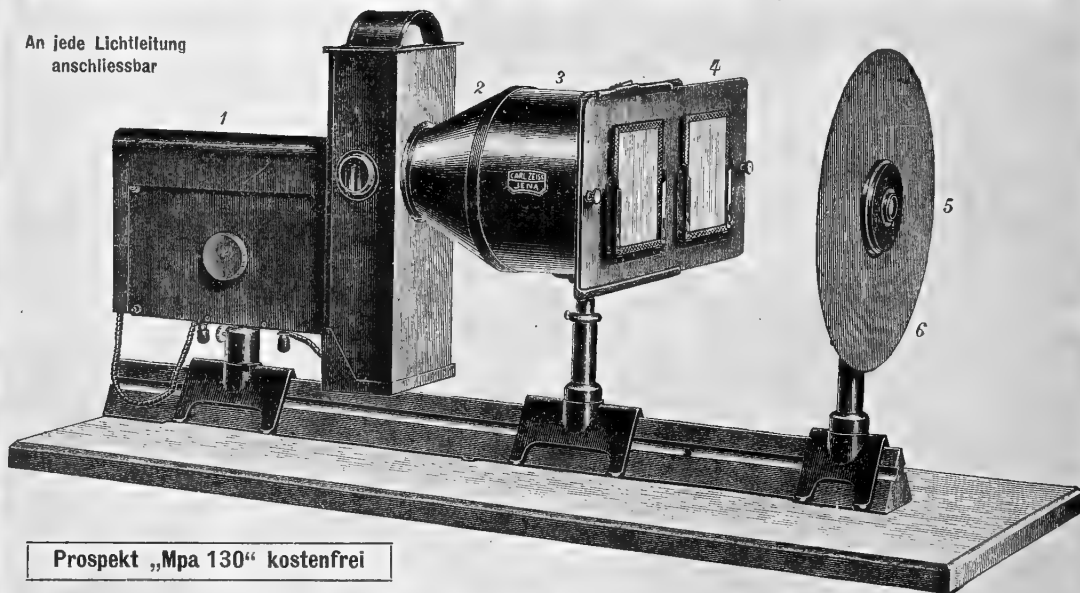
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIV

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



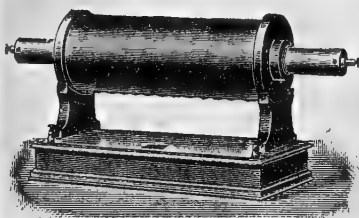
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktoren mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Neu! Neu! Neu! Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden ca. 230 Mark
4 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Atmungsgymnastik und Atmungstherapie

Von Dr. med. et jur. Franz Kirchberg, Berlin.

Mit 78 Abbildungen im Text und auf 4 Tafeln.

Preis M. 6.60; in Leinwand gebunden M. 7.40.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Die freie Transplantation und ihre Bedeutung für die moderne Chirurgie.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hermann Küttner,
Breslau,

Direktor der Königl. chirurgischen Universitätsklinik.

Kein Problem hat die moderne Chirurgie mehr beschäftigt, als das der Transplantation, der freien Gewebsüberpflanzung, denn keines läßt den außerordentlichen Umschwung, welchen die letzten Dezennien den Zwecken und Zielen der operativen Heilkunde gebracht haben, klarer hervortreten. Bis in die neuere Zeit hinein war die Entfernung krankhafter Gebilde und die mit ihr notwendig verbundene Verstümmelung kennzeichnend für das Wesen der Chirurgie; die Gefahren, welche dem operativen Eingriffe als solchem anhafteten, ließen andere Aufgaben als die einer möglichsten Verminderung der Fährlichkeiten völlig in den Hintergrund treten. Zwar hatte schon der geniale *Dieffenbach* gefordert, es solle, wie der Maler sich selber und seine Phantasie male, so auch der Chirurg sich selbst und seine Gedanken in seiner Kunst zum Ausdrucke bringen. Wie weit aber war man damals noch von einem solchen Ziele entfernt! Erst die vervollkommnete Asepsis unserer Zeit und die mit ihrer Hilfe erreichte Sicherheit des operativen Erfolges haben der Chirurgie die Schwingen gelöst und ihr ermöglicht, an Probleme heranzutreten, deren Verwirklichung einst undenkbar schien.

Die Transplantation, die freie Gewebsüberpflanzung bedeutet den Gipfelpunkt der *konservativen Chirurgie*, welche die mutilierende Wundheilkunde abgelöst hat. Regte sich bereits in den großen Chirurgen der vorantiseptischen Zeit der Widerwillen gegen die operative Verstümmelung, gegen das testimonium paupertatis, welches schon *Langenbeck* in jeder Amputation sah, so gewann mit der zunehmenden Sicherheit des chirurgischen Handelns das konservative Prinzip immer mehr die Oberhand und ließ nicht nur die möglichste Vermeidung jeder operativen Beraubung, sondern vielmehr den *Wiederaufbau verstümmelter und den Ersatz verloren gegangener Teile des menschlichen Körpers* als das würdigste Ziel der modernen Chirurgie erscheinen.

Der Weg aber zu dieser Errungenschaft war ein weiter und mühseliger. Als ihre Vorläufer haben die uralten *plastischen Operationen* zu gelten, welche den Wiederersatz abgetrennter Teile des Gesichtes, besonders der Nase, anstrebten und weit über die Leistungen der zeitgenössischen wundärztlichen Kunst hinausgingen. Indische Priesterärzte hatten schon in grauer Vorzeit, als die Heilkunde noch eng mit der Gottesverehrung verknüpft war, die Grausamkeiten einer brutalen Rechtspflege zu mildern gewußt, indem sie den armen Opfern die schändende Entstellung durch Plastiken

aus der Nachbarschaft einer verlorenen Nase, eines abgetrennten Ohres beseitigten. Der verfeinerte Schönheitssinn der Renaissance schuf dann zur Zeit *Donatello*s die italienischen Methoden der Rhinoplastik, welche das Gesicht als Entnahmestelle vermieden und das plastische Material aus dem Arme gewannen. In den Ärztefamilien der *Branca* und *Bojani* erbte sich diese Kunst als Familiengeheimnis fort, bis *Tagliacozza* sie zwei Jahrhunderte später der Allgemeinheit kundgab und doch damit ihr völliges Wiederverschwinden nicht aufzuhalten vermochte.

Bedeutungsvoller noch für unsere heutige Lehre von der Transplantation sind die ebenfalls sehr alten Versuche, *völlig abgetrennte Körperteile wieder zur Anheilung zu bringen*. Sehen wir von abenteuerlichen früheren Berichten ab, so ist als erste beachtenswerte Tat auf diesem Gebiete die des Marburger Anatomen und Chirurgen *Bünger* zu nennen, welcher im Jahre 1818 eine durch Tuberkulose zerstörte Nase mittels eines aus dem Oberschenkel frei transplantierten Hautstückes teilweise zu ersetzen vermochte. Die an solch erfreuliches Resultat geknüpften Hoffnungen aber verwirklichten sich nicht, und selbst in der Hand eines *Blasius*, eines *Dieffenbach* waren Mißerfolge so durchaus die Regel, daß man die *freie* Überpflanzung wieder gänzlich verließ und zur bewährten Verwendung *gestielter* Lappen zurückkehrte. Nur die Zahnärzte, unter Führung des Berliner Zahnarztes *Franz*, übten in jener Zeit die seit langem bekannte Transplantation und Wiedereinsetzung von Zähnen mit sicherem Erfolge. Da kamen im Jahre 1863 *Paul Berts* experimentelle Hautüberpflanzungen an Ratten und bald darauf *Hanffs* Studien an Fröschen; sie wurden die Vorläufer der bedeutungsvollen Ergebnisse des Genfer Chirurgen *Jacques Reverdin*, welcher kleine, mit der Schere abgetragene Hautstückchen wie ein Mosaik auf Granulationsflächen verpflanzte, ohne allerdings eine große Zuverlässigkeit des Erfolges zu erzielen. Aus *Reverdin*s Versuchen entwickelte sich dann als *erste bleibende Errungenschaft der freien Gewebs-transplantation das Verfahren Thierschs*, welcher *Reverdin*s Methode dadurch zu einer zuverlässigen und allgemein brauchbaren machte, daß er umfangreiche, mit dem Rasiermesser entnommene Epidermis-lappen auf die angefrischte Granulationsfläche oder den frischen Defekt übertrug.

Die Bedeutung der *Reverdin*schen und *Thiersch*schen Entdeckung ist nicht nur darin zu suchen, daß zahlreichen vorher Unheilbaren jetzt wirksame Hilfe gebracht werden konnte, sie liegt vor allem in der Schaffung der sicheren Grundlage, welche eine Weiterentwicklung der freien Transplantation ermöglichte. Trotzdem verflossen noch Jahre, bis die Chirurgen von der längst Allgemeingut gewordenen Hautpflanzung zur Überpflanzung anderer Körper-

gewebe übergangen, und erst die wenigen Jahre unseres Säkulums sind es eigentlich gewesen, welche auf der Grundlage einer verfeinerten Asepsis und sorgfältiger experimenteller wie biologischer Studien der freien Gewebstransplantation die ihr gebührende weitgehende Bedeutung verschafft haben.

Die heutige Lehre von der freien Gewebsüberpflanzung unterscheidet eine Auto-, Homoio- und Hetero-Transplantation.

Unter *Auto-Transplantation* verstehen wir die Überpflanzung vom gleichen Individuum. Beim Menschen wird also das Transplantationsmaterial vom Patienten selbst entnommen.

Homoio-Transplantation bedeutet die Übertragung aus einem anderen Individuum der gleichen Art. Dem Menschen liefert also ein anderer Mensch den Pfröplling.

Als *Hetero-Transplantation* schließlich bezeichnen wir die Überpflanzung aus einem Individuum einer anderen Art. Für den Menschen wird das zu übertragende Gewebe vom Tier genommen.

Diesen drei Transplantationsverfahren stellt man als *Alloplastik* die Einpflanzung körperfremden Materials, wie Metall, Zelluloid, Elfenbein, Horn, gegenüber. Sie soll uns heute als außerhalb des eigentlichen Themas liegend, nicht beschäftigen.

Die größten Triumphe feiert die *Transplantation* bei den niederen Tieren, und zwar nicht nur bei Avertebraten, sondern auch bei tiefstehenden Wirbeltieren, vor allem Amphibien, wie die Untersuchungen von Born, Korschelt, Speemann, Braus u. a. gezeigt haben. Bei Amphibien gelingt es sogar, überpflanzte Körperteile zur Weiterentwicklung zu bringen, doch nur, wenn die Transplantation im embryonalen Zustande sowohl des Spenders wie des Empfängers geschieht, und wenn beide Tiere in sehr naher Artverwandtschaft stehen. Es handelt sich dabei um einen dem „Okulieren“ der Pflanzen ähnlichen Vorgang. Wie bei diesem ein entwicklungsfähiges Teilchen einer Pflanze in das Gewebe einer anderen übertragen wird, dort einheilt und weiterwächst, so gelingt es auch, Teilchen aus einem Amphibienembryo, etwa einer Kaulquappe, in einen anderen Embryo zu verpflanzen. Man benutzte dazu die Knospen der Extremitäten und sah sie zu vollständigen Gliedern auswachsen, auch wenn die Einpflanzung an irgend einer beliebigen Körperstelle erfolgte. Bei so niederen Tieren ist auch die *Züchtung von Körpergeweben auf künstlichen Nährböden* mit aller Sicherheit geglückt, während die Carrel'schen Kulturen lebender Körperzellen von höheren Tieren heute noch vielfach angezweifelt werden. Braus gelang es sogar, das Herz eines Amphibienembryos auf dem Deckglas wachsen zu lassen und die Vergrößerung des pulsierenden Organes kinematographisch darzustellen.

Beim Menschen, als dem höchststehenden Lebewesen, haben wir leider nur mit beschränkten Überpflanzungsmöglichkeiten zu rechnen. Bei ihm ist die *Auto-Transplantation*, welche auch im Tierversuche stets die größte Sicherheit bietet, durchaus

die *Methode der Wahl*, und das einzige Verfahren, bei dem das übertragene Gewebe mit einer gewissen Regelmäßigkeit am Leben bleibt und nicht nur substituiert wird. Zur *Homoio-Transplantation* greifen wir, wenn der zu überpflanzende Teil, z. B. ein größeres Gelenk, vom Patienten selbst nicht erhältlich ist. Die *Hetero-Transplantation*, die Übertragung vom Tier auf den Menschen, wird heute auf Grund der experimentellen Untersuchungen verworfen. Nun glaube ich, daß wir in dieser Beziehung vielleicht etwas zu weit gehen und überhaupt wohl ein wenig in den Fehler verfallen sind, vom Tierversuche zu sehr auf den Menschen zu exemplifizieren. Ich habe schon früher einmal davor gewarnt, die Resultate des Tierexperimentes ohne weiteres auf den Menschen zu übertragen, denn manche Transplantation, z. B. von Knochen und Gelenken, führt beim Menschen erwiesenermaßen zur Einheilung, während bei der Überpflanzung von Hund zu Hund das Transplantat fast regelmäßig resorbiert wird. Der Grund ist darin zu suchen, daß einmal die Hunderassen, welche wir zu unseren Experimenten benutzen, sich nicht gerade durch Reinheit des Blutes auszeichnen und unter einander grundverschieden sind, vor allem aber darf nicht unterschätzt werden, daß der Stoffwechsel der Tiere ein anderer ist, als der des Menschen. Es hat den Anschein, daß der Mensch, wenigstens der Europäer — über den Wilden sind diesbezügliche Erfahrungen noch nicht bekannt geworden — sich einem eingepflanzten Gewebe gegenüber toleranter verhält als das Tier, vor allem das für unsere Experimente so viel benutzte Raubtier, vielleicht deshalb, weil der Stoffwechsel des Menschen ein weniger lebhafter ist als der des Tieres und der Mensch tote Gewebe weniger leicht zu assimilieren vermag. Jedenfalls hat mich die eigene Erfahrung gelehrt, daß die *Hetero-Transplantation beim Menschen* doch nicht ohne weiteres verworfen werden darf. Ich verfüge heute über die Beobachtung einer *Transplantation aus dem Affen*, welche 1½ Jahre zurückliegt. Wie das Röntgenbild auf Fig. 1 zeigt, ist das wegen kongenitalen Defektes der Fibula übertragene Wadenbein eines Java-Affen (*Macacus cynomolgus*) vollkommen unverändert geblieben, es weist keine Spur einer Resorption auf, welche an dem schlanken Affenknochen in den 1½ Jahren sicher deutlich geworden wäre, und die übertragene Epiphysenlinie ist haarscharf erhalten geblieben. Ob sie funktioniert, läßt sich heute noch nicht sicher feststellen, ausgeschlossen erscheint es nach den Untersuchungen von Eduard Rehn nicht, denn besser könnte auch bei einer Homoio-Transplantation die Epiphysenlinie nicht erhalten sein.

Sollte sich die Überpflanzung aus dem Affen weiter bewähren — die außerordentliche Ähnlichkeit der Skelettformation, die Möglichkeit, jugendliche Knochen mit Epiphysenlinien zu übertragen, lassen sie besonders für das Kindesalter empfehlenswert erscheinen —, so wäre damit ein brauchbares Verfahren gewonnen, denn gänzlich einwandfreies lebendes Transplantationsmaterial jeglicher Art ist auf keine andere Weise leichter zu beschaffen. Wir gehen so vor, daß wir die Operation des vorher stets

längere Zeit beobachteten und besonders frisch und lebhaft gefundenen Affen etwa $\frac{1}{4}$ Stunde vor der des Menschen beginnen, damit, für den Fall, daß der Affe sich nicht als ganz gesund erweisen sollte, noch ein anderer gewählt werden kann. In Narkose werden unter allen aseptischen Kautelen die gewünschten Teile entnommen, dann wird das Tier in der Narkose getötet und sofort die sorgfältigste



Fig. 1.

Sektion angeschlossen. Ergibt diese einwandfrei die vollkommene Gesundheit des Tieres, so werden die entnommenen Teile in den frischen Defekt noch lebenswarm implantiert.

Nach der heute gebräuchlichen Nomenklatur handelt es sich bei dieser Überpflanzung aus dem Affen um eine eigentliche Hetero-Transplantation. Daß ihre beim Menschen gewonnenen positiven Ergebnisse mit den bei den üblichen Versuchstieren erzielten nicht übereinstimmen, hängt wohl damit zusammen, daß zwischen Mensch und Affe eine

ziemlich weitgehende Blutsverwandschaft besteht. Die von Uhlenhuth, Wassermann und Schütze, vor allem aber von Hans Friedenthal und Karl Bruck mit Hilfe der spezifischen Blutreaktion angestellten biologischen Differenzierungsversuche haben diese Verwandschaft klar erwiesen. Bruck, der in Java experimentierte, konnte folgende Abstufung der von ihm untersuchten Arten feststellen:

1. Mensch,
2. Orang-Utan,
3. Gibbon,
4. *Macacus rhesus* und *nemestrinus*,
5. *Macacus cynomolgus*.

Die Art Mensch ist nach Bruck biologisch ungefähr eben so weit vom Orang-Utan entfernt, wie dieser vom *Macacus rhesus*. Aus den Untersuchungen von Friedenthal aber geht hervor, daß sich Mensch und Makak immer noch erheblich näher stehen, als die scheinbar so nahe verwandten beiden Nagetierarten Kaninchen und Meerschweinchen. Somit dürfte sich, da die Anthropomorphen wegen ihres außerordentlich hohen Preises in unseren Klimaten nicht in Frage kommen, für die Transplantation aus dem Affen am meisten der stets leicht und billig zu beschaffende *Macacus rhesus* empfehlen. In unseren Kolonien allerdings ist man günstiger gestellt und könnte so nahe Verwandte des Menschen, wie den Gorilla und den Schimpansen verwenden. Junge Exemplare sind besonders geeignet. Da Heteroplastiken bei den Tieren leichter zu gelingen scheinen, welche miteinander bastardieren — auch die Befruchtung ist ja nichts anderes als eine Transplantation der hierfür besonders geeigneten Samenzelle —, so sprechen die gelungenen Überpflanzungen vom Affen auf den Menschen vielleicht für die Möglichkeit einer Bastardierung auch zwischen Mensch und Primat, eine Frage, die von einigem theoretischen Interesse ist, als ja Doubois' berühmter *Anthropopithecus* von verschiedenen Seiten als ein solcher Bastard aufgefaßt worden ist.

Wenn nun auch diese eine besondere Art der Hetero-Transplantation, welche den Affen als Spender verwendet, sich als gangbar erwiesen hat, so bleibt dennoch für die Operationen am Menschen die Auto- und Homoio-Transplantation das gegebene Verfahren. Betrachten wir von diesem Gesichtspunkte aus die Überpflanzungsmöglichkeiten bei den einzelnen Geweben.

Zunächst ist die Frage zu entscheiden: Bietet die Transplantation ganzer Organe, an welche so außerordentliche Hoffnungen geknüpft worden sind, Aussicht auf therapeutische Erfolge? Die Möglichkeit, ganze Organe zu überpflanzen, ergab sich erst, als das Verfahren der Gefäßnaht in den Dienst der Transplantation gestellt wurde, denn die Übertragung des ganzen geschlossenen Organes konnte nur dann mit einer gewissen Aussicht auf Erhaltung des komplizierten Gebildes erfolgen, wenn dessen gesamter Kreislauf mit seinen zu- und abführenden Bahnen in das Gefäßsystem des neuen Standortes eingeschaltet wurde. Die technische Ausbildung der zirkulären Gefäßnaht, um welche

sich besonders *Alexis Carrel*, *Garrè* und *Stich* verdient gemacht haben, hat hier die Wege geebnet. Sie hat uns in den Stand gesetzt, die Kontinuität quer durchtrennter Arterien und Venen wieder herzustellen, sie ermöglicht uns auch, ohne störende Gerinselnbildungen ein Gefäßgebiet an ein anderes anzuschließen und so den Blutstrom in neue Bahnen abzuleiten. Auch ein weitgehender Ersatz von Blutgefäßen ist durch die zirkuläre Gefäßnaht ermöglicht worden, denn es gelingt nicht nur, Arterienstücke in Arterien, Venenabschnitte in Venen zu implantieren, sondern es kann auch, was für die menschliche Pathologie besonders bedeutungsvoll ist, ein größerer Arteriendefekt durch ein, am besten vom gleichen Individuum entnommenes Venenstück gedeckt werden, wobei die Zirkulation erhalten bleibt und sogar eine Umformung der Venenstruktur stattfindet.

Eine unendliche Fülle mühsamster Arbeit ist nun darauf verwandt worden, diese Erfolge der Gefäßnaht und Gefäßtransplantation für die Überpflanzung ganzer Organe auszunutzen. Ich erwähne nur die Experimente von *Carrel*, *Stich*, *Enderlen* und *Borst*. Der praktische Erfolg hat leider der aufgewandten Mühe nicht entsprochen. Zwar ist es gelungen, eine vollkommen ausgelöste Niere, welche 50 Minuten lang jede Zirkulation entbehrt hatte, dem gleichen Hunde wieder einzupflanzen, indem die Gefäße des Organs an die der Milz, der Niere oder des Beckens angeschlossen und der Ureter wieder in die Blase eingepflanzt wurde. Es gelang sogar, die Funktionstüchtigkeit des Organes dadurch zu erweisen, daß dem Tiere ohne Schaden die andere Niere entfernt werden konnte. Aber der Versuch hatte doch nur dann einen dauernden Erfolg, wenn das Organ in das gleiche Tier zurückgepflanzt, also autotransplantiert wurde, und mißglückte stets, sobald eine *Homoio*, geschweige denn eine *Hetero*-Transplantation zur Ausführung gelangte.

Wie die Niere, so verhielten sich andere mit Hilfe der Gefäßnaht überpflanzte Organe. Damit aber verliert die Organtransplantation jede praktische Bedeutung, denn selbst der Versuch, eine noch warm aus der einwandfreien Leiche entnommene Niere zu verpflanzen, erscheint damit aussichtslos, um wieviel mehr der bereits zur Ausführung gelangte Versuch, eine Affenniere dem Menschen zu implantieren.

Selbst die künstliche Blutmischung mittels der von *Sauerbruch* neu erforschten *Parabiose*, welche *Enderlen* durch direkte Gefäßvereinigung der beiden Versuchstiere herbeiführte, hat der Organtransplantation bisher keine Förderung gebracht, wenigstens endete die Überpflanzung einer Niere vom Blutempfänger in den Blutgeber mit deren völliger Nekrose.

So mußte man, wollte man überhaupt Organe und Organteile verpflanzen, wieder auf die alten Versuche zurückgreifen, die Transplantation *ohne Rücksicht auf die Ernährung durch die Blutgefäße* vorzunehmen. Versuche dieser Art sind schon vor

längerer Zeit von *Kocher*, v. *Eiselsberg*, *Enderlen* und anderen angestellt worden. Sie experimentierten mit einem Organ, welches durch seine innere Sekretion und die mit der Organtherapie erzielten Erfolge für derartige Versuche ganz besonders geeignet erschien, mit der *Schilddrüse*. Die Überpflanzung geschah subkutan, intramuskulär, intraperitoneal, in das Knochenmark, in die Milz; namentlich der letztere, von *Payr* gewählte Weg erschien wegen der günstigen Ernährungsbedingungen für das Implantat aussichtsvoll. *Payr* hat einem sechsjährigen myxödematösen Kinde ein Stück der mütterlichen Schilddrüse eingepflanzt und zunächst einen auffälligen Heilerfolg erzielt. Das Resultat hat sich jedoch nicht als dauerhaft erwiesen, und so muß angenommen werden, daß trotz der Entnahme aus der nächsten Blutsverwandten — ein Verfahren, welches bei derartigen Versuchen stets den Vorzug verdient — das Implantat auch in der Milz nicht erhalten geblieben ist, sondern das Schicksal aller Überpflanzungen von Schilddrüsengewebe, wohin auch immer sie erfolgten, geteilt hat, das der Resorption. Zwar werden an transplantierten Schilddrüsentteilen nach anfänglicher Degeneration deutliche reparatorische Vorgänge beobachtet, es wird neues Gewebe mit Follikeln und Kolloid gebildet, aber bald verschwindet die neugebildete und auch funktionierende Substanz wieder; nur bei Auto-Transplantation, die therapeutisch nicht in Frage kommt, hat *Christiani* Erhaltung, ja sogar Größenzunahme des Pfröplfings beobachtet.

Wegen der Regelmäßigkeit, mit der die Aufsaugung überpflanzter Schilddrüsentteile erfolgt, habe ich an Stelle der komplizierten, stets eine Operation erfordernden Implantation das beliebige oft zu wiederholende *Injektionsverfahren* empfohlen. Die bei geeigneten Kropfoperationen gewonnene normale menschliche Schilddrüsensubstanz wird lebenswarm in kleine Scheibchen zerschnitten, eine Form, welche nach den Resultaten aller Experimentatoren für die Einheilung am günstigsten ist, und in Ringerscher oder Kochsalzlösung suspendiert, mittels sehr weiter, scharf geschliffener Spritzenkanüle unter Lokalanästhesie in die Muskulatur des Oberschenkels injiziert. Irgendwelche Nebenerscheinungen wurden bei wiederholter Injektion nicht beobachtet.

Ebenso wie Schilddrüsensubstanz verhält sich Thymus, Milz, Zirbeldrüse, Hypophysis, Uterus und Leber. Stets verfallen diese Gewebe, welches immer die Einpflanzungsstelle sein möge, der Resorption. Auch die Nebenschilddrüsen, die *Glandulae parathyreoideae* bleiben, nach den Untersuchungen meines Assistenten *Landois*, nur bei Reimplantation oder bei Auto-Transplantation, besonders in die Blutbahn, erhalten. Danach muß man annehmen, daß die in der Literatur mitgeteilten Heilungen operativer Tetanie mittels *Homoio*-Transplantation von Epithelkörpern — ich selbst habe einen solchen Fall veröffentlicht lassen — nicht durch Einheilung der überpflanzten Organe erfolgt sind, sondern daß die bedrohlichen Erscheinungen zunächst durch die Resorption des implantierten Parathyreoidgewebes,

also durch eine Art Organtherapie, endgültig aber durch vikariierendes Eintreten der noch vorhandenen Epithelkörperchen beseitigt worden sind.

Auch transplantiertes *Nebennierengewebe* bleibt nach den Untersuchungen von *Schmieden* selbst bei günstigsten Bedingungen höchstens ein Jahr lang erhalten. Die von *v. Haberer* erzielte Einheilung von Nebennierengewebe in der Niere, welche sogar zur Bildung neuer Organe und adenomartiger Zellverbände führte, erklärt sich daraus, daß die Überpflanzung mittels Stielbildung geschah, also keine eigentliche freie Transplantation gewesen ist.

Von großem Interesse sind die Übertragungen der Keimdrüsen, *Hoden* und *Ovarien*, von denen man namentlich die letzteren vielfach zu therapeutischen Zwecken transplantiert hat. Während die Verpflanzung von Hodensubstanz stets mit deren Resorption geendet hat, sind mit der Ovarientransplantation wenigstens bei Tieren günstige Resultate erzielt worden. Man hat die Entwicklung von Eiern aus verpflanzten Ovarien beobachtet. *Guthrie* will dies Resultat auch bei Austausch der Ovarien von schwarzen und weißen Hennen erzielt haben. Die Jungen sollen dann nicht einfach die Färbung der Henne gezeigt haben, von welcher der Eierstock stammte, sondern sie sollen in der Grundfärbung schwarze und weiße Flecken aufgewiesen haben, welche auf einen Einfluß der Adoptivmutter zurückzuführen waren. So verblüffend diese beim Tiere erzielten Resultate sind, beim Menschen hat die Ovarientransplantation Fiasko gemacht, denn die in der Literatur mitgeteilten Heilerfolge halten einer ersten Kritik kaum stand.

So hat die Organtransplantation, alles in allem genommen, ebensoviel Enttäuschungen gebracht, wie Erwartungen an sie geknüpft worden sind. Nur bei der Auto-Transplantation entgeht in einigen besonderen Fällen der Pfröplling dem üblichen Schicksale der Resorption, gerade hier aber ist die Auto-Transplantation, vielleicht mit Ausnahme der Reimplantation eines versehentlich entfernten Epithelkörperchens, ohne jede praktische Bedeutung. *Je höher organisiert ein Gewebe ist, desto weniger eignet es sich zur Verpflanzung, denn „das Transplantat braucht um so mehr eigene Wachstumskraft und Ernährungsfähigkeit, je weniger es von gleichartigem, körpereigenem Gewebe substituiert werden kann“ (Lexer).* Ob der jeder Homoio-Plastik, besonders aber der von Organen und Organteilen, hinderliche biochemische Unterschied der Zellen und des Serums durch *Immunsierung* überwunden werden kann, ist heute noch nicht entschieden. Einen Sinn würde, wie *Lexer* zutreffend bemerkt, nur die Behandlung des Gebers mit dem Serum des Empfängers haben, denn der umgekehrte Weg würde die Bedingungen für die Transplantation eines Organes nur verschlechtern.

Noch ein weiteres Moment ist der Verpflanzung von Organen und Organteilen ungünstig, das ist ihre funktionelle Abhängigkeit vom Nervensystem. Je mehr die Funktion eines Gewebes nervösen Einflüssen unterliegt, desto ungeeigneter ist es für die freie Transplantation, denn der funktionelle Reiz ist nach *Rouxs* vielfach bestätigter Feststellung für

die Einheilung und Erhaltung des Transplantates von größter Bedeutung. Daher mißlingt, wie die Versuche von *Askanazy* und *Landois* zeigten, auch die freie Verpflanzung von *Muskelgewebe* ohne Ausnahme. Es kommt zwar nach partieller Nekrose des transplantierten Muskelstückchens zu einer ausgiebigen Neubildung junger Fasern mit deutlicher Quer- und Längsstreifung — eine von biologischen Gesichtspunkten höchst bemerkenswerte Tatsache —, aber nach etwa sechs Wochen verschwinden sämtliche neugebildeten Fasern wieder. Auch die als Interpositionsmaterial bei Gelenkmobilisationen frei verpflanzten Muskellappen gehen bis auf die rein bindegewebigen Abschnitte zugrunde. Nur wenn Muskulatur im Zusammenhange mit dem nicht durchtrennten Nerven an eine andere Stelle verpflanzt wird, bleibt sie erhalten und funktionsfähig. Frühzeitiges Faradisieren soll nach der Empfehlung von *Jores* bei allen derartigen Versuchen von Wichtigkeit sein, da es den funktionellen Reiz für das überpflanzte Muskelgewebe bildet.

Die Transplantation von *Nervenstücken* ist bisher vorwiegend homoio- und heteroplastisch ausgeführt worden. Das überpflanzte Nervenstück geht dabei stets zugrunde. Wenn trotzdem in vielen Fällen die Funktion sich wieder herstellte, so geschah es nur, weil das implantierte Nervenstück als Leitbahn für die neugebildeten Fasern diente, ein Ziel, welches durch Überbrückung des Defektes mit Katgut- oder Seidenfäden, mit frischem oder konserviertem Gefäßmaterial in einfacher Weise zu erreichen ist. Auto-Transplantationen habe ich bei Hunden in der Weise ausgeführt, daß ich ein Stück beider Nn. ischiadici austauschte; auch hier war das Resultat ein negatives, die hochorganisierte, aus dem Zusammenhange mit dem Zentralorgan gelöste Nervensubstanz blieb nicht erhalten.

Die Mißerfolge bei der freien Transplantation von Muskel- und Nervengewebe machen es ohne weiteres verständlich, daß die Überpflanzung ganzer *Extremitäten* bisher kein brauchbares Resultat ergeben hat, jedenfalls kein solches, welches den Versuch am Menschen gerechtfertigt erscheinen ließe. Denn wenn auch Sehnen, Fascien, Knochen, Gelenke, vielleicht sogar die Haut, erhalten bleiben, die Nerven und Muskeln würden der Trennung von den Zentren, der mangelhaften Blutversorgung und Blutinfiltration nicht gewachsen sein. — Daß übrigens derartige Experimente durchaus nicht eine Errungenschaft unserer Zeit sind, beweist ein aus dem 16. Jahrhundert stammendes französisches Gemälde, welches den Ersatz der unteren Extremität eines Weißen durch das Bein eines Negers darstellt.

Nach all den Enttäuschungen, welche die Transplantation von Organen und hochorganisierten Geweben gebracht hat, haben wir gelernt, uns zu beschränken und uns mit der Überpflanzung der einfacher organisierten Gewebe, vor allem der Stützgewebe, zu begnügen.

Nur mit wenigen Worten will ich noch einmal auf die Transplantation von Haut zurückkommen, welche als Ausgangspunkt aller Überpflanzungsversuche uns bei unserer historischen Einleitung

schon einmal beschäftigt hat. Das Verfahren der Wahl ist das von *Thiersch* eingeführte, welches möglichst große und dünne Epidermisplatten verwendet; an der Entnahmestelle tritt die Überhäutung ohne Kunsthilfe ein, sie geht von den Resten der Papillen und den Hautdrüsen aus und ist so vollkommen, daß man sogar in größeren Zwischenräumen mehrfach von der gleichen Stelle transplantieren kann. Zur Epithelialisierung kleinerer Höhlenwunden dient das v. Mangoldtsche Verfahren, bei welchem ein mit senkrecht gestellter Messerschneide abgeschabter Epithelbrei auf die defekte Partie aufgestrichen wird. An der frischen oder von Granulationen befreiten Wundfläche heilen die Thierschschen Lappen leichter an als auf der Granulationsfläche selbst. Die Überpflanzung auf Schleimhautdefekte scheitert meist an der Schwierigkeit der Lappenfixierung und der Infektiosität der Wundfläche. Zur Verpflanzung ins Körperinnere, zum Ersatz von Peritoneum, Pleura, Gelenkkapsel sind alle Hautlappen ungeeignet, weil Epithelcystenbildung und Verwachsung die Folge ist.

Wird eine besondere Widerstandsfähigkeit der verpflanzten Haut gewünscht, so ist die Transplantation nach *Wolfe-Krause*, bei welcher die Haut in ihrer ganzen Dicke, jedoch ohne Fett übertragen wird, zu empfehlen; allerdings ist die Sicherheit der Anheilung geringer als bei den Thierschschen Lappen, welche, wenn sie nach Anfängerart ein wenig zu dick geschnitten werden, oft auch eine widerstandsfähige Hautdecke liefern (*Braun*).

Die einzig rationelle Methode der Hautüberpflanzung ist die Auto-Transplantation. Sicherheit der Anheilung und Fülle des vorhandenen Materials lassen jedes andere Verfahren entbehrlich erscheinen. Wenn gelungene Überpflanzungen von Hundehaut (*Davis*), von Haut junger Hühnchen (*Bianchi-Fiorani*), wenn erfolgreiche Übertragungen der inneren Haut frisch gelegter Hühnereier (*Amat*) berichtet worden sind, so liegen Beobachtungsfehler vor, denn alle diese Materialien haben nur als Schutzdecke gedient, unter der sich von Resten der bodenständigen Papillen oder Schweißdrüsen die Überhäutung vollzog. An dieser Überzeugung wird uns auch nicht zweifelhaft machen, daß *de Francesco* nach Überpflanzung von Hühnerhaut eine Feder hat aufsprießen sehen. — Auch die Homöio-Transplantation ergibt keine brauchbaren Resultate. *Lexer*, der zahlreiche Versuche in dieser Richtung angestellt hat, sah fremde, wenn auch artgleiche Haut niemals dauernd anheilen. Nur die proliferationsfähige fötale Epidermis kann sich auf fremdem Boden halten und ausbreiten, fällt aber doch schließlich unbekannten Einflüssen, sei es Schwierigkeiten der Ernährung, sei es feindlichen Stoffen des Serums, zum Opfer.

Überhaupt stellt ja die Ernährung nicht nur transplantierte Haut, sondern aller transplantierten Gewebe, ein interessantes Problem dar. Von einer Versorgung durch Blutgefäße kann gerade in der ersten kritischen Zeit keine Rede sein, denn Gefäßsprossen bilden sich erst allmählich und wachsen erst nach und nach in das Transplantat hinein. Bis

zu diesem Zeitpunkte ist also der Pröplling gänzlich auf das Atmungs- und Nahrungsmaterial angewiesen, welches ihm die Diffusion aus der neuen Umgebung liefert. Das ist wenig genug, und eine Erhaltung des Transplantates wäre nicht möglich, wenn die Gewebe nach der Entnahme nicht einige Zeit überlebten. Diese Überlebensfähigkeit ist eine sehr verschiedene, um so geringer, je höher organisiert das Gewebe ist. So stirbt Nervensubstanz fast sofort, Haut erst nach Tagen ab, wie *Enderlens* Transplantationsversuche mit konservierter Haut lehrten. Weit länger noch, bis zu 70 Tagen, überleben, nach den Versuchen meiner Assistenten *Bauer* und *Weil*, bei geeigneter Präparation und Konservierung in niedriger Temperatur, Knochen und Knorpel; auch die Blutgefäße scheinen sich durch lange Überlebensfähigkeit auszuzeichnen.

Die Transplantation von Schleimhaut bietet viel geringere Aussichten als die Überpflanzung von Haut, weil die Infektion sich in weit höherem Maße störend bemerkbar macht. Deshalb sind die Versuche *Carrels* und *Guthries*, frei überpflanzte Darmabschnitte zum Ersatz der Speiseröhre autoplastisch zu verwenden, wenig aussichtsreich. Auch mit der homoioplastischen Übertragung von Luftröhrenabschnitten habe ich im Tierversuche nur Mißerfolge gesehen. Brauchbare Resultate werden in der Augenheilkunde mit der freien Transplantation von Lippenrot zum Ersatz der Conjunctiva und des Lidrandes erzielt. Harnröhrendefekte hat man durch Verpflanzung von Lippenschleimhaut, Defekte der Wangenmucosa durch Übertragung von Mastdarmschleimhaut (*Payr*) gedeckt. Zuverlässig wird das Resultat in solchen Fällen niemals sein, auch wenn man das einzig berechnete Verfahren, die Auto-Transplantation anwendet. Es gehört Glück dazu, freie Schleimhautlappen zur Anheilung zu bringen. Interessant sind die Versuche *Lexers* und *Streiffers*, den seiner Serosa und äußeren Muskellage beraubten Wurmfortsatz in Harnröhrendefekte zu übertragen. Wenngleich der anatomische Beweis der Einheilung naturgemäß nicht erbracht werden konnte, ist das funktionelle Resultat und der endoskopische Befund doch sehr bemerkenswert.

Weit bessere Aussichten als alle Schleimhautverpflanzungen bietet wegen der Möglichkeit, die Asepsis zu wahren, die Transplantation von Fettgewebe. Obwohl durch *Eduard Rehn* die Möglichkeit der Homoioplastik im Tierexperimente erwiesen worden ist, empfiehlt sich wegen der größeren Sicherheit und des reichlich vorhandenen Materials, beim Menschen nur die Autoplastik. Sie stellt ein vorzügliches Mittel dar, um eingezogene Narben zu korrigieren, und ist hier der nicht unbedenklichen Paraffininjektion weit vorzuziehen. Auch bei der Mobilisierung synostotischer Gelenke (*Roepke*) und zum Ersatz der harten Hirnhaut wie zur Ausfüllung der Augenhöhle nach Entfernung des Augapfels hat man sich der Fetttransplantation mit Erfolg bedient.

Zufällig vorhandene Fettgeschwülste (Lipome) benutzten *Czerny* und *Tuffier*, der erstere, um bei einer Sängerin die exstirpierte Mamma zu ersetzen, der letztere, um an Stelle einer ausgedehnten

Thorakoplastik die Pleura costalis von den Rippen abzubringen.

Vorzüglich und vielseitig bewährt hat sich die von Kirschner experimentell erprobte und in die Praxis eingeführte *freie Fascientransplantation*. Auch bei ihr ist wegen der Fülle des vorhandenen Materials stets die Autoplastik angebracht, als Entnahmestelle ist die widerstandsfähige Fascia lata des Oberschenkels besonders zu empfehlen, deren Defekt durch Naht sofort geschlossen werden kann. Das Anwendungsgebiet der freien Fascientransplantation ist in den wenigen Jahren seit ihrem Bekanntwerden bereits ein sehr ausgedehntes geworden. Man hat sie benutzt: zum Ersatz von Sehnen- und Duradefekten, zum Verschuß von großen Bruchpforten und Muskelhernien, zum Schutz von Blasen-, Darm- und Oesophagusnähten, zur Verstärkung und zum Ersatz von Gelenkbändern und Kapselteilen, zur Übertragung von Muskelfunktionen, zum Ersatz von Sehnen und Muskeln, zur Drainage von einer Gewebsschicht in die andere, z. B. bei der Elephantiasis, zur Interposition in künstlich mobilisierte Gelenke, zur Kompletierung von Körperhöhlen, zur Fixierung der Wanderniere und des ektopischen Hodens, zur künstlichen Stenosierung des Magenpförtners und anderen mehr. Wenn zurzeit auch die Fascientransplantation zu allen möglichen Zwecken herangezogen wird, welche auf andere Weise einfacher zu erreichen sind, so darf sie doch als ein Verfahren bezeichnet werden, dessen bleibender Wert gesichert ist.

Enger ist das Verwendungsgebiet der freien *Sehnentransplantation*. Sie dient der Deckung anderweitig schwer zu überbrückender Sehnendefekte, der Verstärkung der Bauchnaht bei großen Brüchen, dem Ersatz zerrissener Gelenkbänder. Auch für die Tabaksbeutelnaht bei der Nabelhernie und als Retinaculum luxierter Peronealsehnen hat man transplantierte Sehnen benutzt. Autoplastisches Material ist nicht leicht erhältlich, nur der ziemlich schwache Flexor palmaris longus der Hand kann unbedenklich geopfert werden; Streifen, welche man von starken Sehnen abspaltet, haben den Nachteil, daß ihre großen seitlichen Wundflächen zu Verwachsungen disponieren, deren Vermeidung, wenigstens bei der Deckung von Sehnendefekten, ganz besonders wünschenswert erscheint. Deshalb ist es wichtig, daß *Eduard Rehn* den Wert der homoioplastischen Sehnentransplantation experimentell erwiesen hat. Seine auf Grund der Tierversuche aufgestellte Forderung, für Herstellung der ursprünglichen Sehnenspannung und frühzeitigen funktionellen Reiz zu sorgen, gilt ohne Ausnahme auch bei den Operationen am Menschen. Für den Ersatz von Sehnen der Hand ist *Lewers* Verfahren der Unterminierung mit Autoplastik des Palmaris longus am meisten zu empfehlen. Ausgedehnte narbige Verwachsungen nach Zellgewebeerweiterungen, welche zum Verluste von Fingersehnen geführt haben, erschweren das Gelingen einer Sehnenverpflanzung. Sehnenscheiden können durch frei überpflanzte Gefäße ersetzt werden.

Für die Transplantation von *Serosa* kommen

in erster Linie die bei Hernienoperationen gewonnenen Bruchsäcke, ferner Hydrozelenhäute in Frage, die wohl nur in Ausnahmefällen zu Auto-, fast stets zu Homoio-Transplantationen Verwendung finden. Der Wert der Serosaverpflanzung ist vielfach angezweifelt worden, doch geht aus den experimentellen Untersuchungen *Kolaczeks* und den klinischen Erfahrungen von *Perthes* und *v. Hacker* hervor, daß solche Bruchsäcke ein leicht erhältliches und brauchbares Verpflanzungsmaterial für den Ersatz von harter Hirnhaut und Gelenkkapsel, für die Umscheidung von Sehnen und Nerven, für die Verstärkung von Serosa- und Gefäßnähten darstellen. Jedenfalls sind sie dem ebenfalls empfohlenen Amnion oder alloplastischen Stoffen wie Condom, oder schließlich heteroplastischem Material, wie alkohol- oder formolgehärteter Schweinsblase vorzuziehen. Zur Serosatransplantation sind auch die freien Verpflanzungen von *Netzstücken* zu rechnen, welche mit Vorteil zur Sicherung von Gallen- und Harnblasen-, Magen- und Darmnähten wie zur Blutstillung bei Leberzerreißen benutzt werden.

Die freie *Gefäßtransplantation* haben wir in ihrer Bedeutung für die Verpflanzung ganzer Organe und für die Überbrückung von Gefäßdefekten bereits gewürdigt. Es bleibt nur noch zu erwähnen, daß frei übertragene Gefäße auch vielfach zum Ersatz von *röhrenförmigen Gebilden*, wie der Harnröhre und des Harnleiters, Verwendung gefunden haben. Da wir in der Vena saphena ein außerordentlich brauchbares Material bei jedem Menschen zur Verfügung haben, so ist die Autoplastik die angezeigte Methode; homoioplastische Gefäße und konservierte Tierarterien heilen zwar auch ein, werden aber nach den Untersuchungen von *Enderlen* und *Borst* substituiert und geben leichter zu Gerinnselbildungen Veranlassung. Von röhrenförmigen Gebilden, welche man durch frei verpflanzte Gefäße zu ersetzen gesucht hat, sind die Urethra, der Ureter und der Hauptgallengang zu nennen. Da ein Erfolg nur möglich ist, wenn das in der Röhre fließende Sekret bis zur Einheilung abgehalten werden kann, so ist nur die Harnröhrenplastik aussichtsvoll, vorausgesetzt, daß für längere Zeit eine Blasenfistel angelegt wird. — Ferner hat man Gefäße benutzt, um Nerven- und Sehnendefekte zu decken, um Sehnenscheiden zu ersetzen und unsichere Harnröhrennähte zu stützen. *Payr* und *Henle* leiteten mit freitransplantierten Gefäßen, welche durch formolgehärtete Kalbsarterien gestützt wurden, bei angeborenem Wasserkopf die vermehrte Ventrikelflüssigkeit in die Blutbahn.

(Schluß folgt.)

Der neunte internationale Zoologenkongreß.

(Monaco, 25. bis 30. März 1913.)

Das ozeanographische Museum in Monaco.

Es ist amtlich noch nicht festgestellt, wieviele Teilnehmer versammelt waren, doch wenn auch nicht alle 619, wie sie das offizielle Mitglederverzeichnis aufwies,

erschienen wären, so kann man doch behaupten, daß der letzte Zoologenkongreß in Monaco von allen, die bisher zusammengetreten waren, zu den stärkst besuchten gehörte. Es war nicht nur die Bedeutung der Veranstaltung an und für sich, die das Interesse des Zoologen wachrufen mußte, das Interesse ward diesmal durch die Bedeutung des Ortes, an dem der Kongreß abgehalten wurde und durch die Person, unter deren Protektorate er stattfand, besonders erhöht. Denn jeder von den Fachgenossen weiß, welche Rolle für den Fortschritt der Naturwissenschaften *Prinz Albert I. von Monaco* insbesondere seit seiner unsterblichen Gründung des Instituts und Museums für Oceanographie spielt.

Der herrliche Bau und seine Einrichtung sind bereits zweimal gewürdigt worden, und zwar einesteils durch *Kofoids*¹⁾ verdienstvolle Studie der biologischen Stationen Europas, andernteils durch *Dofleins*²⁾ Aufsatz in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift. Im Hinblick auf diese beiden Publikationen ist es daher unnötig, hier ins Detail zu gehen, aber der Vollständigkeit halber und für solche, die jene beiden Schriften nicht kennen, sei bei dieser Gelegenheit einiges in aller Kürze mitgeteilt.

Das „Institut Océanographique Musée“ erhebt sich am Ende der Rue St. Martin auf den Höhen Monacos. Von der Landseite tritt die Mächtigkeit des Monumentalbanes dem Beobachter bei weitem nicht so entgegen wie von der Seeseite. Der unterste Teil des Gebäudes, der sich nur wenige Meter über dem Meeresspiegel erhebt, ist eine offene Säulenhalle mit Mazerationsbassins und Entfettungsapparaten von großen Dimensionen, die eine bequeme Behandlung selbst großen Cetaceenmaterials gestatten. Auch ein Käfig von kolossalem Rauminhalt ist hier errichtet. Auf 40 Stufen gelangt man in das nächst höhere Stockwerk. Hier sind zunächst ungeheuerere Werkstätten, in denen Präparatoren das von den Expeditionen heimgebrachte und für das Museum ausgewählte Material kunstvoll bearbeiten, untergebracht. Natürlich fehlt es da an keinem Instrument; ein großer Gasmotor, von dem Transmissionen nach allen Teilen des Raumes die Energie übertragen, erleichtert die Arbeiten. Außer den Präparatoren trifft man hier die am Institute angestellten Fischer, falls sie nicht auf der Suche nach Material sind, unermüdet Fischnetze flechtend. Es ist denn auch in diesen Hallen ein derartiger Netzvorrat aufgestapelt, wie man ihn kaum in einer anderen Station wiederfindet. Die Fayencewaschbecken an den Längsseiten des Raumes, die unsere großen Badewannen an Dimensionen weit übertreffen, sind mit Zuleitungen von Süß- und Seewasser versehen. Das, was einem in diesen Werkstätten besonders imponiert und man kann das gleiche übrigens von allem, was man im Oceanographischen Institut und Museum sieht, behaupten, ist die Großzügigkeit, mit der alles angelegt worden ist. Ein Gittertor nebst Glasverschalung führt aus diesem Raume auf eine herrliche Terrasse, von der aus der Zutritt zu einer vorzüglich ausgestatteten Dunkelkammer möglich ist. In demselben Stockwerk befinden sich auch die Maschinenräume für die Zentralheizung und das Aquarium. Das letztere ist dem Publikum zugänglich und bietet herrliche lebende Schauobjekte. Der Raum hinter den Bassins ist bereits wissenschaftliche Werkstätte; denn in 6 großen Seewasserreservoirs ist allzeit lebendes Tiermaterial für die, welche jeweils am Institute wissenschaftlich arbeiten, in großer Menge aufgestapelt. Um

aber auch nähere Beobachtungen in unmittelbarer Nähe dieser Becken machen zu können, sind auch hier schon an den einzelnen Fenstern Arbeitstische mit Ausrüstung aufgestellt. Dies alles aber bleibt natürlich den Blicken des weiten Publikums, das nur vor den Schauaquarien sich aufhält, verborgen, so daß eine etwaige Störung bei den Untersuchungen ausgeschlossen ist. In dem nächst höheren Stockwerk liegen Zimmer des wissenschaftlichen Stabes des Institutes, so des Direktors, der Assistenten, des Bibliothekars, dazu die Bibliothek und eine Anzahl von Laboratorien und Arbeitszimmern. Die wissenschaftliche Ausstattung in diesen letzteren Räumen ist glänzend! Unter den Apparaten imponieren wegen ihrer Größe besonders 2 elektrische Zentrifugen, ein Spektrograph und ein Photometer. Die Arbeitsthemen der letzten 2 Jahre riefen überdies die Notwendigkeit von nicht weniger als 4 Dunkelzimmern hervor, welchem Bedürfnisse durch 4 entsprechende Räume in diesem Stockwerk volle Rechnung getragen wurde. Große Magazine von Tiermaterial, das denen offen steht, die es zu Vergleichszwecken für ihre Studien heranziehen wollen, beschließen das Ende des langen Traktes. Einige Stufen höher, und man hat das Niveau der Rue St. Martin erreicht. Von der Straße gelangt man auf wenigen Stufen durch das Hauptportal in die Vorhalle und aus dieser in das elegante mit Marmorsäulen ausgestattete Vestibül mit dem Standbild des Prinzen. Rechts sieht man von hier aus durch eine mehrteilige Glastür in den Festsaal, links in einen Museumsaal. Die Glastüren können entfernt und so alle drei Räume in eine einzige ungeheure Halle umgewandelt werden. Der Museumsaal enthält zoologische Objekte von unermeßlichem Werte, so eine überaus prächtige Sammlung von Cetaceenskeletten, ferner seltene Typen erbeutet bei den Tiefseexpeditionen des Prinzen auf seinen Forschungsschiffen und seinen Nordpolfahrten; an der Hand dieses Materials ist es möglich, Vergleichsstudien zwischen der arktischen Fauna des Nordatlantik und jener des Mittelmeers anzustellen; dies gilt insbesondere von den umfassenden Serien von Fischen, Mollusken, Krustern und Echinodermen. Auf andere Schätze in diesem Raume kann hier nicht näher eingegangen werden. Im oberen Stockwerk betritt man zunächst eine mittlere Halle, von deren Schauobjekten ein vollkommen ausgerüstetes Walfischboot, dessen sich der Prinz auf seinen Walfischjagden bediente, besonderes Interesse hervorruft. Links von dieser Halle eröffnet sich dem Besucher ein imposanter Saal. Er ist das wissenschaftliche Kleinod der ganzen Gründung, denn er birgt alles, was sich auf die physikalische Oceanographie, und zwar nicht bloß die der Gegenwart, sondern auch die der ältesten Vergangenheit bezieht. Da gibt es Instrumente aller Art zur Erforschung der Meere: eine komplette Sammlung von Photometern, bestehend aus acht Apparaten; Kippröhren mit den verschiedensten Thermometern, gegen 20 an der Zahl; 44 Wasserschröpfer aller Zeiten, von dem ersten Modell des sechzehnten Jahrhunderts angefangen bis auf die Gegenwart. Im Hinblick auf diese drei Kollektionen steht das Museum als erstes in der Welt da. Es folgen dann 46 verschiedene Lotapparate und 20 Fallgewichte; endlich sieht man hier eine große Anzahl von Schwimmern (flotteurs) und Meßmaschinen zum Studium der Richtung und der Geschwindigkeit der Meeresströmungen. Von der Decke des Saales hängen 22 Planktonnetze verschiedener Form, manche von ungeheuren Dimensionen, herab. Auch diese Sammlung ist eine der besten der Welt. Natürlich gibt es in diesem Raume noch manches andere Wertvolle zu sehen, wie Tiefseefischreusen usw., worauf aber hier nicht näher eingegangen werden kann. In dem gegenüberliegenden Saale sind allerhand Fischereigeräte aus

¹⁾ *Kofoid, Ch.*, The Biological Stations of Europe. United States Bureau, Bulletin Nr. 4, Washington 1910.

²⁾ *Doflein, F.*, Das ozeanographische Museum in Monaco. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1910, Nr. 31, S. 481—495.

verschiedenen Gegenden aufgestellt, so von den Balearen, von Südtalien, Schweden, Dänemark, Japan, aus den Polarländern usw. Trawels und Sardinennetze, teils in Originalgröße, teils in Modellen schweben über den Köpfen der Besucher; das Interessanteste hierbei ist, daß man hier den Standpunkt gewahrt hat, Netze und Fallen, so wie sie das eine Mal vor, das andere Mal nach dem Fang aussehen, nebeneinander aufzustellen, so daß die Funktion derselben jedermann gleich klar wird. Eine Reihe von Schaukästen enthält Produkte der Oceanoindustrie. Es soll gezeigt werden, wie die Kunst die Schätze des Meeres zu verarbeiten vermag.

Wenn schon seinerzeit bei der Eröffnung des Instituts und des Museums für Oceanographie in Monaco die Verwunderung seitens der Teilnehmer ob der Reichhaltigkeit der Sammlungen groß war, so haben diese in den letzten Jahren noch wesentliche Bereicherung erfahren, wie ein Vergleich der Kataloge von damals und jetzt zeigt. Jeder, der sich für irgendeine Frage der Oceanographie interessiert, für Temperaturen, Salzgehalt, Strömungen usw. und deren Beziehungen zu biologischen Fragen, namentlich denen des Planktons, sieht hier, welcher Mittel sich der Mensch bei der Lösung verschiedener Probleme zu verschiedenen Zeiten bedient hat. Die kurzgehaltene, aber genaue Beschreibung, die jedem Apparate nebst Zeichnung beigegeben ist, dazu noch immer Bilder, die jene Objekte funktionierend darstellen, und das Wertvollste von allem wohl, der Hinweis auf die Mängel des betreffenden Apparates, zeigen, in welcher Richtung eventuelle Verbesserungsmöglichkeiten liegen. Die Erklärungen sind in drei Sprachen, deutsch, französisch und englisch, gehalten.

Zur vollständigen Ausrüstung einer marinen Station gehören natürlich auch Schiffe und Boote. Die beiden Dampfer „Eider“ und die große Jacht des Prinzen, „Hirondelle“, ein Forschungsschiff par excellence, versorgen die, welche nach Monaco zu Studien gekommen sind, reichlich mit Material. Und daß es an solchen Wißbegierigen an jener Stätte allezeit genug gibt, beweist die Besucherliste. In den letzten zwei Jahren arbeiteten dort von Ausländern acht Deutsche, sechs Oesterreicher, fünf Franzosen, drei Spanier, zwei Schweizer, zwei Schweden, zwei Engländer, zwei Amerikaner, zwei Japaner, ein Russe, ein Italiener, ein Holländer und ein Däne, also eine recht internationale Gesellschaft. Die Mustergültigkeit des Instituts und des Museums bezeugen auch die zahlreichen Studienreisen, die von berühmten Männern im Auftrage ihrer Regierungen in letzter Zeit hierher unternommen wurden: so holten Frankreich, Japan, Rußland und Holland, um gleiche wissenschaftliche Stätten zu gründen, Frankreich und Australien zwecks Veranstaltungen von Expeditionen nach der Arktis und Antarktis, Deutschland behufs Planktonforschung durch Delegierte Ratschläge hier ein.

Das beste Zeugnis aber für den stets wachsenden Aufschwung der neuen Gründung liefern die reichlichen in den *Bulletins* und *Annales de l'Institut Océanographique* der letzten zwei Jahre veröffentlichten Arbeiten; sie sind die wahren Dokumente, die besten Früchte, die reichlichsten Zinsen des Unternehmens. Und daß die Publikationen gut sind, dafür bürgen die Namen der Autoren wie eines *Dofleins*, *Heilbronns*, *Owens*, *Uexkülls* usw. Derzeit sind Fachgenossen dortselbst mit der experimentellen Parthenogenese, Farbenadaptationen der Rotalgen an verschiedene Meerestiefen, Verteilung des Nanoplanktons, mit Tag- und Nachtwanderungen des Planktons, mit spektrographischen Untersuchungen in der Tiefe des Meeres, mit Kulturen von pelagischen Annelidenlarven, mit der abyssalen Lampe und photometrischen Studien beschäftigt. Im Druck befindet sich

eine interessante Publikation, der Tausende von chemischen Analysen des Seewassers zugrunde liegen, und die graphisch deren Resultate wiedergibt.

In Anbetracht all dieser Umstände war wohl Monaco derzeit der würdigste Platz für die Abhaltung des IX. internationalen Zoologenkongresses. Das Milieu war das denkbar beste und versetzte die Teilnehmer in eine gehobene Stimmung, die beste Grundlage für das Gelingen der illustren Versammlung, die fünf Tage lang währte und einen glänzenden Verlauf nahm. Über ihre Details zu berichten, meldet sich indessen ein anderer zu Worte.

Trojan, Prag.

* * *

Am Dienstag, dem 25. März 1913, wurde der neunte internationale Zoologenkongreß zu Monaco eröffnet. Dem Rufe der Kongreßveranstalter waren über 600 Teilnehmer gefolgt, so daß *Prinz Albert I* von Monaco abends 8 Uhr vor einer glänzenden Versammlung den Kongreß eröffnen konnte. In einer fein durchdachten, formvollendeten Rede wies er auf die Bedeutung des Studiums der Zoologie, ihren philosophischen Wert und ihre Rückwirkung auf nationalökonomische und soziale Gebiete hin. Er wies speziell auf den Umfang hin, den die neue Zweigwissenschaft der Zoologie, die Oceanographie, jetzt in den zoologischen Wissenschaften einnimmt. Zu ihrem Gedeihen und Aufblühen hat *Prinz Albert* selbst sehr viel beigetragen, und für sie hat er das wundervolle Museum aufführen lassen. Auf die Rede des Prinzen antwortete *Ed. Perrier*, Mitglied des Instituts de France und Direktor des Muséum national de l'histoire naturelle zu Paris. Der ausgezeichnete Zoologe gab einen kurzen Abriss der Geschichte der Oceanographie, ihrer Entwicklung und der bedeutsamen Stellung, die diese noch junge Wissenschaft unter den übrigen Naturwissenschaften einnimmt; er sprach von ihrer verheißungsvollen Zukunft und den praktischen Vorteilen, die jene Industriezweige, die auf die Meere angewiesen sind, bereits aus ihr gezogen haben. Ferner gab *Perrier* noch einen kurzen Bericht über die Arbeiten, die von den Sektionen der vorigen Kongresse geleistet worden waren.

Am nächsten Morgen, Mittwoch, begannen um 9 Uhr die Sektionen ihre Arbeit.

Wir können hier nur ganz kurz auf die Arbeiten der sieben Sektionen eingehen, die in folgender Weise gegliedert waren:

1. Sektion: Vergleichende Anatomie und Physiologie.
2. „ : Allgemeine Embryologie. — Protistenkunde.
3. „ : Systematische Zoologie. — Gewohnheiten der Tiere.
4. „ : Allgemeine Zoologie. — Paläozoologie. — Zoogeographie.
5. „ : Biologische Oceanographie. Plankton.
6. „ : Angewandte Zoologie. — Parasitologie. — Museen.
7. „ : Zoologische Nomenklatur.

Alle Sektionen tagten im Lyceum von Monaco, ebenso die entomologische Untersektion, die unter dem Vorsitz von Herrn *Oberthur* (Rennes) am Samstag, den 29. März stattfand. Zwei allgemeine Sitzungen waren vorgesehen; eine fand im Lyceum, die andere — mit kinematographischen Vorführungen — im Konferenzzimmer des oceanographischen Museums statt.

Alle Vorträge, die in den einzelnen Sitzungen gehalten wurden, können wir nicht bringen, entsprechend dem Charakter dieser Zeitschrift will ich nur über die Vorträge aus den Gebieten der vergleichenden Anatomie und vergleichenden Physiologie, der Biologie und der

geographischen Verbreitung der Tiere eine möglichst gedrungene Übersicht geben.

Dr. *Ekendranah Ghosh* (Calcutta) legt eine Arbeit vor, betitelt „Die Anatomie der blinden Seegarnele (*Typhlocoris galilaea* Cahn) aus dem See Tiberias“, in der er zeigt, welche Analogien anatomisch zwischen *Typhlocoris* und *Palaemon* bestehen, und daß die Unterschiede sich hauptsächlich auf das Verdauungssystem und den Genitalapparat beziehen. In der Diskussion bemerkt Prof. *Annandale* (Calcutta), wie diese Merkmale die *Typhlocoris* den Höhlentieren annähern.

Frau Dr. *M. Phisalix* (Paris) hat die immunisierende Wirkung der Hautschleimgifte der Batrachier gegen ihre eigene Giftwirkung und die der Giftvipern untersucht. Es gelang ihr Kaninchen, Meerschweinchen, ja selbst Batrachier gegen das Hautgift der Batrachier zu impfen, wobei sie sich einer bestimmt temperierten Lösung von bestimmter Konzentration der Gifte dieser Batrachier selbst bediente. Die Tiere, die auf diese Weise gegen den Schleim eines beliebigen Batrachiers immunisiert sind, sind es gleichzeitig auch gegen das Gift der Vipern.

Prof. *P. Pelseneer* (Gent) sprach über „Einige Ergebnisse über Regenerationsvorgänge bei Gasteropoden und Turbellarien“. Er hat gefunden, daß die Regeneration bei Rachioglossen schneller verläuft als bei Pulmonaten, und daß sie bei Polycladen davon abhängt, ein wie großer Teil des Nervensystems erhalten geblieben ist.

Dr. *Ch. Gravier* (Paris) beschäftigte sich mit der „Epigamen Form des japanischen Palolo“. Hier standen 17 Exemplare von *Ceratocephalus Osawai* Izuka zur Verfügung (10 Männchen und 7 Weibchen). Er zeigte, wie interessant die geschlechtliche Form ist, die nur eine unvollkommene epigame Umwandlung durchmacht.

„Die doppelte symmetrische Anordnung der Organismen oder der Organe bei Säugetieren und beim Menschen“ betitelte sich ein Vortrag von Dr. *Guillemin* (Nancy). Der Autor untersucht die entwicklungsgeschichtliche Genese dieser Anordnung, ihre Entwicklung, ihr Wesen und ihre biologische Bedeutung. Der Autor unterscheidet eine Anordnung, die sich auf die oberflächliche Vereinigung zweier Individuen beschränkt, welche die Lebenstätigkeiten der Organismen nicht stört, und doppelte, tiefere Anordnungen, die von einer ursprünglichen Polygenese herrühren.

Prof. *E. Jung* (Genf) untersuchte den „Einfluß langandauernden Hungers auf holotriche und hypotriche Infusorien“. Das Material hat er selbst im Genfer See gesammelt.

Ein interessanter Vortrag von *R. J. Anderson* (Galway) beschäftigt sich mit der Art und Weise, wie dressierte Tiere neue Eindrücke bemerken, die ihnen vom Menschen übermittelt werden.

Eine ganze Reihe von Mitteilungen machte Prof. *R. Dubois* (Lyon). Die einen handeln über „die physiologische Bedeutung der conuli und der Hauptfasern bei den monoceritischen Schwämmen von den Arten *Euspongia* und *Hippospongia*“, sowie von dem „Einfluß der Umgebung auf die Bewegungen des Seeigels“, worin der Verfasser zugibt, daß innere Einflüsse die scheinbar spontanen Bewegungen in höherem Grade dominieren als äußere. Die anderen Mitteilungen beziehen sich auf seine bekannten Arbeiten über das Leuchten der Tiere („Beobachtungen über die Wirkung des Lichtes auf Seeigel“; — „Innerer Mechanismus des Leuchtvermögens bei Lebewesen“), das in letztem Grunde, ebenso wie das Leuchten der Pflanzen, auf der Wirkung einer oxydierenden Zymase (Luciferase) auf ein organisches Eiweißprodukt (Luciferin) bei Gegenwart von Wasser, beruht.

Prof. *Cuénot* (Nancy) konnte in Verfolgung seiner früheren Arbeiten über „Die phagocytären Organe der Mollusken“ nachweisen, daß in bestimmten Organen freie und zusammengehaufte Phagocyten bei sehr vielen Molluskenarten vorhanden sind.

W. Schimkewitsch (Petersburg) sprach über „Die Erscheinungen der Methorise bei Wirbeltieren“. Unter *Methorise* versteht er die Erscheinungen, die man beobachtet, sobald die Grenze zwischen zwei Anlagen, die zum gleichen Organ gehören, sich verschiebt: eine der Anlagen ersetzt dann teilweise oder vollständig die andere.

Dr. *R. Weissenberg* (Berlin) brachte einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis der Mikrosporidien, betitelt „Über Bau und Entwicklung der Mikrosporidien“. Er zeigte, daß bei diesen Lebewesen zwei Entwicklungstypen existieren: ein blastogener Typ (*Glugea*) und ein schizogener Typ (*Thelehanzia*).

Dr. *C. Horváth* (Budapest) hat die „Geographische Verbreitung der Cimiciden und den Ursprung der Bettwanzen“ studiert. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Bettwanzen vom Mittelmeerbecken stammen und auf den Menschen durch Fledermäuse übertragen wurden.

Miss *K. Foot* und Miss *E. C. Strobell* (New York) sprachen über „Kreuzungsergebnisse von drei Hemipterenarten, mit Bezug auf die Vererbung eines rein männlichen Merkmales“. Sie kreuzten *Euchistus variolarius* ♀ mit *Euchistus ictericus* ♂; — *Euchistus variolarius* ♀ mit *Euchistus servus* ♂: die Besonderheiten des männlichen Genitalapparats wurden stets vollständig vererbt.

Prof. *A. Pizon* (Paris) gab eine Zusammenfassung seiner Untersuchungen über die Blastogenese einer neuen Art von *Circinalium*, die er und *Roscoff* entdeckt haben. Der Vortrag betitelte sich „Über die Frühjahrs- und Herbst-Blastogenese der Polycliniden“. Beobachtungen über die Oogenese und Spermatogenese der Orthopteren („Neue Ansichten über die Chromatinveränderungen während der Oogenese der Orthopteren“) teilte Dr. *Vesély* mit.

In seiner Arbeit „Entwicklung und Symmetrie der Korallenpolypen“ zeigt Dr. *L. Faurot* (Paris), daß die zwölf ersten Septen bei den Tetra- und den Hexacorallinen stets in gleicher Reihenfolge erscheinen, und daß sich die beiden genannten großen Gruppen der Polypen erst nach der Entwicklung des Stadiums 12 auseinander differenzieren.

Prof. *Al. Ghighi* (Bologna) sprach über eine neue Art von Hierophasis, die durch Mutation aus Hierophasis Swinhoi entstanden ist. Er hatte zuerst ein weibliches Exemplar von Hierophasis Swinhoi gefunden, das sich von den typischen Vertretern der Art wesentlich unterschied, dann fand er 1912 sechs neue derartige Individuen, die mit sechs typischen Individuen vergesellschaftet lebten. Aus diesem Grunde glaubt er, eine neue, durch Mutation entstandene Art vor sich zu haben.

Dr. *Cl. Vaney* (Lyon) untersuchte die „Vergleichende Morphologie der parasitischen Gastropoden“ und hebt zwei Reihen von Modifikationen hervor, welche die vierzehn heute bekannten ekto- und endoparasitischen Schneckenarten betreffen: 1. die Rückbildung der meisten visceralen Organe, 2. die Entwicklung sehr stark spezialisierter Organe (*Pseudofuß*, *Pseudopallium* usw.).

In einem Vortrag faßte Kapitän *R. B. Seym. Sewell* (Calcutta) die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Entwicklung einiger Kopepoden aus der bengalischen Bai, speziell über die Entwicklung von Labidocera euchaeta Giesbr. zusammen. Der Vortrag betitelt sich „Die postlarvale Entwicklung der Kopepoden“.

Dr. *Louis Gain* (Paris) berichtet über „Das Leben und die Gewohnheiten des Adelie-Pinguins“ und teilt einige biologische Beobachtungen mit, die er während der von Dr. *J. Charcot* geführten zweiten französischen antarktischen Expedition anzustellen Gelegenheit hatte.

„Eigenartige Fälle von Anpassung der Reptilien an das marine Leben“ führte *G. Billiard* (Paris) an. Dieser Autor traf *Tropidonotus natrix* im Meer, über sieben Kilometer vom Festland entfernt, und dessen Eier in Felsen liegend, die ständig von Wellen überspült waren. Einen noch selteneren Fall bieten *Lacerta muralis*, die auf Felsen kletterten, die ständig dem Anprall der Wogen ausgesetzt waren und sich ohne das geringste Zögern ins Meer warfen, wenn man sie ergreifen wollte. *Billiard* stellte ferner fest, daß *Lacerta muralis* sehr häufig mit *Lygia oceanica* zusammenlebt.

Die berühmten denkenden, und vor allem rechnenden, Elberfelder Pferde gaben Prof. *Dexler* zu verschiedenen Einwürfen und — meiner Ansicht nach durchaus berechtigten — Zweifeln Anlaß, ob die wunderbaren, allen Zoologen bekannten Leistungen dieser Tiere auch wirklich einwandfrei festgestellt sind.

Dr. *W. Petersen* (Reval) sprach über „Artbildung“ im Anschluß an einige Beobachtungen an mehreren Lepidopterenarten, speziell deren Kopulationsorganen.

Frau Dr. *C. M. L. Popta* (Leiden): „Über die Verteilung der Süßwasserfische im malayischen Archipel“, fand, daß sich dieser Archipel in zwei Partien teilen läßt: die eine umfaßt die Inseln Sumatra, Borneo, Banka, Biliton, Java, Bali, Lombok und Sumbawa und gehörte früher zum asiatischen Festland; die zweite Partie, bestehend aus Celebes, den Molukken und dem Archipel von Timor, war nur durch Partien von Brackwasser mit Asien verbunden und hatte sich bereits frühzeitig von Australien losgelöst.

Einige noch wenig bekannte Tatsachen betreffend die unbestreitbare Analogie zwischen indischer und tropischer Fauna faßt Dr. *Annandale* (Calcutta) zusammen. („Das afrikanische Element in der indischen Süßwasserfauna“). Nach gleicher Richtung liegen die Studien Dr. *Louis Germain* (Paris) über den „Ursprung der Flußfauna von Ostafrika“. Der Autor nimmt an, daß eine große Seenplatte einst das obere Kongobecken und den größten Teil der gegenwärtigen Seen bedeckt hatte: diese war vermutlich von vielen Tieren mit marinem Habitus bevölkert. Allmähliche Austrocknung und geologische Umwälzungen haben die gegenwärtig vorhandenen Seen isoliert. Die Seen behielten die ursprüngliche Fauna, die sich aber allmählich entwickelt hat, so daß die heutige Fauna dieser Seen der ausgestorbenen Fauna der ursprünglichen großen äquatorialen Seenplatte entspricht und nicht eine zurückgebliebene Meeresfauna darstellt, wie viele Autoren behauptet haben.

Prof. *L. G. Seurat* (Algier) („Über den Entwicklungscyclus der parasitischen Nematoden“) führt nach einer kurzen Übersicht über die Entwicklungsmodalitäten bei parasitischen Nematoden an, daß die vollkommenste Anpassung an das parasitische Wesen sich bei jenen Formen findet, die in ihrer Organisation den frei lebenden Nematoden am nächsten stehen.

Herr *Ch. Oberthür* (Rennes) beobachtet die „Symbiose zwischen Ameisen und Schmetterlingsraupen“ bei Arten, deren Lebensweisen noch nicht genauer bekannt sind.

„Experimentelle Untersuchungen über den Winterschlaf von Schmetterlingen“ teilt Prof. *Arn. Pictet* (Genf) mit. Er fand, daß nur jene Arten zum Schutz vor der Kälte in Winterschlaf verfallen, deren Futterpflanzen im Winter ihre Blätter abwerfen. Arten, deren Futterpflanzen immergrün sind, müssen die Winterpause nicht notwendig durchmachen.

Prof. *C. Houlbert* (Rennes) hat paläontologisches Material zur Feststellung des Entwicklungsganges der großen Scarabaeiden (Dynastiden und Cetoniden) gesammelt. In einem Vortrag über „Das Größengesetz und die Entwicklung der Coleopteren“ führte er aus, daß eine übertriebene Größenentwicklung und eine exzessive Spezialisierung stets den Kulminationspunkt in der Entwicklung einer Art bedeutet und auf ihr baldiges Verschwinden hinweist.

Fräulein *Chevroton* (Paris) und Dr. *F. Vlès* (Paris) verdanken wir den Erfolg der so schwierigen kinematographischen Kehlkopfaufnahmen. Die Films der „kinematographischen Laryngoskopie“ haben speziell die Physiologen sehr interessiert, die hier das Spiel der Stimmbänder bei gesprochenen und gesungenen Tönen beobachten konnten.

Der letzte Kongreßtag brachte ein besonders reichhaltiges Programm. Um 4 Uhr fand die Gesamtsitzung unter dem Vorsitz von Professor *Braun* im Festsaal des Lyzeums statt. Zuerst verlas Prof. *R. Blanchard* (Paris), der ständige Sekretär des internationalen Zoologenkongresses, das Ergebnis des Preisausschreibens. Sodann wurde über mehrere Anträge der Herren Prof. *Korotneff* (Villefranche), *Oberthür* (Rennes) *Bruce* (Edinburg), Dr. *J. Lionville* (Paris) usw. abgestimmt. Zum Schluß nahm die Versammlung die Einladung Professors *Horváth* an, den nächsten internationalen Zoologenkongreß in Budapest abzuhalten (1916).

Natürlich habe ich eine ganze Reihe von Mitteilungen, die auf dem Kongreß vorgebracht wurden, beiseite gelassen, weil sie für die Leser der „Naturwissenschaften“ weniger Interesse besitzen. Übrigens findet man sie alle *in extenso* in dem Kongreßbericht, an dem bereits gearbeitet wird. Aber schon dieser kurze Bericht zeigt an, wie fleißig der IX. internationale Kongreß gearbeitet hat.

Dr. Louis Germain, Paris.

Die Durchmesser und Temperaturen der Fixsterne.

Von Dr. G. Deutschland, Leipzig.

I.

Das Dunkel, in welches sich die Versuche zur Ermittlung der wahren Fixsterndimensionen bislang verloren, beginnt sich allmählich zu lichten. Die Schwierigkeiten, welche der Lösung des Problems entgegenstanden, ließen sich nur zum Teil beseitigen, als es gelungen war, für eine Reihe von Fixsternen die Entfernungen zu ermitteln. Erst mit Hilfe der Astrophysik, seitdem die Spektralphotometrie die Bestimmung der effektiven Stern-temperaturen ermöglichte, haben wir uns dem Ziele merklich genähert.

Kennt man den scheinbaren Durchmesser eines Gestirns und zugleich seine Entfernung von uns, so ist damit zugleich seine wahre Ausdehnung gegeben. So erhält man den wahren Halbmesser r_0 der Sonne aus ihrem scheinbaren Radius $q_0 = 959,65$ Bogensenkungen und ihrer Entfernung A_0^* von der Erde, welche 149,48 Millionen Kilometer beträgt, wegen

$$r_0 = A_0 \cdot \sin q_0$$

zu $r_0 = 0,70$ Millionen Kilometer. Dieselbe Beziehung gilt auch für die Größen r , A und q eines

beliebigen Fixsterns. Da ferner das Verhältnis der Entfernung des Sternes zu derjenigen der Sonne durch die Parallaxe p des Sternes gemessen wird, wo

$$\sin p = \frac{A_0}{A},$$

so wird mit Rücksicht auf die Kleinheit von ϱ und p

$$\frac{r}{r_0} = \frac{\varrho}{p} \cdot \frac{1}{\sin \varrho_0} \quad \dots \quad (1)$$

Aus (1) könnte so der wahre Halbmesser eines Gestirns, ausgedrückt in Einheiten des Sonnenradius, erhalten werden, wofern man seine Parallaxe und den scheinbaren Halbmesser kennt. Die Gleichung zeigt zugleich auch die scheinbare Ausdehnung, welche die Sonne in beliebigen Entfernungen besitzen würde. Berücksichtigt man, daß die Parallaxe von 1'' einer Strecke von 206 265 Erdhalbmessern oder einer Sternweite entspricht, welche vom Licht in $3\frac{1}{4}$ Jahren durchlaufen wird, so ergibt sich für die scheinbare Ausdehnung der Sonne in den verschiedenen Entfernungen:

Parallaxe	Sternweiten	Lichtjahre	Scheinb. Halbm.
1,0''	1,0	3	0,0047''
0,7	1,4	5	0,0033
0,4	2,5	8	0,0019
0,1	10,0	32	0,0005

Da die drei uns nächsten Fixsterne die Parallaxen 0,75'', 0,50'' und 0,37'' haben und wir bereits Durchmesser von etwa 0,1'' mit unseren heutigen Hilfsmitteln nicht mehr zu messen imstande sind, so läßt sich schon hieraus entnehmen, daß die Ermittlung der scheinbaren Dimensionen der Sterne auf direktem Wege nicht möglich ist.

Neuerdings hat *S. Pokrowsky* in Petersburg ein Verfahren zur Bestimmung der scheinbaren Sterndurchmesser angegeben, die mit Hilfe der elliptischen Polarisation ihres Lichtes geschieht. Inwieweit sich die theoretische Möglichkeit in die Praxis übertragen lassen wird, müssen erst sehr eingehende und langwierige Untersuchungen ergeben. Es wird sich hier also darum handeln, den Halbmesser ϱ durch andere unserer Wahrnehmbarkeit zugängliche Größen zu ersetzen; und hier bietet sich die Helligkeit der Sterne dar.

Sehen wir von einer möglichen Absorption des Lichtes im Raum ab, so verhalten sich die scheinbaren Helligkeiten eines Sternes in verschiedenen Entfernungen umgekehrt wie die Quadrate dieser Entfernungen. Bezeichnet nun H_0 die Flächenhelligkeit der Sonne, so ist die Helligkeit ihrer Oberfläche proportional dem Produkt $H_0 \cdot r_0^2$. Demnach kann man die scheinbare Helligkeit h_0 , welche die Sonne in der Entfernung A_0 besitzt, durch

$$h_0 = \alpha \cdot \frac{H_0 r_0^2}{A_0^2} = \alpha H_0 \sin^2 \varrho_0$$

wiedergeben, wo α ein Proportionalitätsfaktor ist, dessen Wert hier gleichgültig ist. Da eine ent-

sprechende Gleichung zwischen h , H , r und A für jeden andern Stern besteht, so wird

$$\frac{h}{h_0} = \frac{H}{H_0} \cdot \frac{r^2}{r_0^2} \sin^2 p \quad \dots \quad (2)$$

Die scheinbare Helligkeit der Sterne wird durch ihre Sterngröße, in Größenklassen ausgedrückt, angegeben, wobei das Helligkeitsverhältnis $h_m : h_s$ zweier Sterne mit den Sterngrößen m und S folgendermaßen bestimmt ist:

$$\log \frac{h_m}{h_s} = 0,4 (S - m) \quad \dots \quad (3)$$

Hieraus folgt beispielsweise für $m = 1$ und $S = 6$, daß ein Stern 1. Größe 100 mal so hell ist wie ein Stern 6. Größe, und daß das Helligkeitsverhältnis zweier um eine Größenklasse verschiedener Sterne 2,512 ist. Weiterhin entsprechen die negativen Größen den größeren Helligkeiten. Sirius, der hellste Fixstern, welcher die Größe $-1^m,6$ hat, ist demnach 100 mal so hell wie ein Stern von der Größe $3^m,4$. Die genauesten Bestimmungen für die Sterngröße der Sonne ergeben den Wert $-26^m,83$, d. h. die Sonne ist etwa 10^{10} mal so hell wie Sirius.

Bezeichnet $h_s = h_0$ die scheinbare Helligkeit der Sonne, $h_m = h$ diejenige eines beliebigen Fixsterns, so wird durch Verbindung von (2) und (3)

$$0,4 (S - m) = \log \frac{H}{H_0} + 2 \log \frac{r}{r_0} + 2 \log \sin p.$$

Durch Einführung von $S = -26,83$ und von $\sin p = p'' \cdot \sin 1''$ erhält man schließlich die grundlegende Beziehung

$$\log \frac{r}{r_0} = -0,052 - \frac{1}{5} m - \log p - \frac{1}{2} \log \frac{H}{H_0}, \quad (4)$$

wo die Logarithmen durchweg gewöhnliche sind. Der wahre Radius der Gestirne kann also durch (4) aus ihrer Sterngröße, Parallaxe und Flächenhelligkeit bestimmt werden. Man erkennt auch zugleich, welche Helligkeit die Sonne in verschiedenen Entfernungen haben würde. Für $r = r_0$ und $H = H_0$ wird

$$m = -0,26 - 5 \log p,$$

sodaß man erhält

Parallaxe	Sterngröße
1,0 "	-0m,3
0,7	+0,5
0,4	1,7
0,1	4,7
0,07	5,5
0,04	6,7
0,01	9,7

In der Entfernung des nächsten Fixsterns hätte demzufolge die Sonne die Größe 0,4. Im Abstand des Sternes Wega in der Leier, dessen Größe 0,14 ist, wäre sie 4,88. Größe; sie besitzt also in Wirklichkeit nur $\frac{1}{80}$ der Gesamthelligkeit dieses Gestirns, was im Falle gleicher Flächenhelligkeit auch $\frac{1}{80}$ der Oberfläche entspräche. Man könnte so aus (4) die wahren Dimensionen der Sterne berechnen, wenn man annehmen dürfte, daß sie die

gleiche Flächenhelligkeit wie die Sonne besitzen. Auf diese Weise sind die *äquivalenten Halbmesser* für eine Anzahl von Sternen erhalten, welche in der Tabelle am Schluß des Aufsatzes, in Einheiten des Sonnenradius ausgedrückt, unter r'/r_0 angegeben sind.

Es läßt sich jedoch leicht einsehen, daß diese Voraussetzung nicht zutrifft, daß im Gegenteil die Helligkeit der Flächeneinheit für die verschiedenen Sterne eine sehr ungleiche sein kann und sich dadurch die erhaltenen Dimensionen beträchtlich ändern müssen. Wir gelangen so zu Betrachtungen über die Strahlung der Sterne.

II.

Die Beziehung zwischen dem Strahlungsvermögen der Körper und ihrer Temperatur ist uns nicht bekannt. Wir können sie nur innerhalb gewisser Temperaturintervalle für einen besonderen, den *absolut schwarzen Körper* angeben, welcher die Eigenschaft hat, alle auf ihn fallenden Strahlen zu absorbieren, und dessen Verhalten die Stoffe in der Natur in verschiedenem Grade sich nähern. Durch Anwendung der Strahlungsgesetze für den schwarzen Körper erhält man somit nicht die wirklichen Temperaturen der Sternoberflächen, sondern man gelangt zu *effektiven Temperaturen*, welche eine untere Grenze für den wahren Grad der Erwärmung darstellen, und bei denen zunächst auch von der Absorption durch die Atmosphären der Fixsterne abzusehen ist.

Einen Einblick in die Beziehung zwischen Temperatur und Strahlung gewährt uns das Wiensche Verschiebungsgesetz, das die Stellen der größten Intensität im Spektrum des schwarzen Körpers mit seiner absoluten Temperatur in Verbindung setzt. Bezeichnet nämlich λ_{max} die Wellenlänge, bei welcher das Intensitätsmaximum liegt, T die absolute Temperatur und C eine Konstante, deren Wert durch den Versuch zu bestimmen ist, so ist der Zusammenhang durch

$$\lambda_{max} \cdot T = C$$

ausgedrückt. Je höher demnach die Temperatur eines Sternes ist, desto mehr wird seine größte spektrale Intensität bei den kleineren Wellenlängen liegen, nach dem violetten Ende verschoben werden; je niedriger sie ist, desto mehr nähert sich die größte Helligkeit dem roten Teil des Spektrums. Bei den bläulichen und weißen Sternen der ersten Spektralklasse nach *Vogel* liegt nun das Intensitätsmaximum bei den kürzeren Wellen, während es sich für die gelblichen Sterne des II. Typs, zu denen auch unsere Sonne gehört, und noch mehr bei den roten der III. Klasse allmählich nach dem Rot verschiebt. Die Anordnung der Sterne in drei Spektralklassen entspricht deshalb auch der Reihenfolge, die sie nach dem Grad ihrer Erwärmung einnehmen. Die heißen Sterne des I. Typs werden eine größere Flächenhelligkeit besitzen als die in fortschreitender Abkühlung befindlichen des zweiten, und diese werden eine größere Leuchtkraft haben als die roten Gestirne.

Durch geeignete Apparate, die Spektralphotometer, ist es möglich, die Intensitäten in den einzelnen Bezirken eines Sternspektrums mit den entsprechenden eines Körpers von bestimmter Temperatur meßbar zu vergleichen. Hieraus gewährt die Plancksche Energiegleichung ein Mittel zur Bestimmung der effektiven Temperatur des Sternes. Ist nämlich E_λ die Energie für die Wellenlänge λ , T die absolute Temperatur, c eine zu bestimmende Konstante und α ein Proportionalitätsfaktor, so stehen diese Größen in folgendem Zusammenhang:

$$E_\lambda = \alpha \cdot \lambda^{-5} \cdot \left(e^{\frac{c}{\lambda \cdot T}} - 1 \right)^{-1} \dots \dots (5)$$

Aus den Verhältnissen der Intensitäten an entsprechenden Stellen des Sternspektrums und Vergleichsspektrums — oder an verschiedenen Stellen des Sternspektrums — läßt sich somit die absolute Temperatur des Sternes ermitteln. *Scheiner* und *Wilsing* in Potsdam haben auf diese Weise die effektiven Temperaturen von 109 helleren Sternen bestimmt.

Analoge Mesungen der Energieverhältnisse und damit der absoluten Temperaturen hat *Nordmann* in Paris mit dem Heterochromphotometer ausgeführt. Eine besondere Bedeutung hat jedoch auch hier die Photographie erlangt. Außer ihrer Verwendbarkeit in spektralphotographischen Methoden, wie sie u. a. *Hnatek* in Wien erprobt hat, ermöglicht sie auch durch den Zusammenhang zwischen der photographischen und visuellen Helligkeit der Sterne die Bestimmung der Energieverhältnisse. Das Auge ist für die verschiedenen Farben in anderer Weise empfindlich, als die photographische Platte. Rote Sterne sind nach den visuellen Messungen im Verhältnis viel heller, als nach den photographischen. Der Unterschied zwischen diesen beiden Sterngrößen, nach dem Vorgange von *Schwarzschild* die *Farbentönung* genannt, gibt so einen gewissen Maßstab für das Intensitätsverhältnis der beiden Spektralbezirke, die das Auge oder die Platte vermöge der besonderen Aufnahmefähigkeit vorzugsweise wiedergibt. Diese Beziehungen zur Temperatur haben kürzlich u. a. *Harkányi* in Budapest und *Hepperger* in Wien unter Benutzung der genannten Potsdamer spektralphotometrischen Untersuchungen entwickelt, indem sie die photographischen Größen des *Draperkatalogs* mit den visuellen Größen des Potsdamer Helligkeitskatalogs und der Harvard Photometry verbanden.

Aus den Potsdamer Untersuchungen ergaben sich für die Sterne der verschiedenen Spektralklassen die folgenden durchschnittlichen effektiven Temperaturen:

Spektralklasse	Temperatur
Ia 1	9600°
Ib	9500
Ia 2	8700
Ia 3 — IIa	8300
IIa	5400
IIa — IIIa	4000
IIIa	3200

Aus dem weiter unten folgenden Verzeichnis sind von einer Reihe der hellsten Sterne die absoluten effektiven Temperaturen T , in Einheiten von 1000 Grad ausgedrückt, zu entnehmen, wie sie nach Untersuchungen der verschiedenen genannten Forscher erhalten wurden. Die für einige Sterne gleichzeitig vorhandenen Bestimmungen zeigen im allgemeinen keine beträchtlichen Unterschiede. Für die unterhalb des Striches stehenden Sterne stellen die angegebenen effektiven Temperaturen nur erste Annäherungen dar, welche nach Maßgabe ihres Spektraltyps der obigen Tabelle entnommen sind.

III.

Nach Ermittlung der effektiven Temperaturen für die Fixsterne wird es nunmehr darauf ankommen, ihre Flächenhelligkeiten zu erhalten, deren Kenntnis nach (4) zugleich die Angabe ihrer Radien ermöglicht. Nach einem experimentell erkannten Gesetz ist die Helligkeit eines leuchtenden Körpers der Strahlungsintensität E_λ für eine bestimmte Wellenlänge λ_0 proportional, wo $\lambda_0 = 0,54 \mu$. Demnach wird aus (5):

$$\frac{H}{H_0} = \frac{E}{E_0} = \frac{e^{\frac{c}{0,54 \cdot T_0}} - 1}{e^{\frac{c}{0,54 \cdot T}} - 1}$$

Die absolute Temperatur T_0 der Sonne wurde zu 5300° gefunden. Berücksichtigt man dazu den Betrag der Absorption der Strahlung durch die Sonnenatmosphäre, so gelangt man zu $T_0 = 6,25$ ($\times 1000^\circ$). Durch Einführung von $c = 14\,600$ und Vernachlässigung eines unmerklichen Gliedes ergibt sich so nach *Harkányi*

$$\log \frac{H}{H_0} = +1,807 - \frac{11,295}{T} \quad (6)$$

Auch hier handelt es sich um gewöhnliche Logarithmen; und der erhaltene Wert ist mit der Sterngröße der Harvard Photometry zu verbinden.

Die mit Hilfe von (6) aus (4) erlangten Radien entsprechen offenbar den effektiven Temperaturen. Sie werden sich daher von den wirklichen Radien um so mehr unterscheiden, je weiter sich die Strahlung der Fixsterne von derjenigen des schwarzen Körpers entfernt.

Die effektiven Halbmesser sind demnach nur als Annäherungen aufzufassen. Die nach den verschiedenen Methoden erhaltenen Beträge sind in der folgenden Zusammenstellung unter r/r_0 aufgeführt. Die Resultate sind offenbar in hohem Grade von der angenommenen Größe der Parallaxe abhängig. Zur Homogenisierung des Materials war daher die einheitliche Reduktion der äquivalenten und effektiven Halbmesser auf die genauesten Parallaxenwerte notwendig; und soweit sich merkliche Unterschiede zeigten, wurde darum auf die von *Kapteyn* zusammengestellten Parallaxen reduziert. Für die zweite Reihe, die Sterne unterhalb des Striches, liegen keine beobachteten Flächenhelligkeiten vor; sie wurden aus den beigesetzten mittleren Temperaturen berechnet. Die schwachen

Sterne ohne Namen sind durch die sie enthaltenden Kataloge gekennzeichnet.

Stern	T	$\frac{r}{r_0}$	$\frac{r}{r_0}$
β Persei (Algol)	13,8	12	2
α Can. maj. (Sirius)	12,2	5	1
α Lyrae (Wega)	12,2	9	2
α Leonis (Regulus)	9,4	15	7
α Urs. min. (Polaris)	8,2	7	3
α Aquilae (Atair)	7,1	3	2
α Can. min. (Procyon)	6,8	2	1
ζ Herculi	5,5	2	2
μ Herculi	5,2	2	3
70 Ophiuchi	4,8	1	2
α Aurigae (Capella)	4,7	12	15
β Geminor. (Pollux)	4,4	9	20
α Tauri (Aldebaran)	3,5	8	28
α Bootis (Arktur)	3,5	11	56
α Orionis (Beteigeuze)	2,9	19	(220)
Lal. 25 224	9,0	0,3	0,1
O. Arg. N. 17 415	6,3	0,05	0,04
Bradl. 1548	5,4	0,2	0,3
61 Cygni	4,0	0,2	0,7
ϵ Indi	4,0	0,4	1,2
Gr. 1618	4,0	0,2	0,7
Lal. 21 185	3,2	0,1	0,5
Lal. 21 258	3,2	0,1	0,5
Fedor. 1457	3,2	0,1	1,0

In deutlicher Weise läßt sich der Einfluß der Flächenhelligkeit auf das Resultat aus den letzten beiden Kolumnen erkennen. Bei den Sternen mit hoher Temperatur, welche eine größere Flächenhelligkeit als die Sonne besitzen, wird der Radius durch ihre Berücksichtigung außerordentlich verkleinert; für Himmelskörper mit fortgeschrittener Abkühlung ist das Gegenteil der Fall. Trotzdem die Sterne der ersten Reihe größtenteils zu den hellsten gehören, sind sie doch nur wenig größer als die Sonne. Doch gibt es auch Objekte, die im Vergleich zu unserem Zentralgestirn als wahre Riesen Sonnen zu bezeichnen sind. Hierher gehören die aufgeführten Sterne vom II.—III. Spektraltyp, ferner, worauf *Hertzsprung* hinwies, einige weiße Sterne, wie Deneb im Schwan, dessen Parallaxe trotz der großen Helligkeit unmeßbar klein ist.

Interessante Beispiele für die untere Grenze der Fixsterndimensionen gibt die zweite Reihe, welche durchweg relativ sehr nahe Sterne von geringer scheinbarer Helligkeit umfaßt. Hier sind die Sterne zum größten Teil beträchtlich kleiner als die Sonne. Beachtet man, daß die äußeren Planeten unseres Sonnensystems etwa dieselbe Größe haben, wie die beiden ersten Sterne, welche selbst leuchtende Körper von sehr hoher Temperatur darstellen, so wird man das der Verschiedenheit ihres Alters zuschreiben müssen.

Es sei schließlich erwähnt, daß wir in einigen Fällen, bei Veränderlichen vom Algol- und β Lyrae-Typus, in der Lage sind, aus den Verfinsterungsdaten und der Bewegung im Visionsradius die

wahren Dimensionen dieser Doppelsterne abzuleiten. Für Algol im Perseus ergibt sich, in ungefährender Übereinstimmung mit dem Wert der obigen Tabellen, der Radius des Hauptsterns zu 1,3, derjenige des dunklen Begleiters zu 1,1 Sonnenhalbmessern. Für das System *Z Herculis* wurden die Radien 11 und 9 erhalten, für den Doppelstern β Lyrae 23 und 17. Im Gegensatz zu seiner ungeheuren Größe hat dieser Veränderliche nur $\frac{1}{1600}$ der Sonnendichte. Auch für die beiden ersten Systeme beträgt die Dichtigkeit nur $\frac{1}{10}$ derjenigen der Sonne, welcher ihrerseits etwa $\frac{1}{4}$ des spezifischen Gewichtes der Erde entspricht.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen erkennen, daß die *Sonne*, wie hinsichtlich der meisten charakteristischen Merkmale der Fixsterne, so auch nach ihrer Größe und Temperatur eine mittlere Stellung einnimmt. Diese Bezeichnung trifft sogar über ihren figürlichen Sinn hinaus auch auf die Lage der Sonne in unserem Fixsternsystem zu.

Über einen antiken Beitrag zur Atomtheorie.

Von Privatdozent Dr. R. Pohl, Berlin.

Zahlreiche physikalische Arbeiten der letzten Jahre haben die atomistische Auffassung der Materie experimentell sichergestellt. Es kann heute kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß jeder Körper aus einer großen Anzahl kleiner diskreter Teile aufgebaut ist, die für sich als Individuen existieren und einzeln als Atome oder im Atomverbande als Moleküle bezeichnet werden. Wir kennen heute etwa zehn verschiedene Methoden, die Zahl und Masse eines jeden Atoms mit einer Unsicherheit von wenigen Prozenten zu bestimmen gestatten, obwohl in einem Kubikzentimeter Luft von Atmosphärendruck und Zimmertemperatur rund zehn Trillionen Moleküle enthalten sind und der Durchmesser eines Moleküls sich zu dem eines Tennisballs verhält, wie der des Tennisballs zu dem der Erdkugel.

Einer der anschaulichsten Wege zum Nachweis der Moleküle und zur quantitativen Bestimmung ihrer Zahl bietet das Phänomen der Brownschen Molekularbewegung: Suspensionen feiner Partikelchen in Flüssigkeiten oder Gasen, etwa chinesischer Tusche in Wasser, oder Nebeltröpfchen, Tabaksqualm, Staub u. dgl. in Luft, zeigen unter dem Mikroskope eine ununterbrochene, gänzlich regellose, ungeordnete Zickzackbewegung, deren Lebhaftigkeit *cet. par.* allein durch die Temperatur der Flüssigkeit oder des Gases bestimmt ist. Aus der Existenz dieser ständigen Unruhe der Suspensionen schließen wir, daß die Flüssigkeit oder die Luft, in der sich die suspendierten Körperchen befinden, aus unsichtbaren, diskreten, lebhaft und ungeordnet bewegten Molekülen besteht, die durch regellosen Stoß die suspendierten Teilchen in Bewegung versetzen, und aus Größe und Geschwindigkeit der gestoßenen Teilchen lassen sich für Masse und Zahl der stoßenden Moleküle Zahlenwerte berechnen, die mit den sonst zuverlässigsten Werten

vorzüglich übereinstimmen. Der Schluß ist sehr einfach: auf einen Haufen wimmelnder Ameisen, die wir, kurzsichtig oder zu weit entfernt, nur als gleichmäßig schwarze Fläche sehen, werfen wir einige Flaumfedern und eine zwar langsame, aber regellose Verschiebung dieser „suspendierten“ Federn zeigt uns, daß die Unterlage aus regellos herumwimmelnden Individuen besteht.

Damit vergleiche man folgende Verse, in denen *Lucrez* vor rund 2000 Jahren seine Leser von der Existenz der Atome zu überzeugen suchte:

Contemplator enim, cum solis lumina cumque
inserti fundunt radii per opaca domorum:
multa minuta modis per inane videbis
corpora misceri radiorum lumine in ipso
et velut aeterno certamine proelia pugnās
edere turmatim certantia nec dare pausam,
conciliis et discidiis exercita crebris;
conicere ut possis ex hoc, primordia rerum
quale sit in magno iactari semper inani.
dumtaxat, rerum magnarum parva potest res
exemplare dare et vestigia notitiae.
hoc etiam magis haec animum te advertere par est
corpora quae in solis radiis turbare videntur,
quod tales turbae motus quoque materiali
significant clandestinos caecosque subesse.
multa videbis enim plagis ibi percita caecis
commutare viam retroque repulsa reverti,
nunc huc nunc illuc, in cunctas undique partis.
scilicet hic a principiis est omnibus error.
prima moventur enim per se primordia rerum,
inde ea quae parvo sunt corpora conciliatu
et quasi proxima sunt ad viris principiorum,
ictibus illorum caecis impulsa cientur,
ipsaque porporo paulo maiora lacessunt.
Sic a principiis ascendit motus et exit
paulatim nostros ad sensus, ut moveantur
illa quoque, in solis quae lumine cernere quimus
nec quibus id faciant plagis apparet aperte.
(de rerum natura, II, 114—141, Teubner 1909.)

Eine nicht metrische Übertragung lautet etwa folgendermaßen:

Beobachtet man ein Bündel von Sonnenstrahlen zwischen den Schatten der Häuser, so sieht man inmitten der Sonnenstrahlen zahllose winzige Teilchen im Raum durcheinanderwirbeln, in ewigem Kampf und ruhelosem Wettstreit, häufig miteinander zusammenstoßend und sich durch den Stoß wieder voneinander entfernend. Auf Grund dessen kann man die Vermutung aufstellen, daß die Atome¹⁾ im Raume in ständiger lebhafter Bewegung sind. So vermag eine unscheinbare Beobachtung ein sinnfälliges Beispiel einer hochwichtigen Erscheinung zu geben. Man möge sogar besonders beachten, daß die Teilchen, die man inmitten der Sonnenstrahlen herumwimmeln sieht, direkt beweisen, daß ebensolch regellose Bewegungen verborgen und unsichtbar der Materie zugrunde liegen. Denn man sieht die einzelnen Teilchen nach unsichtbaren Zusammenstößen ihre Richtung wech-

¹⁾ Primordia rerum und principia sind bei *Lucrez* übliche Übersetzungen des griechischen Atoms (vgl. loc. cit. I, 48, 130, 260 ff.).

sich und nach Zusammenstoßen umkehren, bald hierhin, bald dorthin, ohne Ruhe nach allen Seiten. Der Grund dieser Irrbewegung¹⁾ liegt in den Atomen. Zunächst bewegen sich die Atome aus eigenem Antrieb, dann werden infolge der unsichtbaren Stöße Körper in Bewegung gesetzt, die aus kleinen Anhäufungen gebildet sind und den Kräften der Atome nahestehen, und diese wiederum bringen ein wenig größere Körperchen in Gang. So wächst allmählich von unten an der Betrag der Bewegung, bis er unseren Sinnen wahrnehmbar wird, d. h. auch jene Teile in Bewegung geraten, die wir im Sonnenlichte sehen können und für die kein sichtbarer Antrieb ersichtlich ist. —

Man braucht nicht zu behaupten, daß *Lucrez* die Beugungsbilder kleiner Staubteilchen gesehen hat, die in wirklicher Brownscher Molekularbewegung herumirren, obwohl dies nach neueren Beobachtungen im hellen Sonnenlichte auch dem unbewaffneten Auge möglich ist; man kann gern zugeben, daß *Lucrez* hier nur die thermische Bewegung des Staubes durch kleine Konvektionsströmungen der Luft falsch interpretiert hat, die Art aber, wie er aus dem Gestoßenwerden sichtbarer Staubsuspensionen auf die Existenz kleiner, dem Auge unsichtbarer und ständig bewegter Atome schließt, gleicht unserer heutigen Beweisführung erstaunlich.

Im allgemeinen vermag unsere neuere experimentell-induktive Methode den wortreichen Deduktionen der antiken Literatur über physikalische Dinge kein Verständnis entgegenzubringen, weil ihnen fast stets die unmittelbare Anschauung auf Grund eigener Beobachtungen fehlt. Die hier mitgeteilten Ausführungen des *Lucrez* bilden entschieden eine Ausnahme, wie überhaupt das ganze Buch „de rerum natura“ eine Fülle des Interessanten enthält. Diese kommt allerdings kaum zum Ausdruck, solange man zu metrischen Übertragungen greift, die die Treue der Wiedergabe neben den sachlichen Schwierigkeiten der Übersetzung durch formale Rücksichten auf den Versbau beeinträchtigen.

Zum Schluß noch eine vorbeugende Bemerkung: Man soll nun ja nicht auf Grund dieser Zeilen die Brownsche Molekularbewegung oder einen wirklichen *experimentellen Beweis* für die Existenz der Atome dem Altertum zuschreiben. Physikalische Leser finden auch in dem Satz „ex nihilo nil fit“ nicht das Energieprinzip, und in dem Worte „πάντα ῥεῖ“ war ihnen die Entdeckung der flüssigen Kristalle nicht vorweggenommen.

Besprechungen.

Röntgentechnik.

Schwenter, J., Leitfaden der Momentaufnahmen im Röntgenverfahren. Leipzig, O. Nemnich, 1913. IV, 103 S., 47 Abbild. und 17 radiographische Tafeln. Preis geb. M. 14.—.

Dessauer, F., Die neuesten Fortschritte in der Röntgenphotographie (Phasenaufnahmen, Bewegungsaufnahmen, Kinematographie mit Röntgenstrahlen). Leipzig, O. Nemnich, 1912. 23 S. u. 16 Fig. Preis geh. M. 1.—.

men, Kinematographie mit Röntgenstrahlen). Leipzig, O. Nemnich, 1912. 23 S. u. 16 Fig. Preis geh. M. 1.—.

1. Die beiden vorliegenden Bücher behandeln die neuesten Erfolge der Röntgentechnik. Während das Dessauersche Buch nur die Methode der Einzelschlagaufnahme nach *Dessaurs* speziellem Verfahren bespricht, stellt sich das Buch von *Schwenter* die Aufgabe, alle bisher gemachten Versuche zur Ausführung von Moment-Röntgenaufnahmen zusammenzustellen. Die beiden Bücher geben uns Gelegenheit, ein wenig näher auf die in ihnen beschriebenen neuen Methoden der Röntgenaufnahmen einzugehen, um so mehr, als nach diesen neuen Methoden eine Röntgenkinematographie ermöglicht wird, deren Bilderserien auch in weiteren Kreisen reges Interesse finden werden. Hat es doch einen eigenen Reiz, z. B. das Herz während seiner Tätigkeit in kinemato-graphischer Darstellung beobachten zu können.

2. Die Entwicklung der Röntgentechnik ist bei weitem nicht eine derartig schnelle gewesen, wie wir sie auf anderen Gebieten der modernen Technik, z. B. in der drahtlosen Telegraphie, erlebt haben. Es hat sich hier alles relativ langsam entwickelt, und die Fortschritte, die gemacht wurden, betrafen meist nur Einzelapparate der Gesamtanordnung. So benutzt man auch heute noch fast allgemein den *Induktor* zur Erzeugung des hochgespannten, für die Röntgenröhre nötigen Stromes. Dagegen hat der zur Unterbrechung des Primärstromes nötige *Unterbrecher* eine früh einsetzende, lebhaftere Entwicklung hinter sich.

Für den Betrieb der Röntgenröhren ist ein Strom nötig, der nur in einer Richtung verlaufen darf. Man muß also die Primärspule des Induktors mit einem Strom von solcher Gestalt beschicken, daß in der Sekundärspule nur *gleichgerichtete* Stromstöße entstehen. Ein Betrieb mit sinusförmigem Wechselstrom scheidet überhaupt aus, da bei ihm sekundär auch ein Wechselstrom und damit die für unsere Zwecke ungünstigste Kurvenform entstehen würde. Verwendet man primär einen unterbrochenen Gleichstrom, so hängt die Kurvenform des Sekundärstromes sehr wesentlich von der Art, in der die Unterbrechung vor sich geht, ab. Ein Unterbrecher schließt und öffnet den Stromkreis. Da die in der Sekundärspule erzeugte elektromotorische Kraft proportional der Geschwindigkeit der primären Stromänderung ist und die Unterbrechung des primären Stromes plötzlicher zu sein pflegt als die Schließung, so verwendet man diese *Öffnungsinduktion* zum Betriebe der Röntgenröhre. Da aber auch beim Schließen des primären Stromes eine sekundäre Induktion entsteht, so erhält man tatsächlich sekundär nicht nur Stromstöße einer Richtung, sondern neben der erwünschten Öffnungsinduktion auch diese schädliche *Schließungsinduktion*. Sie möglichst gering zu halten, ist das Hauptbestreben vieler technischer Neuerungen gewesen.

Nach Einführung des *Wehneltunterbrechers* in die Röntgentechnik hatte sich diese Schließungsinduktion besonders unangenehm bemerkbar gemacht. Man suchte sich hier dadurch zu helfen, daß man vor die Röntgenröhre eine *Drosselröhre* (Ventilröhre) schaltete, die den Stromstößen falscher Richtung den Weg sperrt; die meisten der heute im Betrieb befindlichen Röntgeneinrichtungen sind nach diesem Prinzip gebaut.

In den letzten Jahren hat eine neue Type des *Quecksilberstrahlunterbrechers* dem *Wehneltunterbrecher* mit Erfolg Konkurrenz gemacht. Die alten Unterbrecher dieser Art brauchten eine große Menge Quecksilber, das schnell verschlammte und damit den Betrieb unmöglich machte. In ihnen wurde durch eine Turbine ein Quecksilberstrahl gegen eine mit Kontaktstücken versehene

¹⁾ Man kommt in Versuchung, error mit „ungeordneter Bewegung“ zu übersetzen.

Scheibe geschleudert. Traf der Quecksilberstrahl ein Kontaktstück, so erfolgte der Stromschluß. In den neuen Quecksilberunterbrechern bildet sich in einem rotierenden Gefäß von etwa Kugelgestalt infolge der Zentrifugalkraft ein Quecksilberring, in den eine exzentrisch gelagerte, umlaufende Scheibe mit Kontaktstücken eintaucht. Man braucht bei ihnen eine viel geringere Quecksilbermenge und hat durch Verschiebung der Kontaktscheibe es leicht in der Hand, die Kontaktdauer beliebig zu ändern. Auch hier tritt natürlich eine Schließungsinduktion auf, die man aber durch richtige Wahl der primären Selbstinduktion und des primären Widerstandes leichter klein halten kann, als beim *Wehneltunterbrecher*. Eventuell verwendet man auch hier eine Ventiltröhre.

3. Das Streben, die Schließungsinduktion, die die Röhren durch *Zerstäuben der Antikathode* schnell unbrauchbar macht, überhaupt zu beseitigen, hat zur Konstruktion eines anderen Apparates geführt, der vollkommen von dem Prinzip des Induktorbetriebes abweicht. Diese neue Betriebsform wurde wohl zuerst von *Snookes* in die Praxis eingeführt. Bei ihr wird der gewöhnliche Zentralenwechselstrom und zur Erzeugung der Hochspannung ein Transformator benutzt. Der so erzeugte hochgespannte Wechselstrom wird dann durch eine Kontaktvorrichtung in pulsierenden Gleichstrom umgewandelt, der der Röntgenröhre zugeführt wird. Da dieser Sekundärstrom sehr hohe Spannung hat, so ist die Konstruktion eines derartigen Kommutators technisch mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden. Im Prinzip ist die Anordnung ziemlich einfach. Es ist ein Umschalter, der mittels Synchronmotors betrieben wird und im Takte des Wechselstromes die Stromumkehr durch rotierende, hochisolierte Kontaktstücke bewerkstelligt.

Man hat es demnach bei diesen *Hochspannungsgleichrichtern* nur mit einer Stromrichtung zu tun. Von einer Schließungsinduktion kann hier keine Rede mehr sein; durch die Röhre fließt tatsächlich nur Strom einer Richtung. Damit schien ein Idealapparat erreicht. (Tatsächlich bezeichnet eine Firma den von ihr nach dieser Methode gebauten Apparat mit dieser Bezeichnung.) Aber auch hier tritt eine unangenehme Begleiterscheinung auf, so daß auch diese Ausführungsform ihre Nachteile hat. Es zeigt sich nämlich, daß bei dieser Betriebsart die Erhitzung der Antikathode eine sehr große ist.

4. Was die Frage nach der *Erhitzung der Antikathode* im allgemeinen betrifft, so hat sich gezeigt, daß bei der Umwandlung des Kathodenstrahls in Röntgenstrahlen auf der Antikathode der Röntgenröhre um so mehr Wärme erzeugt wird, d. h. daß *von der Kathodenstrahlenenergie um so mehr in schädliche Wärmeenergie und um so weniger in nutzbare Röntgenstrahlenenergie umgewandelt* wird, je mehr sich der durch die Röntgenröhre fließende Strom dem Gleichstromcharakter nähert. Daher hat sich auch der reine Gleichstrombetrieb, bei dem eine Starkstrominfluenzmaschine als Stromquelle dient, in der Röntgentechnik überhaupt nicht einführen können. Um möglichst wenig Wärme und möglichst viel Röntgenstrahlen in der Röntgenröhre entstehen zu lassen, ist es zweckmäßig, dem Strom durch die Röhre eine derartige Gestalt zu geben, daß ganz kurze, sehr intensive Stöße erfolgen, zwischen denen eine relativ lange Pause liegt.

Von diesem Gesichtspunkt aus steht der Hochspannungsgleichrichter mit seinem pulsierenden Gleichstrom dem reinen Gleichstrombetrieb am nächsten und ist damit für die Erwärmung der Antikathode relativ ungünstig. Besser ist in dieser Hinsicht der Induktorbetrieb mit Unterbrecher. Von einer neuen Betriebsform hat *Boas* Einzelheiten mitgeteilt, die zeigen, daß es ihm geglückt ist, eine Dynamomaschine zu bauen, die einen Wechsel-

strom von einer derartigen Kurvenform liefert, daß in einem mit diesem Strom betriebenen Transformator in der Sekundärwicklung einzelne aufeinanderfolgende Stromstöße *einer* Richtung entstehen. Die unten beschriebenen, modernen Einzelschlagaufnahmen stellen unter diesem Gesichtspunkt einen weiteren Schritt vorwärts dar.

5. Während alle die bisher erwähnten Betriebsformen zunächst für die gewöhnlichen *Zeitaufnahmen* bestimmt waren und benutzt wurden, hat in der jüngsten Entwicklung ein neuer Gedanke wichtige Fortschritte in technischer Beziehung gezeitigt. Die Durchschnittszeitaufnahme verlangte bisher eine Expositionsdauer von etwa einer halben Minute. Es zeigte sich, daß dabei alle Aufnahmen von Organen, die im Innern des menschlichen Körpers in Bewegung sind, unscharf wurden. So waren bei diesen Zeitaufnahmen z. B. die Ränder des Herzens vollkommen verwaschen. Um hier scharfe Bilder zu erhalten, war eine *Momentröntgenphotographie* nötig. Die im Schwenterschen Buch gegebene Zusammenstellung der hier ausgeführten Methoden gibt einen Überblick über die bisher gemachten Versuche.

Um dies Ziel zu erreichen, war es vor allem nötig, der Röntgenröhre *in der Zeiteinheit eine bedeutend größere Energie* zuzuführen, als sie bisher zugeführt erhalten hatte. Dies ließ sich bei dem alten Induktorbetrieb nur schwierig ermöglichen. Von einigen Firmen ist es auch hier durchgeführt, indem man zur Verstärkung des Primärstromes mehrere *Wehneltunterbrecher* parallel schaltete oder den Stift des *Wehneltunterbrechers* sehr dick machte. Besser ließ sich die Energie steigern bei den Hochspannungsgleichrichtern, da hier einfach durch Umschaltung der Primärspule oder Ausschaltung von Widerstand primär eine stärkere Belastung sekundär zu erreichen war. Man kam in allen diesen Fällen zu einer Röntgenstrahlenenergie, die Momentaufnahmen möglich werden ließ.

6. Die Hauptfrage war die, wie der eigentliche *Mechanismus der Momentaufnahme*, d. h. die Einrichtung, mittels der der photographischen Platte die Röntgenstrahlenenergie nur für eine ganz kurze Zeit zugeführt wurde, technisch zu gestalten war.

Die Technik der gewöhnlichen Photographie zeigt hier zwei verschiedene Wege: Entweder kann man einen *Momentverschluß* anwenden oder eine dem *Blitzlichtverfahren* analoge Methode.

7. Beide Wege werden in der Röntgentechnik begangen. Während aber in der gewöhnlichen photographischen Technik das Blitzlichtverfahren nur geringe und das *Momentverschlußverfahren* die größte Bedeutung erlangt hat, ist es hier gerade umgekehrt. An sich ist der Momentverschluß ja das technisch einfachste Mittel, um zum Ziel zu kommen. Handelt es sich aber darum, einen Röntgenstrahl abzubilden, so treten große Schwierigkeiten auf. Bei der großen Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen durch fast alle Stoffe wäre nur ein aus dicken Bleiplatten gefertigter Momentverschluß zu gebrauchen. *Rosenthal* hat nach dieser Methode gearbeitet. Er ließ vor der Röntgenröhre eine dicke Bleischeibe rotieren, die einen Ausschnitt hatte. Es gelang ihm nach dieser Methode bei geeigneten Versuchsbedingungen Momentaufnahmen in $\frac{1}{3600}$ Sekunde zu machen.

8. Die dem *Blitzlichtverfahren* entsprechende Methode hat eine größere Bedeutung erlangt. Es war dabei nötig, eine Anordnung zu finden, die die Röntgenröhre nur eine überaus kurze Zeit mit größter Energie aufleuchten ließ. Hier haben zwei Wege zum Ziel geführt.

Bei der ersten Gruppe von Ausführungen werden die alten Betriebsformen, speziell die Hochspannungsgleich-

richter benutzt. Es ist nur nötig, die primäre Energiezufuhr stark zu vergrößern und den Primärstrom nur so lange zu schließen, wie die Aufnahme dauern soll. Dies letztere geschieht mit Hilfe eines *Stromschlüssels*, der mittels eines *Uhrwerkes* den Strom nur eine bestimmte Zeit geschlossen hält. Es ist möglich, die Stromschlußdauer in den Grenzen von $\frac{1}{2}$ sec bis $\frac{1}{80}$ sec zu regulieren. Man hat mit diesen Anordnungen, die von vielen Firmen gebaut werden, recht gute Resultate erhalten.

Während bei dieser Gruppe von Anordnungen bei jeder Momentaufnahme eine Anzahl von Stromstößen durch die Röhre geht, benutzt das zweite Verfahren, das wieder auf den Induktor zurückgreift, nur einen einzigen *Stromstoß*. Um damit sekundär eine genügende Strommenge zu bekommen, ist es nötig, die primäre Stromstärke recht groß und die Unterbrechung so schnell wie möglich werden zu lassen. Die Firma *Reiniger, Gebbert & Schall* benutzt dazu einen Induktor mit sehr großem Eisenkern und zieht im Moment der Aufnahme einen Kupferstift aus Quecksilber heraus und unterbricht so den Primärstrom.

9. Besonderes Interesse hat das Verfahren der Veifawerke gefunden, das von *Dessauer* in einer Anzahl größerer Städte in letzter Zeit durch Vorträge bekannt gemacht wurde. *Dessauer* benutzt ebenfalls einen Induktor mit sehr großem Eisenkern, um dadurch bei einer einmaligen Unterbrechung einen Induktionsstoß von genügender Stärke zu erzielen. Der Primärstrom beträgt im Moment der Stromunterbrechung 250–300 Amp., die man einer gewöhnlichen Leitungsanlage bequem entziehen kann, weil der ganze Vorgang sich überaus schnell abspielt. Die Haupteigenart der Dessauerschen Anordnung liegt in der Art der Stromunterbrechung. Sie wird dadurch erreicht, daß in den Primärstromkreis ein in einem Glasröhrchen untergebrachter dünner *Metalldraht* eingeschaltet wird, der nach dem Einschalten des Stromes *explosionsartig durchschmilzt* und infolge dieser Explosionswirkung den Strom sehr schnell unterbricht. Man wählt den Strom verschieden stark, je nachdem ein verschieden starker sekundärer Effekt erreicht werden soll. Die Dessauersche Anordnung ist eine recht glückliche Lösung des Problems; sie ermöglicht Momentaufnahmen von etwa $\frac{1}{400}$ sec.

10. Bei allen diesen Momentaufnahmen tritt ein Umstand hinzu, den man als Nachteil gegenüber den alten Zeitaufnahmen ansprechen muß. Trotz der momentan zur Verfügung stehenden großen Energiemenge ist sie doch allein nicht imstande, die photographische Platte genügend zu schwärzen. Man hilft sich mit einem sogenannten *Verstärkungsschirm*. Dieser besteht aus einer Platte mit einer Schicht aus wolframsaurem Kalk, der in eine inaktive Masse eingelagert ist. Der Schirm wird auf die Schichtseite der photographischen Platte gelegt und bei den Röntgenmomentaufnahmen mitbelichtet. Durch die Röntgenstrahlung wird er an den von ihr getroffenen Stellen zu starkem Fluoreszieren erregt und verstärkt so durch sein Leuchten die Wirkung auf die Platte um ein bedeutendes. Da das Korn dieses Schirmes eine bestimmte Größe hat, so sind die nach dieser Methode erhaltenen Bilder nicht so scharf, wie die Zeitröntgenaufnahmen ruhender Objekte. Da es ferner nötig ist, daß Schichtseite der photographischen Platte und Schichtseite des Verstärkungsschirmes überall gut aufeinander festliegen, so ist bei derartigen Aufnahmen doppelt sorgfältiges Arbeiten nötig.

11. Hat man einmal eine Methode gefunden, um Momentaufnahmen von derartig kurzer Dauer machen zu können, so ist zur *Kinematographie* nur noch ein Schritt. Auch der ist bereits getan; von *Dessauer, Groedel* u. a.

Bei allen diesen Anordnungen bestand die Hauptschwierigkeit darin, die nicht zu belichtenden Platten vor dem alles durchdringenden Einfluß der bei der Belichtung einer Platte einsetzenden Strahlung zu schützen. Die Platten sind daher in schweren *Bleikassetten* untergebracht. Diese schweren Kassetten schnell zu bewegen, sie an die Stelle der Belichtung zu führen und kurz nach der Aufnahme von dort schnell wegzuschaffen, bereitet technisch nicht geringe Schwierigkeiten. Bei der Dessauerschen Anordnung fallen die Kassetten in einer Art Kreisbewegung, wobei die eine Kassettenseite die Drehachse bildet, in die Belichtungs-lage, lösen beim Aufschlagen in diese den Röntgenstrahl aus und gleiten dann schnell in eine Aufbewahrungskammer. Es ist mit dieser Anordnung möglich, in einer Sekunde 6 Aufnahmen zu machen. Es sind so recht schöne Aufnahmen vom Herzen während eines Herzschlags gelungen sowie von Kehlkopfbewegungen während eines Schluckaktes und anderes.

12. Von den beiden vorliegenden Büchern berichtet das Dessauersche über die erwähnte, von den Veifawerken vertriebene Anordnung. Sein Inhalt deckt sich mit dem Inhalt eines Vortrages, der vom Verfasser am 29. April 1912 im großen Hörsaal des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. gehalten wurde. Das Heftchen ist klar geschrieben und wird wegen des interessanten Inhalts weitgehendes Interesse finden.

Das Schwentersche Buch stellt, wie gesagt, alle Versuche, die mit Röntgenmomentaufnahmen gemacht wurden, zusammen. Es bietet einen recht interessanten Überblick. Allerdings müssen wir betonen, daß das Buch von einem Arzt für das Ärztpublikum geschrieben ist und damit für das Bedürfnis des Technikers und Physikers nicht tief genug dringt.

Bei einem mit 47, zum Teil seitenfüllenden, Abbildungen durchsetzten Text von 103 Seiten und den 17 überaus prächtig ausgeführten Tafeln mit sehr guten Reproduktionen von Röntgenaufnahmen gehört das Buch mit seinem Preise von 14 M. in die Reihe der Luxusausgaben. Ob diese sich in der technischen Literatur einen dauernden Platz erringen werden, scheint mehr als zweifelhaft.

P. Ludewig, Freiberg i. S.

Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Herausgegeben von G. Eichhorn. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1912. 6 Hefte. Preis M. 20,—.

Von diesem Jahrbuch liegt mit dem Jahre 1912 jetzt der sechste Band vor. Das unter der Mitarbeit der bekanntesten Namen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie erscheinende Werk hat sich mehr und mehr vervollkommen. Es ist für jeden, der sich für den Gegenstand, sei es nach der wissenschaftlichen, sei es nach der praktischen Seite hin interessiert, eine sehr nützliche, für den auf dem Gebiete selber Arbeitenden eine fast unentbehrliche Hilfe. Der Referent ist kein Freund der an Zahl fortwährend wachsenden Zeitschriften, welche sich auf enge Wissens- und Forschungsgebiete beschränken, aber er muß bekennen, daß dieses Jahrbuch für ihn eine Ausnahme macht. Die Arbeiten, welche sonst in den verschiedensten englischen, amerikanischen, französischen, deutschen usw. Journalen zerstreut publiziert wurden, finden sich allmählich mehr und mehr in diesem Zentralorgan zusammen, entweder als Originalabhandlungen oder als Übersetzungen oder wenigstens als Referate. So bietet es eine ganz außerordentlich bequeme Unterstützung für den Forscher. Diesem ist es bekannt, für ihn bedarf es keiner Empfehlung mehr. Aber auch für den großen Kreis der

jenigen, welche dem Gegenstande nicht so nahe stehen, gibt es interessantes und wichtiges Material in Menge. In der Patentschau bietet es einen knappen Überblick über alle Neuerungen auf dem Patentwesen; es enthält Berichte über neue Anlagen und über die Entfernungen, welche überbrückt worden sind; über auffallende Beobachtungen dabei, über die Unterschiede zwischen Tag- und Nachtreichweiten, den Einfluß der Witterung usw. Solche Abhandlungen und Referate befinden sich in allen Jahrgängen. Aus dem Jahrgang 1912 speziell mögen nur einige Aufsätze hier angeführt werden: ein ausführlicher Bericht über die letzte internationale radiotelegraphische Konferenz in London und die internationalen Abmachungen, welche aus dieser Konferenz hervorgegangen sind; über die Zeitsignale (Anfang, Zeichen usw.), welche von Norddeich und dem Eiffelturm in Paris täglich versendet werden; über den Einfluß der Sonnenfinsternis auf die Reichweite. Von mehr technischen Untersuchungen seien erwähnt: Erdantennen, Versuche und Diskussion über ihre Wirkung; gerichtete Telegraphie; Hochfrequenzmaschine von *Arco*, Telefunkenkompaß; von den zahlreichen wissenschaftlichen Originalmitteilungen sehen wir ab, da das Jahrbuch, wie schon erwähnt, dem Wissenschaftler hinreichend bekannt ist. Was wir hier nur wollen, ist eine warme und wohlverdiente Empfehlung an die weiteren Kreise.

F. Braun, Straßburg i. E.

Rutherford, E., Radioactive Substances and their Radiations. Cambridge University Press, London, 1913. 14×22 cm. VIII, 699 S. Preis geb. 15 sh

Das vorliegende Buch des berühmten englischen Forschers könnte als die dritte Auflage seines grundlegenden Werkes „*Radioactivity*“ angesehen werden. Die seit dem Erscheinen der letzten Auflage im Jahre 1905 auf dem Gebiete der Radioaktivität erzielten Fortschritte änderten aber so wesentlich das Gesamtbild, daß es sich beinahe um ein vollkommen neues Werk handelt. Man findet hier auf einem verhältnismäßig engen Raum in meisterhafter Darstellung alle wesentlichen Kenntnisse vereinigt, die bis zur Mitte des Jahres 1912 über das physikalische und chemische Verhalten der radioaktiven Stoffe, über die Umwandlungen, die sie erleiden, und die Natur der Strahlen, die sie emittieren, errungen wurden.

Das Werk beginnt mit der allgemeinen Charakterisierung der radioaktiven Elemente und einem kurzen Überblick über die Geschichte ihrer Entdeckung. Es folgt eine Besprechung der Erscheinungen der Elektrizitätsleitung in Gasen und der auf diesen beruhenden Hauptuntersuchungsmethoden radioaktiver Substanzen. Die nächsten vier Kapitel sind der Besprechung der α -, β - und γ -Strahlen gewidmet: es werden ausführlich ihre Natur, die Erscheinungen bei ihrem Durchgang durch Materie und ihre physikalischen und chemischen Wirkungen diskutiert. Nach einem einleitenden Kapitel über die spontane Bildung und Zerfall der radioaktiven Stoffe, wobei die klassischen Beispiele des Ux und Thx näher erläutert werden, folgt dann die ausführliche Besprechung der dreißig bekannten radioaktiven Elemente und ihrer genetischen Beziehungen. Den Emanationen und den sogenannten aktiven Niederschlägen sind spezielle Kapitel gewidmet worden. Sie spielten ja eine große Rolle in der Erforschung der Umwandlungen sowohl wegen ihrer Kurzlebigkeit als auch wegen der leichten Abtrennbarkeit von den langlebigen Muttersubstanzen, die durch die gasförmige Natur der Emanationen ermöglicht wird. Dann werden die drei radioaktiven Umwandlungsreihen, die vom Uran, Aktinium und Thorium ihren Ursprung nehmen, verfolgt. Ein besonderes Kapitel ist der Heliumbildung und der

Wärmeproduktion bei radioaktiven Umwandlungen gewidmet. Es folgt dann die Diskussion von Fragen allgemeinerer Natur, wie die scheinbare Radioaktivität der gewöhnlichen Materie, die Struktur der Atome usw. Die Besprechung der Radioaktivität der Erde und Atmosphäre bildet das letzte Kapitel des Buches. Im Anhang sind die quantitativen Bestimmungsmethoden radioaktiver Substanzen behandelt; die Arbeit von *Wilson* über die Sichtbarmachung des Durchganges ionisierender Teilchen durch Gase und die neue Zählungsmethode der α -Strahlen von *Rutherford* und *Geiger* finden auch noch Berücksichtigung.

Mehrere Tabellen und ein ausführliches Register machen das in jeder Beziehung ausgezeichnete Werk auch zu einem sehr bequemen Nachschlagebuch.

Die Gelegenheit des Erscheinens eines Buches des bedeutendsten Kenners der Radioaktivität, dessen theoretische wie experimentelle Forschungen fast für alle Gebiete der neuen Wissenschaft bahnbrechend gewesen sind, würde sehr zu einem Überblick über den heutigen Stand dieses Gebietes einladen. Da aber in dieser Zeitschrift vor kurzem viele hierher gehörige Fragen schon diskutiert wurden¹⁾, sei hier nur auf einige Punkte näher eingegangen. Es ist etwa zehn Jahre her, seitdem *Rutherford* den fundamentalen Gedanken ausgesprochen hat, daß die Erscheinungen der Radioaktivität Umwandlungen der Elemente zur Grundlage haben. Dieser Gedanke hat nicht nur als heuristisches Prinzip eine glänzende Rolle in der späteren Entwicklung gespielt, sondern man darf jetzt auch seine vollkommene Richtigkeit als erwiesen betrachten. Es kann heute keinem Zweifel unterliegen, daß die vielen neuen Elemente, deren Existenz *Rutherford* und dann nach seinem Vorgange auch andere oft nur aus dem Verlauf der zeitlichen Änderung der Aktivität gefolgert haben, wirklich als solche anzusehen sind, und daß diese Aktivität wie ihre Änderungen den Umwandlungen dieser Elemente zuzuschreiben seien. Es hat somit das Studium der radioaktiven Erscheinung nicht nur ca. 30 neue Elemente zum Vorschein gebracht, sondern auch 30 Fälle von Umwandlungen der früher als unveränderlich geltenden Bausteine der Materie zu studieren erlaubt. Es wurde frühzeitig erkannt, daß die hier zwischen den Elementen herrschenden genetischen Beziehungen sich durch drei Reihen darstellen lassen, die Uran-Radium-, die Thorium- und die Aktiniumreihe, in denen jedes Glied das vorhergehende zur Muttersubstanz hat und bei seiner Umwandlung das nachfolgende liefert. Die Aktiniumreihe steht dabei höchstwahrscheinlich in genetischem Zusammenhang mit der Uran-Radium-Reihe. Allerdings kann man hier nicht annehmen, daß eine dieser Reihen die Fortsetzung der anderen sei, sondern man ist, wie *Rutherford* hervorgehoben hat, zu der Vermutung gezwungen, daß eines der Elemente der Uran-Radium-Reihe zwei verschiedenen Umwandlungen zu unterliegen vermag, deren eine das Aktinium liefert. Es ist aber bis jetzt noch nicht gelungen, diese Vermutung im Falle des Aktiniums experimentell zu prüfen und die Frage, welches Element der Uran-Radium-Reihe dieser doppelten Umwandlung unterliegt, ist immer noch offen. Indessen konnte vor kurzem durch Untersuchungen, die hauptsächlich im Rutherford'schen Institut ausgeführt wurden, auch direkt nachgewiesen werden, daß es solche Fälle, wo ein Element zwei verschiedenen Umwandlungen unterliegt, in der Tat gibt. Die radioaktiven Reihen erfahren also bei diesen Elementen eine Verzweigung. Was endlich die Frage anbelangt, ob auch die Thoriumreihe mit den anderen genetisch zusammenhängt, so gibt es dafür keine sicheren Anzeichen, eine

¹⁾ Siehe Seite 129 und 198.

solche Annahme würde aber imstande sein, die Tatsache, daß Thorium und Uran einander immer in den Mineralien begleiten, zu erklären.

Es sind bis jetzt mit Sicherheit nur zwei Arten von Umwandlungen gefunden worden, die man als α - oder β -Strahlenumwandlungen bezeichnet; die ersteren sind mit Ausschleudern von α -Teilchen (positiv geladenen Heliumatomen) verbunden, oder besser gesagt, sie bestehen in der Spaltung des sich umwandelnden Atoms in ein Heliumatom und ein Atom des nächsten Elementes der Umwandlungsreihe, die beide mit großen, entgegengesetzt gerichteten Geschwindigkeiten fortgeschleudert werden. Die andere Art von Umwandlungen ist nur durch Verlust eines β -Teilchens (negativen Elektronen) nach außen charakterisiert; es findet also hier keine merkliche Atomgewichtsänderung statt. Daß aber auch hier eine Umwandlung eines Elementes in ein anderes vor sich geht, läßt sich aus der dabei immer stattfindenden Änderung des chemischen Charakters mit Sicherheit schließen. Man kennt zwei Umwandlungen, bei welchen keine Strahlen nachgewiesen werden konnten. Aus Analogie mit mehreren anderen, früher auch als strahlenlos angesehenen Umwandlungen hält aber *Rutherford* hier die Existenz von noch nicht nachgewiesenen weichen β -Strahlen für wahrscheinlich. Auch die Zahl der Umwandlungen, wo sowohl α - als β -Strahlen hervortreten scheinen, wird immer kleiner, indem es sich in einigen solchen Fällen herausgestellt hat, daß man es in Wirklichkeit mit mehreren Umwandlungen zu tun hat. Ob für die heute noch bekannten drei derartigen Fälle dasselbe gilt, wird sich wohl bald entscheiden.

Bei den α -Strahlenumwandlungen kann es als endgültig bewiesen gelten, daß hier immer bei dem Zerfall eines radioaktiven Atoms nur ein Heliumatom abgespalten wird. Es haben auch alle α -Teilchen, die aus den verschiedenen Atomen eines Elementes ausgeschleudert werden, genau die gleiche Geschwindigkeit. Man glaubte einige Zeit, daß dasselbe auch für β -Strahlenumwandlungen gilt, die neuesten Untersuchungen zeigten aber, daß ein radioaktives Element β -Teilchen von verschiedener Geschwindigkeit zu emittieren vermag, und daß z. B. RaB und RaC zusammen β -Teilchen von mindestens 23 verschiedenen, scharf definierten Geschwindigkeiten liefern. Die einfachste Deutung dieser Tatsache würde in der Annahme bestehen, daß jedes Atom bei seiner Umwandlung mehrere β -Teilchen auszuschleudern vermag. Indessen zeigen die Versuche, daß im Falle des RaB und RaC nur ca. je ein Elektron pro ein sich umwandelndes Atom emittiert wird; es muß also gefolgert werden, daß die einzelnen Atome desselben Elementes verschieden schnelle β -Teilchen emittieren können; also auch verschiedene Energiebeträge in Form der kinetischen Energie der β -Teilchen abgeben. *Rutherford* hat kürzlich eine sehr interessante Theorie dieser Erscheinungen entwickelt; er macht dabei die Annahme, daß zwar die Gesamtenergie der Umwandlung für alle Atome desselben Elementes gleich ist, daß aber nur ein Teil dieser Energie den β -Strahlen zukommt, während ein anderer in Form der diese gewöhnlich begleitenden γ -Strahlen zutage tritt; bei der Umwandlung der verschiedenen Atome ist also nach dieser Annahme die Verteilung der Energie zwischen diesen zwei Strahlenarten eine verschiedene.

Die sich hieran knüpfende Frage nach der Beziehung der β - zu den γ -Strahlen gehört wohl zu den wichtigsten, die der physikalische Teil der Radioaktivität noch zu lösen hat.

Von größtem Interesse ist die Frage nach den Beziehungen der radioaktiven Elemente zu den gewöhnlichen. In chemischer Hinsicht läßt sich irgendein

Unterschied nicht finden. Außer der nachweisbaren Umwandlungsfähigkeit ist das höhere Atomgewicht der Radioelemente die einzige Eigenschaft, die ihnen eine Sonderstellung verschafft. In letzterer Beziehung scheinen indessen die leichten und doch radioaktiven Elemente Kalium und Rubidium Ausnahmen zu bilden: eine Umwandlung ist bei ihnen zwar noch nicht nachgewiesen worden, sie emittieren aber Strahlen, welche den Strahlen der radioaktiven Elemente an die Seite zu stellen sind. Gibt es nun Anhaltspunkte dafür, daß alle Elemente radioaktiv sind? Bei der Diskussion dieser Frage kommt *Rutherford* zu dem Resultat, daß zwar bei allen Körpern eine sehr schwache Aktivität nachweisbar ist, es läßt sich aber wegen der großen Verbreitung der bekannten Radioelemente die Möglichkeit nicht ausschließen, daß diese Aktivität ihrer Gegenwart zuzuschreiben ist. Kommt aber diese schwache Aktivität doch der Umwandlung der gewöhnlichen Elemente selbst zu, so deutet ihre Schwäche auf Umwandlungsgeschwindigkeiten, die noch um ein paar Zehnerpotenzen kleiner sind, als die des Thors oder Urans. Wenn man bedenkt, daß die mittlere Lebensdauer der Radioelemente von 10^{10} Jahren bis 10^{-10} Sekunden variiert, so enthält natürlich ein solches Resultat nichts Unwahrscheinliches in sich.

K. Fajans, Karlsruhe i. B.

Cassuto, Leonardo, Der kolloide Zustand der Materie.

Autorisierte deutsche Übersetzung von Johann Matula. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1913. VIII, 252 S. u. 18 Abbild. im Text. Preis geh. M. 7,50, geb. M. 8,50.

Veranlassung zur Bearbeitung des vorliegenden Buches bot dem Verfasser, wie er im Vorwort schreibt, die Überlegung, daß das Studium der Kolloide dem Anfänger heute erhebliche Schwierigkeiten biete und daher die Veröffentlichung eines Buches wünschenswert sei, welches „ein fruchtbringendes und nicht zu beschwerliches Studium der Originalabhandlungen sowie der Hauptwerke über die Kolloide“ gestatten solle. Ob zur Lektüre der Lehrbücher der Kolloidchemie, von denen *Cassuto* *Freundlich's* „Kapillarchemie“ unbekannt geblieben zu sein scheint — die ausgezeichnete „Kolloidchemie“ von *Zsigmondy* ist erst nach Abfassung des *Cassutoschen* Buches erschienen — eine besondere Einführung von 252 Seiten erforderlich ist, mag dahin gestellt bleiben, jedenfalls bietet das Studium der kolloidchemischen Originalliteratur — daran ist kaum zu zweifeln — dem Anfänger einige Schwierigkeiten. Diese Schwierigkeiten liegen vor allen Dingen darin, daß manche Autoren meinen, Beobachtungen, die sie an einem Kolloid gemacht haben, müßten auch für andere Kolloide gelten. „Nicht leicht ist man“, sagt *Zsigmondy* im Vorwort zu seinem Lehrbuch, „so sehr der Gefahr ausgesetzt, durch Verallgemeinerung den Tatsachen Gewalt anzutun, ja unbewußt die Unwahrheit zu verkünden, als auf dem Gebiete der Kolloidchemie, die eine große Anzahl von Systemen zu behandeln hat, deren individuelle Eigenart nicht immer genügend berücksichtigt wird, vielleicht auch nicht genügend bekannt ist.“ Auch *Cassuto* hat an diesen Umstand gedacht, denn im Vorwort spricht er von der Annahme, „daß nicht wenige der beobachteten Erscheinungen einer einzigen Substanz und oft nur unter gegebenen Verhältnissen eigen sind“, und er fügt auch hinzu: „Häufig aber — wenn aus einer Gruppe von Erscheinungen eine allgemeine Regel oder ein scharfer Begriff hervorzugehen scheint — versetzen zahlreiche Ausnahmen, für die es anscheinend unmöglich ist, eine zufriedenstellende Erklärung zu geben, den Forscher in die größte Ungewißheit und Verwirrung.“

Zsigmondy wurde der Schwierigkeiten Herr, indem er das Hauptgewicht seines Buches auf die Besprechung der einzelnen kolloidchemischen Systeme legte. *Cassuto* aber hat sich im Gegensatz dazu bemüht, „die den Kolloiden eigenen allgemeinen Erscheinungen, unter vorwärtlicher Nichtbeachtung aller jener von zu speziellem Charakter, darzulegen“.

Nach Ansicht des Referenten ist *Cassuto* dieser Versuch nicht geglückt, vielleicht weil der Verfasser als Physiker zu wenig Erfahrung in der praktischen Bearbeitung einzelner individueller kolloidchemischer Systeme hat. Viele Darlegungen des Verfassers lesen sich gut und glatt, versucht der Leser aber, sie auf ein ihm zufällig näher bekanntes System anzuwenden, so bemerkt er rasch die Unstimmigkeiten. Für den Anfänger, der sich in das Gebiet kolloidchemischer Forschung hinarbeiten will, ist, bei dem derzeitigen, auch von *Cassuto* zugegebenen Fehlen einer einheitlichen Theorie, die Kenntnis der einzelnen experimentellen Tatsachen das Wesentliche, und darum ist ihm das *Cassutosche* Buch nach Ansicht des Referenten kaum zu empfehlen, und dies um so weniger, als ja wenigstens in deutscher Sprache an guten Lehrbüchern der Kolloidchemie kein Mangel ist.

An diesem Gesamturteile kann auch der Umstand nichts ändern, daß einzelne Kapitel des *Cassutoschen* Buches, besonders solche wesentlich physikalischen Inhaltes, wie das über die Brownsche Bewegung oder über die Kataphorese und andere, dem Referenten recht gut gelungen zu sein scheinen. Einzelne neuere Arbeiten, wie *Zsigmondys* Untersuchung über die Konstitution des Gels der Kieselsäure, hätten in der deutschen Ausgabe allerdings noch berücksichtigt werden sollen; auch die Entwicklung, die die Theorie der Adsorption in letzter Zeit genommen hat, hätte dargelegt werden können.

In Anbetracht des wenig günstigen Gesamturteils, zu dem der Referent bei der Lektüre des *Cassutoschen* Buches gekommen ist, hält er es für seine Pflicht, ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß von anderer Seite (*Wo. Ostwald*, Zeitschr. f. Chem. u. Ind. d. Kolloide, Bd. 10, S. 322; 1912) eine wesentlich günstigere Meinung ausgesprochen worden ist. Der Unterschied im Urteil ist die Folge einer, wie es scheint, prinzipiell verschiedenen Auffassung über die Arbeitsmethoden, durch die die Kolloidchemie gegenwärtig am besten gefördert werden dürfte: Der eine Referent lobt das begrifflich-systematische Moment in *Cassutos* Buch, der andere hält die Hervorkehrung dieses begrifflich-systematischen Momentes für verfrüht und darum für irreführend und schädlich und tadelt die seiner Meinung nach unzulässige Vernachlässigung der experimentellen Einzelforschung.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Samter, M., Statistik der märkischen stehenden Gewässer. Jahrb. für die Gewässerkunde Norddeutschlands, 2. Band. Berlin, E. S. Mittler & Sohn, 1912. III, 82 S. u. 8 Karten. Preis M. 6,—.

Eine eingehende, durch Tabellen und Karten unterstützte Statistik der 4571 stehenden Gewässer (Seen, Teiche, Pfuhle) nach ihrer Größe, Tiefe, Höhenlage, Flußzugehörigkeit und geographischen Lage. Die Provinz besitzt auf 1 000 000 ha 1145 stehende Gewässer. In der Verteilung machen sich drei Zonen bemerkbar, eine nordöstliche als die gewässerreichste (132 auf 100 000 ha), eine Mittelzone im Südosten (71) und eine südwestliche mit der geringsten Zahl (27). Die Zahl der im Alluvium erloschenen Gewässer ist im Nordosten gleich der im Südwesten, daher war die eigentümliche sprunghafte Steigerung nach Nordosten bereits älter bestehend. Als

Ursache der Zonenbildung wird die verschiedene Dauer der Eisrandlagen in den drei Zonen angenommen (es lassen sich vier Hauptmoränenzüge unterscheiden, im nördlichen und nordöstlichen Teil war die Eisbedeckung länger dauernd), dazu kam die verschiedene Durchlässigkeit des Bodens; die Wirkung der Evorsion war nur nebensächlich.

Große Seen sind selten, nur 5 haben über 1000 ha, 17 über 500 und 170 über 100 ha. Nach der Größe besteht ebenfalls eine Sonderung. Die großen Seen sind in zwei Querstreifen angehäuft, dem Verlauf der Endmoränen folgend.

Zu zwei Drittel liegen die märkischen Seen unter 60 m Meereshöhe. Die Gesamtfläche von 80 091,8 ha entspricht 2 % des Gesamtgebietes der Mark. Auch hier gilt die Einteilung in drei Zonen und dichtere (mehr als das Dreifache) Anordnung in dem Gebiet unter + 60 m.

Die Zahl der abflußlosen ist größer als die der mit Abfluß versehenen, die der zur Ostsee entwässernden größer als der zur Nordsee. Auf die Tiefe sind 891 Seen untersucht: Die Mark ist nicht reich an tiefen Gewässern, im Ostseegebiet mehr als im Nordseegebiet, nach Norden mehr, und zwar ebenfalls in Dreigliederung.

Verfasser weist zum Schluß auf ein allgemein interessantes Ergebnis hin mit den Worten: Eine scharf ausgeprägte Dreiteilung der Mark macht sich nach sämtlichen in Frage kommenden Gesichtspunkten bemerkbar. Nicht allein durch den großen Unterschied der absoluten Seenzahl bildet jede Zone eine Einheit, sondern auch in der zahlenmäßigen Zusammensetzung ihrer Gewässer nach Größe, Höhenlage, Fläche und Tiefe. Hierdurch erhält die zunächst glazial-geologisch begründete Auffassung von einem verschiedenen Alter der märkischen Länder eine Bestätigung und Ergänzung.

E. Geinitz, Rostock i. M.

Kähler, Karl, Lufterlektrizität. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen'sche Verlagshandlung G. m. b. H., 1913. 151 S. u. 18 Abbild. Preis in Leinwand gebunden M. 0,90.

Das Studium der Lufterlektrizität ist zu einer selbständigen, den Physiker und Meteorologen in gleicher Weise interessierenden Disziplin geworden. Die beiden bisher erschienenen (neueren) Lehrbücher der atmosphärischen Elektrizität von *Gockel* und *Mache-v. Schweidler* hatten Physiker zu Verfassern. Es war daher ein dankenswertes Unternehmen *Kählers*, eine *Darstellung mit besonderer Betonung der meteorologischen Seite* zu geben. Da seit dem Erscheinen der beiden erwähnten Lehrbücher vier Jahre verstrichen sind, gab sich Gelegenheit, die inzwischen stark angewachsene neueste Literatur zu berücksichtigen.

Die Stoffeinteilung ist die „natürliche“. Im ersten Abschnitt wird das elektrische Feld der Erde besprochen, die älteste Tatsache aus dem Gebiete der Lufterlektrizität. Hieran reiht sich die Schilderung des elektrischen Leitvermögens der Atmosphäre, das auf elektrische Ladungsträger in der Atmosphäre zurückzuführen ist. Neben den leicht beweglichen Ionen *Elster-Geitel's* beanspruchen in neuester Zeit die schwereren Ladungsträger, die sogenannten *Langevin-Ionen* besonderes Interesse. Elektrisches Feld und Leitfähigkeit bewirken einen ständigen elektrischen Strom in der Atmosphäre. In diesem dritten Abschnitte wird besonders auch die Frage der elektrischen Ladung der Niederschläge besprochen. Sollen die drei Grundgrößen: elektrisches Feld, Leitvermögen und Strom dauernd aufrechterhalten bleiben, dann müssen auch dauernde Kräfte an der Arbeit sein, zwei von ihnen aufrechtzuerhalten (die dritte ist dann

die Wirkung der beiden anderen). Zunächst bespricht Kähler die Quellen der Leitfähigkeit der Luft: die radioaktiven Vorgänge in der Atmosphäre (vierter Abschnitt) und die elektrische Wirkung des Sonnenlichtes (fünfter Abschnitt). Den Beschluß bildet die Zusammenfassung aller der verwickelten Erscheinungen zu einer *Theorie der Luftelektrizität*, deren wichtigste Aufgabe die *Erklärung des elektrischen Feldes der Erde* ist. In jedem Abschnitte sind das Tatsachenmaterial, die zum Nachweis notwendigen instrumentellen Anordnungen sowie die theoretischen Gesichtspunkte trotz der notwendigen Kürze klar dargestellt.

A. Schmauß, München.

Marzell, H., Die Tiere in deutschen Pflanzennamen. Heidelberg, C. Winters Verlagsbuchhandlung, 1913. Preis M. 6,80.

Es ist mehr als eine Sammlung von Pflanzennamen, die auf Tiere oder Tierteile Bezug haben, was in diesem Buche geboten wird. In emsigem Suchen und Kombinieren hat der Verfasser das einschlägige, überaus reichliche Material mit großem Erfolg bearbeitet.

Des Interessanten kann auf diesem Gebiete genug zutage gefördert werden. Schon das, was im ersten Kapitel über die Ähnlichkeit zwischen Pflanze und Tier in äußerlichen Merkmalen abgehandelt wird, hat einmal in der Medizin eine Rolle gespielt — als man nämlich aus einer solchen Ähnlichkeit auf die arzneiliche Verwendungsnotwendigkeit bei Krankheiten desjenigen menschlichen oder tierischen Körperteils schloß, dem die betreffende Pflanze ähnelte. Es lohnte wohl die Mühe, diesem, in dem vorliegenden Buche natürlich nicht berücksichtigten Stück der Geschichte der Therapie nachzugehen, um so mehr, als ohne Kenntnis des Zusammenhanges auch heute noch solche Mittel reichlich in der Volksmedizin Verwendung finden.

Einen oder den anderen „Tiernamen“ von Pflanzen vermißt ich in dem Buch. So z. B. Elefantenlaus (Anacardium) — vom Volk als Entzündung erregendes Mittel äußerlich gebraucht —, Schlangenzwurz (Serpentaria), Kranichhals (Geranium), Raupenkraut (Bupleurum), Egelkraut (Geum).

Die Bemerkung des *Tabernaemontanus*, daß nach älterer Angabe mit *Chenopodium polyspermum* Fische gefangen werden, bezieht sich nicht, wie der Verfasser meint, auf die Verwendung als Fischköder, sondern auf das Vergiften von Teichen mit dieser Pflanze. Auch andere *Chenopodium*-arten, z. B. *Chenopodium hybridum*, murale, rubrum, dienen diesem Zwecke.

Das Buch füllt eine wissenschaftliche Lücke aus und enthält genug des Wissenwerten für Linguisten, Botaniker, Folkloristen und Mediziner.

L. Lewin, Berlin.

Warburg, Otto, Die Pflanzenwelt. Erster Band: Protophyten, Thallophyten, Archegoniophyten, Gymnospermen und Dikotyledonen. 619 S., 9 farbige Tafeln, 22 meist doppelseitige schwarze Tafeln und 216 Textfiguren von H. Busse, H. Eichhorn, M. Gürke und anderen. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1913. Preis geb. M. 16,—.

Die bekannte „Allgemeine Naturkunde“ des Bibliographischen Instituts erhält nun als Gegenstück zu *Kerners* „Pflanzenleben“ eine Darstellung der speziellen Botanik aus der Feder von *Otto Warburg*. Das Buch ist gedacht als ein praktisches und populäres Nachschlagewerk für jeden, der von der Formenfülle des Pflanzenreiches eine Anschauung gewinnen will oder über irgendeine ihrer wichtigeren Gruppen, Gattungen und Arten sich zu unterrichten wünscht. In der Behandlung des Stoffes stellt es die Dinge in den Vordergrund, die

gegenwärtig von der speziellen Botanik am sorgfältigsten gepflegt werden: die Fragen der Verwandtschaft und der Verbreitung, und die genaue Erkenntnis aller zum menschlichen Haushalt in Beziehung stehenden Gewächse.

Der systematischen Gliederung des Pflanzenreiches hatte ja *Kerner* bereits einen Abschnitt seines „Pflanzenlebens“ gewidmet; aber die Ansichten, die er dabei entwickelte, haben nirgends Anklang gefunden; sie behalten nur ein gewisses Interesse als Ausdruck von *Kerners* Eigenart. Im Gegensatz dazu läßt *Warburg* die heute herrschende Auffassung der Botanik zu ihrem Rechte kommen, er ordnet die Gruppen im großen und ganzen ähnlich wie *Engler*. Die phyletischen Beziehungen werden mit gebotener Vorsicht besprochen; bei einem Werke, das sich nicht an Fachmänner wendet, sollte sich dies von selbst verstehen; aber viele Neueren sündigen so beharrlich gegen diese Forderung, daß man der Zurückhaltung *Warburgs* besondere Anerkennung schuldet. Manchmal mag sie ja etwas zu weit gehen; so hätten die neueren Erkenntnisse zum Beispiel über die Sexualität der Pilze oder über die Pteridospermen wohl etwas eingehender gewürdigt werden können.

Dem Programm des Werkes entsprechend, gewährt *Warburg* bei den einzelnen Familien besondere Rücksicht einmal den Vertretern der deutschen Flora, dann den irgendwie als Nutzpflanzen bemerkenswerten Gewächsen. In letzter Hinsicht leistet er Hervorragendes. Unsere Literatur besitzt kein anderes Werk, das in Text und Illustration die praktisch bedeutsamen Pflanzen so trefflich vorführt und die immer wichtiger werdenden Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen mit solcher Kennerschaft darstellt.

Auf Auswahl und Ausführung der Bilder ist alle Sorgfalt verwandt worden; namentlich verdienen die zahlreichen Zeichnungen von *L. Eichhorn* hervorgehoben zu werden, wenn auch die einzelnen Figuren vielfach zu stark zusammengedrängt erscheinen.

Warburgs Pflanzenwelt soll drei Bände umfassen. Der vorliegende erste behandelt alle Kryptogamen, die Gymnospermen und die ersten Reihen der Dikotylen.

L. Diels, Marburg a. L.

Schall, Hermann, Der menschliche Körper und seine Krankheiten. Eine populäre Darstellung für den gebildeten Laien und Einführung für Mediziner und Krankenpfleger. Stuttgart, J. B. Metzler, 1912. XII, 562 S., 8 Tafeln und zahlreiche Abbildungen. Preis geb. M. 10,—.

Schall hat es unternommen, auf 500 Seiten, die gesamte Medizin mit Einschluß der wichtigsten Hilfsdisziplinen in den Grundzügen darzustellen. Nur ein sehr gebildeter Arzt konnte dies unternehmen. Und es ist voller Anerkennung wert, wie viel an Tatsachenmaterial der Verfasser auf einem so kleinen Raum zusammengetragen hat. Dabei dürfte zweckgemäße Leichtfaßlichkeit nirgends vermißt werden.

Nachdem in einem ersten Abschnitt ein Abriß der menschlichen Anatomie gegeben ist, werden weitere Kapitel dazu verwendet, unsere wichtigsten Kenntnisse aus der Physiologie und allgemeinen Pathologie zu übermitteln. Dem folgt im zweiten Teil eine Schilderung von Krankheiten und krankhaften Vorgängen. Diesen Stoff gliedert der Autor mit (bewußter) Anlehnung an Krehls „Pathologische Physiologie“ nach Organsystemen. Dem Zweck des Buches entsprechend, nehmen auch in diesem zweiten Teil Erörterungen aus der Physiologie und verschiedenen Hilfswissenschaften einen breiten Raum ein.

Für jeden jungen Mediziner, der danach verlangt, ist dieses Buch ein „Abkürzungsweg“, der ihn schnell

zu einem Punkte führt, von dem aus er einen Ausblick gewinnt auf das Stoffgebiet der ärztlichen Wissenschaft und die Denkwege der modernen Medizin. Schwestern und andere, denen Krankenpflege obliegt, werden mit Nutzen und Genuß in Schalls Buch lesen. Als Lektüre für gebildete Laien erscheint es in vielen Teilen *zu reich* an tatsächlichen Mitteilungen. (Stellenweise ist das sachliche Material selbst im Repetitorienstil zusammengedrängt.) Dagegen scheint das Buch berufen, in gebildeten, nichtärztlichen Häusern als ein Nachschlagebuch zu figurieren, das gelegentlich Fachwörter verstehen und über dies oder jenes physiologische Kapitel Vorstellungen gewinnen hilft. Hygienische Ratschläge wird direkt und indirekt der Leser entnehmen, z. B. aus dem Kapitel über Ernährung und Nahrungsmittel. Nicht der letzte Vorzug des Buches sind die zahlreichen, oft glücklich und instruktiv schematisierten Abbildungen, die der Verfasser selbst gezeichnet hat.

G. Katsch, Altona.

Astronomische Mitteilungen.

Die internationale Vereinigung für Sonnenforschung wird in diesem Sommer zum fünften Male zusammenkommen und vom 31. Juli bis zum 5. August auf der Bonner Sternwarte tagen, die unter Leitung ihres hervorragenden Direktors Prof. Küstner der astrophysikalischen Forschung manche ganz neue Wege gewiesen hat (es sei nur an die astrophysikalische Bestimmung der Sonnenentfernung durch Messung von Linienverschiebungen im Spektrum der Ekliptiksterne erinnert). Aus dem Programm sei noch erwähnt, daß die astronomischen Teilnehmer an diesem internationalen Kongreß für Sonnenforschung auch die Technische Hochschule in Aachen und das Astrophysikalische Observatorium in Potsdam besuchen werden.

Ihr fünfundzwanzigjähriges Bestehen feierte Ende April die der Popularisierung der Naturwissenschaften und insbesondere auch der Astronomie gewidmete *Urania* (Berlin), die in weiten Kreisen naturwissenschaftlich aufklärend gewirkt hat und auf der sogar eine hochbedeutende astronomische Entdeckung gemacht werden konnte. Es war dies die im Jahre 1898 von Dr. Witt auf der *Urania*-Sternwarte vollzogene Entdeckung des kleinen Planeten „Eros“, der unserer Erde bis auf $\frac{15}{100}$ des Erdbahnhabmessers nahe kommt und daher mit großem Erfolge zur Bestimmung der Sonnenparallaxe (8,806 Bogensekunden) benutzt werden konnte. Zugleich hat dieser Planetoid Eros unsere Kenntnis von der Bahnlage der kleinen, nunmehr etwa 750 an Zahl betragenden Planeten erheblich erweitert, da er diesseits vom Mars, also nicht nur in der früher für die Planetoiden als Aufenthaltszone angenommenen Lücke zwischen Mars und Jupiter sich bewegt.

Als Nachfolger des verstorbenen Professors *George Darwin* (Sohnes des berühmten Biologen *Darwin*) auf dem Lehrstuhl der sogenannten Plumian-Professur für Astronomie und experimentelle Philosophie an der Universität Cambridge in England ist Prof. *Arthur Stanley Eddington* ernannt worden. Nach Cambridge ist jetzt auch das bisher in South-Kensington befindliche Astrophysikalische Observatorium für Sonnenforschung verlegt worden, das in Prof. *Newall* einen neuen Direktor erhalten hat.

Ein neuer veränderlicher Stern ist im Sternbilde des Perseus als 11. 1913 Persei von dem Astronomen *d'Esterre* auf der Tatsfield-Sternwarte entdeckt worden. Die gemessenen Helligkeitsschwankungen liegen zwischen der 10. und 14. Größenklasse und die Periode, innerhalb derer diese Lichtschwankungen sich vollziehen, ist vor-

aussichtlich lang und ziemlich veränderlich. Zu bemerken ist schließlich noch, daß dieser neue veränderliche Stern visuell fast eine ganze Größenklasse heller ist als photographisch.

Über das *Zodiakal- oder Tierkreislicht*, dessen Natur noch immer nicht ganz aufgeklärt ist, liegen neuere und wichtige Beobachtungen von den englischen Astronomen *Burns* und *Craig* vor, die zu der Annahme führen, daß der um die Sonne zur Erklärung des Tierkreislichtes vorausgesetzte reflektierende Meteorring etwa in der Ebene der Erdbahn gelagert sein muß. Es wäre zu wünschen, daß sich besonders die Sternwarten der südlichen Erdhalbkugel und die in tropischen Zonen gelegenen Beobachtungsstationen möglichst eingehend mit Messungen des Tierkreislichtes beschäftigen.

Eine neue Bestimmung der Längendifferenz zwischen Paris und der belgischen Hauptsternwarte zu Uccle bei Brüssel ist jetzt nach zwei verschiedenen Methoden, sowohl telegraphisch wie auch auf drahtlosem Wege, also funkentelegraphisch, ausgeführt worden. Das Ergebnis ist ein Zeitunterschied von 8 m 5,12 s, wobei das telegraphisch erhaltene Resultat von dem funkentelegraphisch gewonnenen sich nur um eine hundertstel Zeitskunde unterscheidet. Von besonderem Interesse ist es auch, daß bei dieser Längenermittlung die drahtlose Bestimmung sogar noch eine etwas höhere Genauigkeit als die telegraphische Längendifferenzmessung erzielen konnte. Der mittlere Fehler einer einzelnen Bestimmung funkentelegraphisch ist nur 0,024 s und telegraphisch 0,028 s. Man erkennt u. a. hieraus, mit welcher Genauigkeit sich auf drahtlosem Wege Zeitsignale übertragen lassen.

Von der Milchstraße oder der sogenannten galaktischen Ebene liegt eine sehr genaue und an Einzelheiten reiche photographische Karte auf Grund besonderer Aufnahmen von *Easton* vor, nach der diese Sternzone der Milchstraße einen vollständig geschlossenen Ring darstellt. Auf dieser neuen photographischen Karte der Milchstraße erkennt man, daß vermutlich das ganze Milchstraßensystem sich als Form einer zweiarmligen Spirale deuten lassen dürfte.

Mit dem Ursprung der Kometen beschäftigt sich eine interessante Untersuchung von *Eddington*, die zu dem Ergebnis kommt, daß besonders auch die Kometen mit langgestreckten elliptischen und mit parabolischen Bahnen Glieder des Sonnensystems seien und nicht, wie man bisher annahm, aus den Fernen des Weltenraumes kämen. Diese Auffassung dürfte jedoch wenig Wahrscheinlichkeit haben und bedarf jedenfalls noch näherer Begründung, ehe man sich vorstellen kann, daß die Kometen aus den äußersten Teilen des ursprünglichen Sonnennebels sich gebildet haben sollen.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Messung der Luftströmungen bei Nacht mit Leuchtbällen. Die Messung der Luftströmungen ist bekanntlich für die Luftschifffahrt von außerordentlicher Bedeutung; man benutzt dazu die sogenannten Pilotballone, das sind kleine Gummiballone mit Wasserstofffüllung, die man vor dem Aufstieg eines Luftschiffes oder eines Flugzeuges aufsteigen läßt, um in bestimmten Höhen die Richtung und Stärke des Windes zu ermitteln. Um diese Messungen auch bei Nacht ausführen zu können, war die Konstruktion von Leuchtbällen erforderlich. Über Versuche, die mit solchen Ballonen von dem Meteorologischen Observatorium in Aachen angestellt wurden, berichtet die *Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift*, 1913, S. 206. Es wurden mit den Leuchtbällen recht befriedigende Resultate erlangt, allerdings sind die

Kosten dieser Messungen höher als sonst. Ein Leuchtballon, wie er von der Aachener Firma *S. Saul* geliefert wird, trägt in seinem Inneren eine elektrische Metallfadenlampe, die ihren Strom von einer außen an dem Ballon angebrachten kleinen Akkumulatorenbatterie erhält. Durch Auslösen eines Zeitkontaktes wird nach einer bestimmten Zeit ein Ventil geöffnet, um auf diese Weise das vorzeitige Platzen des Ballons zu verhindern und ihn ungefährdet wieder zur Erde zu bringen. Bei diesen Versuchen, die bereits seit dem Jahre 1910 angestellt werden, wurden Höhen von 2700 Meter und bei Verwendung einer stärkeren Lichtquelle Höhen von 2200 Meter erreicht. Natürlich ist der Auftrieb und damit die Steiggeschwindigkeit durch das Einbauen der kleinen Akkumulatorenbatterie noch weniger gleichmäßig als bei den geschlossenen, sonst üblichen Gummiballonen. Es werden infolgedessen nur Näherungswerte erreicht, die aber für die Zwecke der Luftfahrt in der Regel voll auf genügen dürften. *S.*

Der erste funkentelegraphische Erfolg zwischen Deutschland und Amerika. Seit Ende Januar d. J. finden Versuche zwischen der Telefunkenstation in Nauhen bei Berlin und deren im Besitz der Atlantic Communication Co., New York, befindlichen Station Sayville auf Long Island statt. Die Versuche sind insofern erfolgreich gewesen, als es zum erstenmal seit Bestehen der Funkentelegraphie gelang, funkentelegraphische Mitteilungen auf der Linie New York—Berlin über den Ozean zu senden. Die hierbei überbrückte Entfernung beträgt ca. 6500 Kilometer, während die Distanz zwischen Irland und Kanada, wo bereits seit Jahren eine Marconi-Verbindung im Betrieb ist, ca. 3200 km beträgt. Die Versuche der Telefunkengesellschaft werden weiter fortgesetzt, um die nötigen Unterlagen zur Einrichtung eines regulären Nachrichtendienstes zu sammeln. *Dr. E.*

Wie verändert sich der Leitungswiderstand eines Drahtes beim Ziehen und Tordieren, sowie Erwärmen nach dem Ziehen und Tordieren? Die Struktur eines Metalldrahtes ändert sich beim Ziehen desselben nach einem Bericht von *Fritz Credner* in der *Zeitschrift für physikalische Chemie* (LXXXII. Band, 4. Heft, S. 457 f.) in der Weise, daß sich Gleitflächen zwischen den ursprünglich aneinander gelagerten Kristalliten bilden. Die hierdurch entstandenen Lamellen richten sich so, daß der elektrische Widerstand seinen kleinsten Wert senkrecht zur Lamelle besitzt. Von vornherein kann man also damit rechnen, daß bei außerordentlich dünnen Drähten alle Lamellen schon gerichtet sind, somit bei ihnen eine Änderung des Widerstands nicht mehr erfolgt. Für dickere Drähte wird beim Ziehen der Widerstand sich erhöhen, doch wird diese Erhöhung bei Verringerung des Durchmessers des Drahtes um gleiche Werte nach und nach abnehmen. Die mit gezogenen Drähten aus Gold, Silber, Kupfer, Nickel und Eisen vorgenommenen Versuche bei verschiedenen Temperaturen ergaben, daß Drähte der ersten drei Arten bei einer konstanten Temperatur einen um so schneller abfallenden Widerstand besitzen, je höher die Temperatur ist, wobei jedoch bald ein fester Wert erreicht wird. Benutzt man denselben Draht, so beobachtet man ein solches „Abklingen der Widerstandsabnahme“ wiederholt, zwischen 100° und ca. 300° bei Gold, ca. 400° bei Silber und Kupfer. Bei noch höheren Temperaturen nimmt der Widerstand zu. Erwärmt man allmählich, so nimmt der Widerstand ein Minimum an für Gold und Silber bei ca. 480°, Kupfer bei ca. 450°. Bei diesen Temperaturen werden Lücken in den Drähten ge-

bildet, durch welche der Widerstand sich vergrößert. Eigenartig verhalten sich Nickeldrähte, bei denen der Minimalwert bei 550° liegt, sich aber bei weiterer Erwärmung bis ca. 850° nicht ändert. Eisendrähte erhalten ein Minimum bei ca. 600°. Das wichtigste Ergebnis der Untersuchung dürfte aber die Feststellung sein, daß bleibende Änderungen des Widerstandes nur in dem Falle eintreten, wenn die Kristallstruktur selbst eine solche Änderung erleidet. —2.

Als Ersatzstoffe für das Celluloid, das infolge seines Gehaltes an Nitrocellulose außerordentlich explosiv und feuergefährlich ist, haben sich die Viskose und die Formylcellulose bewährt. Die Viskose, welche ein Natriumsalz des Celluloseesters der Xanthogensäure ist, wird durch Auflösen von Alkalicellulose in Schwefelkohlenstoff hergestellt. Auf diese Weise erhält man eine gelbe, dicke, unbeständige Flüssigkeit, die in Kesseln bei erhöhter Temperatur einen Reifungsprozeß durchmacht, wobei sich verschiedene Modifikationen der Viskose bilden. Die Viskose eignet sich zur Herstellung von Kunstseide, Films, Flaschenverschlüssen usw. Aus ihrer unlöslichen Modifikation, dem sogen. Viskoid, läßt sich eine vollkommen homogene, sehr gut bearbeitbare Cellulose regenerieren, die unter dem Namen Monit in den Handel kommt. Dieses Produkt ist besonders zur Imitation hornartiger Gegenstände verwendbar. In ähnlicher Weise wie Viskose findet in neuerer Zeit Formylcellulose (Celluloseformiat) zur Anfertigung von Films und Gebrauchsgegenständen Verwendung. (*Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1913, p. 89.) *O. F.*

Das Perpetuum mobile zweiter Art. Wie man trotz des Energiesatzes eine Maschine herstellen kann, welche dauernd und — je nach ihrer Größe — in beliebiger Menge Energie zur Verfügung stellt, ist schon wiederholt angegeben, ja sogar schon praktisch auszuführen versucht worden. Zur Herstellung eines solchen Perpetuum mobile genügt es ja anscheinend einen molekularen Gleichgewichtsprozeß zu beobachten, bis sich eine einseitige Energieabweichung von selbst eingestellt hat. Da man dies beliebig oft wiederholen kann, so ist damit wohl das Problem gelöst. *M. v. Smoluchowski* macht in der *Physikalischen Zeitschrift*, 1913, 6, S. 262 darauf aufmerksam, daß diese Methode zu vergleichen ist einem bekannten „System“ der Glücksspieler, bei welchem sie so lange mit gleichem Einsatz eine Chance verfolgen, bis in dem Hin und Her des Eintreffens und Nichteintreffens derselben sich ein Plus zugunsten des Spielers ergibt. Hier läßt sich leicht der Beweis führen, daß die Anzahl von Spielen, welche durchschnittlich erforderlich ist, um einen bestimmten einseitigen Gewinnüberschuß zu erreichen, nicht nach einem endlichen Grenzwert konvergiert. Wie man leicht selbst ausprobieren kann, vergrößern sich die Zeiträume, innerhalb deren ein Plus erzielt wird, immer mehr und mehr. Genau so ist es mit dem Perpetuum mobile zweiter Art, welches ebenfalls nur in sich stetig vergrößernden Zeitabschnitten einen bestimmten Energiegewinn liefern könnte, in Zeitabschnitten nämlich, deren Grenzwert unendlich groß ist. —2.

Calciumkarbid, das auf 800 bis 1000° erhitzt wird, zeigt eine Abscheidung von Kohlenstoff. Bisher führte man diese Erscheinung auf die Bildung eines Subkarbids zurück. *Briner* und *Kuhne* haben nun CaC_2 7—10 Stunden lang in einem Porzellanrohr auf 900° erhitzt und hierbei eine vollständige Zerlegung in die Elemente erzielt. (*C. R.* 156, 620, 1913.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 23.

6. Juni 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die freie Transplantation und ihre Bedeutung für die moderne Chirurgie. Von *Geh. Medizinrat Prof. Dr. Hermann Küttner, Breslau.* (Schluß.) S. 537.

Die Bedeutung des Wassers für den wachsenden Organismus. Von *Privatdozent Dr. Ludwig F. Meyer, Berlin.* S. 543.

Der zehnte internationale Geographenkongreß. (Rom, 27. März bis 3. April 1913.) Von *Universitäts-Professor Dr. Gustav Braun, Basel.* S. 545.

Mathematik und Naturwissenschaft in der höheren Mädchenbildung. Von *Prof. Dr. F. Poske, Dahlem bei Berlin.* S. 547.

Die Quantentheorie. Von *Dr. Fritz Reiche, Berlin.* S. 549.

Besprechungen. S. 553.

Astronomische Mitteilungen. S. 558.

Kleine Mitteilungen. S. 558.

Aus dem naturwissenschaftlichen Verlage von B. G. TEUBNER IN LEIPZIG-BERLIN

Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie einschl. Rassen- u. Gesellschaftshygiene. Herg. Dr. A. Ploetz. X. Jahrgang 1913. Jährl. M. 20.—.

Eine deszendenztheoretische Zeitschrift „für die Erforschung des Wesens der Rasse und Gesellschaft und ihres gegenseitigen Verhältnisses, für die biologischen Bedingungen ihrer Erhaltung und Entwicklung sowie für die grundlegenden Probleme der Entwicklungslehre“. Speziell beim Menschen gehören in die Rassenbiologie alle Betrachtungen über Geburten- und Sterbeziffer, über die Ungleichheit der etwaigen verschiedenen Rassen in bezug auf Entwicklungshöhe, über ihren Kampf ums Dasein gegeneinander sowie über die aus all diesen Faktoren sich ergebenden Konsequenzen für die Erhaltung und Entwicklung einer Rasse.

Bau und Leben der Bakterien. Von Prof. Dr. W. Benecke. Mit 108 Abbildungen. Geb. M. 15.—.

In dem vorliegenden Buche werden Gestalt, Zellaufbau, Verwandtschaftsverhältnisse, allgemeine Lebensbedingungen, Reiz- und Ernährungsphysiologie der Bakterien behandelt, sodann durch Schilderung einiger wichtiger Standorte sowie der geographischen Verbreitung die Bedeutung für den Haushalt der Natur und Menschheit dem Leser vor Augen geführt.

Experimentelle Zoologie. Von Prof. Th. H. Morgan, deutsch von H. Rhumbler. Mit zahlreichen Abbildungen. Geb. M. 12.—.

Der Hauptwert des Werkes beruht vor allem auf der kritischen Zusammenstellung wissenschaftlich feststehender Tatsachen. Das Theoretische beschränkt sich nur auf das notwendigste Maß.

Instinkt und Gewohnheit. Von Prof. C. Lloyd Morgan. Übers. v. M. Semon. Geb. M. 6.—.

An der Hand des reichhaltigsten Beobachtungsmaterials sowie durch eine Reihe von Experimenten wird festgestellt, welche komplizierten Fähigkeiten ein Geschöpf als Instinkt mit auf die Welt bringt, und was erst durch häufig wiederholte Ausübung auf dem Wege der Erfahrung zur Gewohnheit wird. Die Vergleichung der körperlichen Entwicklung mit der geistigen führt zu der Frage, ob erworbene Eigenschaften vererbt werden können, und ob beim Menschen individuelle erworbene Gewohnheiten durch Vererbung instinktiv werden können.

Die Fundamente der Entstehung der Arten. Von Ch. Darwin. Herausgeg. von F. Darwin. Deutsch von M. Semon. Geb. M. 5.—.

„... Die Lektüre läßt uns die allmähliche Ausgestaltung eines Systems von Reflexionen und Beobachtungen verfolgen, das in seiner definitiven Form zu einem der einflußreichsten Werke wurde, die jemals hervorgebracht worden sind.“
(*Literarisches Zentralblatt.*)

Physik für Mediziner und Biologen. Von Prof. Dr. E. Lecher. Mit 499 Abb. gr. 8. Gb. M. 9.—.

Dies Lehrbuch bringt nur jene wichtigsten Hauptlehren, deren Kenntnis für jeden naturwissenschaftlich Gebildeten, also auch für den Arzt unerlässlich ist; andererseits aber werden alle jene zahlreichen physikalischen Resultate, welche in Physiologie, Diagnostik und Therapie zur Verwendung kommen, möglichst eingehend behandelt.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

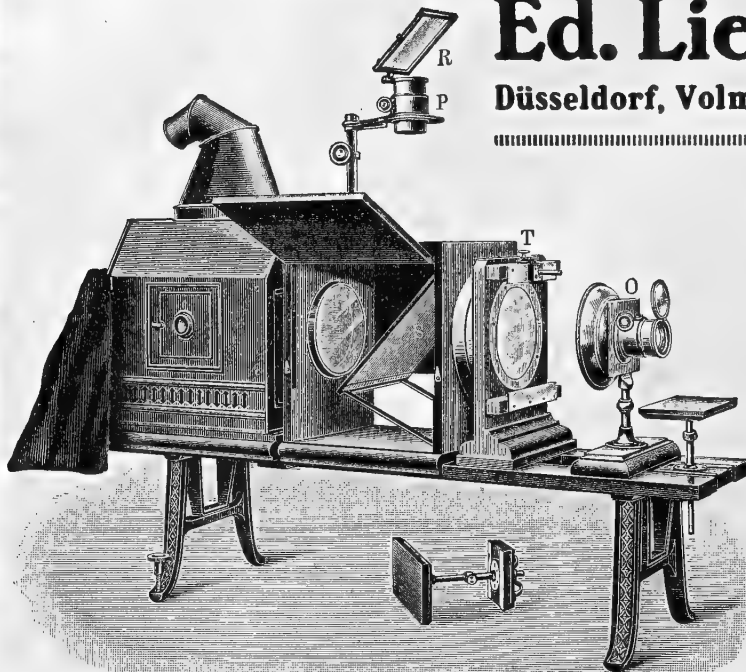
Berlin W 8, Link-Str. 23/24.

Nur Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Theising, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf. Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

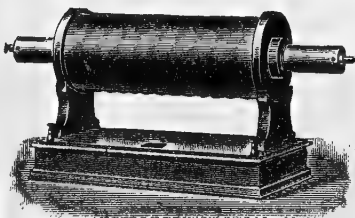
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W 35/9, Steglitzerstr. 58

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Die Diathermie.

Von Dr. Josef Kowarschik, Wien.

Mit 32 Textfiguren. 1913.

Preis M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.40.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Ferdinand Enke, Stuttgart: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — B. G. Teubner, Leipzig: Seite I — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf, Seite II.

Die freie Transplantation und ihre Bedeutung für die moderne Chirurgie.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hermann Küttner,
Breslau,

Direktor der Königl. chirurgischen Universitätsklinik.
(Schluß.)

Das wichtigste Gebiet der Transplantation ist unstreitig die *freie Überpflanzung von Knochen*. Die ersten Versuche dieser Art gehen bis auf den Anfang des vorigen Jahrhunderts zurück, auf die Zeit, in welcher der ideenreiche Gießener Chirurg *Merrem* und *Philipp v. Walter* es wagten, das bei der Trepanation des Schädels ausgesägte Knochenrondell wieder einzupflanzen, und Einheilung erzielten. Es folgten die Experimente *Bernhard Heines* aus dem Jahre 1836. Den großen Aufschwung aber verdankt die Lehre von der operativen Knochenüberpflanzung den Studien *v. Langenbecks* und vor allem den experimentell-biologischen Untersuchungen *Olliers*, welche später vielfach bestritten, in manchem wesentlichen Punkte jetzt wiederum anerkannt sind.

Als feststehende Tatsache kann heute gelten, daß *frischer periostbedeckter Knochen* dem toten, sterilisierten oder macerierten als Verpflanzungsmaterial unbedingt vorzuziehen ist. Zwar stirbt auch an dem frischen Transplantat die eigentliche Knochensubstanz mit Regelmäßigkeit ab, ihr Ersatz aber wird nicht nur vom Perioste des Empfängers geliefert, sondern, wie die Untersuchungen *Axhausen*s einwandfrei erwiesen haben, auch von dem mitverpflanzten Periost, Endost und Knochenmark des übertragenden Knochenstücks.

Wie bei allen transplantierbaren Geweben, so liefert auch beim Knochen die Auto-Transplantation die sichersten Resultate. Verfügbares Material besitzen wir in der Fibula, den Rippen, den Knochen einzelner Zehen und in Teilen, welche von dem festesten und gleichzeitig zugänglichsten Knochen des menschlichen Körpers, dem Schienbeine, der Tibia, abgespalten werden. Nimmt man Periostknochenspäne aus der Tibia, so soll es mittels bogenförmigen Schnittes geschehen, damit die Hautnarbe nicht mit dem Knochen verwachse. Gewölbte Knochenplatten kann man aus den Femurkondylen gewinnen; erscheint eine Rundung des Transplantates wünschenswert, so bietet der Rippenwinkel die geeignete Form. Homoioplastiken, welche bei Übertragung großer Knochenabschnitte und Gelenke nicht zu umgehen sind, geben ebenfalls gute Resultate, wenn sie auch weniger sicher sind, als die Autoplastiken. Daß Hetero-Transplantationen nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen werden dürfen, haben meine Übertragungen vom Affen auf den Menschen gelehrt.

Der Überpflanzung periostbekleideten Knochens bedienen wir uns zu vielfachen Zwecken. Um

Sattelnasen zu korrigieren, werden Späne aus der Tibia untergeschoben; die Figuren 2—7 zeigen das Resultat einiger solcher, an meiner Klinik ausgeführter Operationen. In ähnlicher Weise kann die entstehende Vertiefung nach Operation der Stirnhöhleneiterung ausgeglichen, der Augapfel nach Jochbeinfraktur gehoben, die herabgesunkene Unterlippe gestützt werden. Mittels kurzer oder langer Röhrenknochen oder mittels eines Rippenstücks werden Unterkieferdefekte beseitigt, durch Knochenbolzung Pseudarthrosen geheilt, während die Arthrose mittels Bolzung des autotransplantierten Wadenbeins keine zuverlässigen Resultate ergibt. Als ein Nachteil der Überpflanzung großer Knochenstücke, mit denen wir z. B. operative Defekte von langen Röhrenknochen decken, muß die langsame Substitution und die Gefahr der Fraktur angesehen werden.

Die bedeutsame Rolle, welche dem Perioste bei der Knochentransplantation zufällt, ließ darauf schließen, daß auch die *freie Periostverpflanzung* wertvoll sein müsse. In der Tat hat sich schon *Ollier* ihrer bedient, er wie *Marchand* haben nachgewiesen, daß transplantiertes Periost nicht nur erhalten bleibt, sondern auch seine spezifische Funktion der Knochenproduktion am neuen Orte auszuüben vermag, allerdings in einer wenig haltbaren Form. Heute bedienen wir uns der freien Verpflanzung von Knochenhaut zur Festigung großer Bruchpforten, zur Sicherung der Knochennaht bei Frakturen, zur Behandlung der Pseudarthrosen nach *Codivilla* und zur endgültigen Beseitigung von Knochenverwachsungen, deren wundgemachte Flächen wir mit Periost bedecken.

Mit der freien Überpflanzung der *Knorpelfuge* haben sich vor Jahren bereits *Helferich* und *Enderlen* beschäftigt; sie fanden, daß zwar ein Teil des Intermediärknorpels erhalten bleibt, daß der Rest jedoch nicht genügt, um die Funktionen der Knorpelfuge zu erfüllen. *Eduard Rehn* hat die Versuche wieder aufgenommen und im Experimente festgestellt, daß bei günstiger homoioplastischer Übertragung — die Auto-Transplantation kommt begreiflicherweise nicht in Betracht — die Knorpelfuge ihre natürliche Funktion des Längenwachstums in vollem Umfange mit peinlicher Einhaltung der normalen Grenzen zu übernehmen vermag. Daß selbst bei Hetero-Transplantationen der Intermediärknorpel erhalten und dementsprechend vielleicht auch funktionsfähig bleibt, beweist seine scharfe Linie im Röntgenbilde der nunmehr seit 1½ Jahren im Menschenkörper befindlichen Affenfibula in Fig. 1.

Diese Resultate lassen auf eine gute Transplantierbarkeit von *Knorpelgewebe* schließen. In der Tat konnte *Axhausen* feststellen, daß nicht nur das Perichondrium eine ähnliche Rolle für den verpflanzten Knorpel spielt, wie das Periost für den transplantierten Knochen, sondern daß der Knor-

pel insofern noch günstiger gestellt ist, als die wucherungsfähigen überlebenden Knorpelzellen den Ersatz nekrotischer Teile zu übernehmen imstande sind. Im Rippenknorpel besitzen wir reichlich autoplastisch verwertbares Material, doch gibt, wie die erfolgreichen Überpflanzungen von Gelenknorpel beweisen, auch die Homoio-Transplantation gute Resultate. Verwendung findet die Knorpelüberpflanzung zum Ersatz kleiner Gelenkflächen

Den Höhepunkt dessen, was wir mit Hilfe der Transplantation heute überhaupt zu leisten vermögen, stellt die durch *Lexer* eingeführte *Transplantation von Gelenken* dar. Wir unterscheiden die Überpflanzung halber und ganzer Gelenke. Bei ersterer wird, z. B. nach Exstirpation eines Knochentumors, das betreffende Stück des Röhrenknochens mit dem zugehörigen Gelenkkopfe eingepflanzt, bei der ganzen Gelenktransplantation han-



Fig. 2.



Fig. 4.



Fig. 6.



Fig. 3.



Fig. 5.



Fig. 7.

und zum Ausgleich von entstellenden Vertiefungen. Ein sehr gutes Verfahren ist die von *Fritz König* eingeführte Deckung von Nasendefekten durch *freie Transplantation des Ohrknorpels* mit seiner beiderseitigen Weichteilbekleidung. Obwohl hier das verpflanzte Stück in eine nicht aseptische Umgebung gelangt, erfolgt doch die Einheilung in der Mehrzahl der Fälle. Daß das kosmetische Resultat ein ausgezeichnetes ist, beweist Fig. 8, auf welcher kaum zu erkennen ist, daß wir den ganzen vom Karzinom zerstörten Nasenflügel durch eine solche Transplantation aus dem Ohr ersetzt haben.

delt es sich um die Verpflanzung beider Gelenkflächen samt einem 1 bis 2 Finger breiten Anteil der Epiphysen und samt den etwaigen Gelenkinnenknorpeln und Bändern. Die Berechtigung beider Verfahren ist durch eine Anzahl von *Lexer*, *Enderlen* und mir ausgeführter Operationen, bei denen bereits von Dauerresultaten gesprochen werden darf, erwiesen.

Die Hauptschwierigkeit liegt in der Beschaffung des Materials. *Lexer* verwandte Gelenke aus amputierten Gliedmaßen, doch ist gerade aus diesen einwandfreies Material nur schwer zu gewinnen.

Deshalb habe ich die *Transplantation aus der Leiche* eingeführt. Die unerläßliche Voraussetzung dieses Verfahrens ist, daß die Überpflanzung mit allen Kautelen umgeben und nur ganz einwandfreies

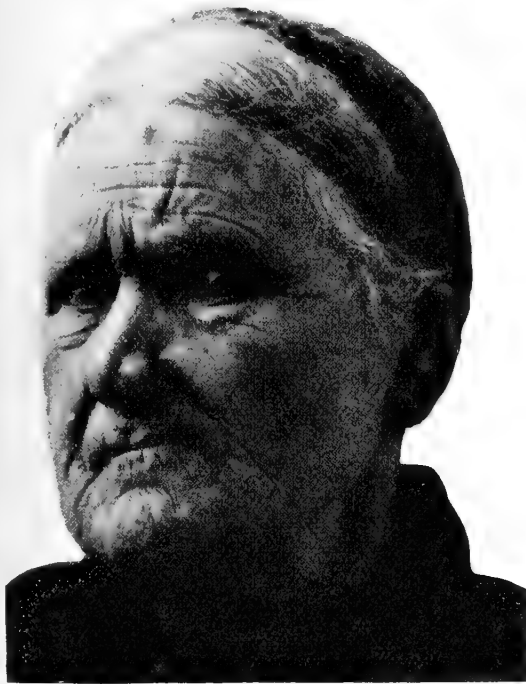


Fig. 8.

Material benutzt wird. Am geeignetsten sind Leichen von Hingerichteten, wenn sie möglichst unmittelbar nach der Exekution zur Verfügung stehen. Da Hinrichtungen glücklicherweise selten sind, nicht in jedem Lande und auch nicht gerade dann stattfinden, wenn man Gelenke zur Transplantation braucht, so kommen vor allem Leichen von Patienten in Betracht, welche plötzlich an Hirn- oder Lungenschlag, an Verletzungen, an akuter Herzinsuffizienz erlegen sind, vorausgesetzt, daß sie an keiner infektiösen Krankheit, an keinem malignen generalisierbaren Tumor und nicht an Syphilis gelitten haben, sondern gleichsam aus voller Gesundheit heraus gestorben sind. Die Leichen Schwerverletzter sind nur dann verwertbar, wenn das Trauma unmittelbar oder nach sehr kurzer Zeit den Tod herbeigeführt hat. Bei bereits eingetretenen Wundheilungsvorgängen größerer Verletzungen dürften stets Bakterien mit im Spiele sein.

Unbedingt zu fordern ist die Sektion des Spenders und die bakteriologische Untersuchung der zur Transplantation in Aussicht genommenen Teile. Wir gehen stets so vor, daß wir bei der Entnahme des Knochens von verschiedenen Stellen bakteriologisch auf Bouillon abimpfen. Bei den von uns eingepflanzten Teilen ergab die Untersuchung stets ein negatives Resultat. Dagegen wuchs einmal aus einem Knochen, den wir klinisch für geeignet gehalten hatten — er stammte von einem Patienten mit Schädelbasisfraktur —, auf dem Nährboden ein Pneumokokkus, und die Sektion ergab in der

Tat eine beginnende, noch ganz unbedeutende Unterlappenpneumonie. Der Knochen wurde daraufhin nicht zur Implantation benutzt.

Somit muß das Resultat der Sektion und der bakteriologischen Untersuchung abgewartet werden, ehe die Überpflanzung vorgenommen werden darf. Zwei unserer Fälle haben uns gelehrt, daß auch 27 und 35 Stunden nach dem Tode noch Einheilung erfolgt. Man wird also stets Zeit haben, auf das Resultat der bakteriologischen Untersuchung und der Sektion zu warten. Beide wird man sehr beschleunigen, um das Implantat, welches möglichst umgehend nach dem Tode entnommen wird, noch so lebensfrisch als möglich übertragen zu können. Geht man unter diesen Kautelen vor, so wagt man fast nichts. Natürlich ist keine Homoioplastik so einwandfrei wie eine Autoplastik.

Was die Transplantation aus der Leiche zu leisten vermag, mögen zwei Fälle illustrieren, in denen ich, nach günstigem klinischen Erfolge, Jahr und Tag nach der Einpflanzung, in den Besitz des Präparates, also des anatomischen Beweises gelangt bin und dieses Beweismaterial auf dem 40. und 42. Chirurgenkongreß demonstrieren konnte.

In dem ersten Falle wurde dem 31jährigen Manne das große Chondrosarkom des oberen Femurdrittels entfernt, welches Fig. 9 (siehe Tafel) im Röntgenbilde und Fig. 10 im Präparate wiedergeben. Unmittelbar nach der Exstirpation des Tumors unter künstlicher Blutleere wurde der in Fig. 11 dargestellte, genau entsprechende Knochen- und Gelenkteil eingepflanzt, der 11 Stunden nach dem Tode einem an Hirntumor im Coma verstorbenen, im übrigen gesunden Manne entnommen und 24 Stunden lang in Ringerscher Lösung bei 0° im Frigo-Apparat aufgehoben worden war. Da der



Fig. 10.



Fig. 11.

Gelenkkopf für die Pfanne etwas zu groß war, habe ich mir so geholfen, daß ich den knorpeligen Pfannenrand spaltete und nach Einfügung des Kopfes mit Seidenknopfnähten wieder

vereinigte. Der große Rollhügel des Oberschenkelknochens drängte zu stark gegen die Weichteile an und wurde deshalb einschließlich des Periostes

größtenteils abgetragen, die Verbindung mit dem Femur durch Elfenbeinstift hergestellt und die Wunde ganz geschlossen.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 9.



Fig. 18.



Fig. 23.

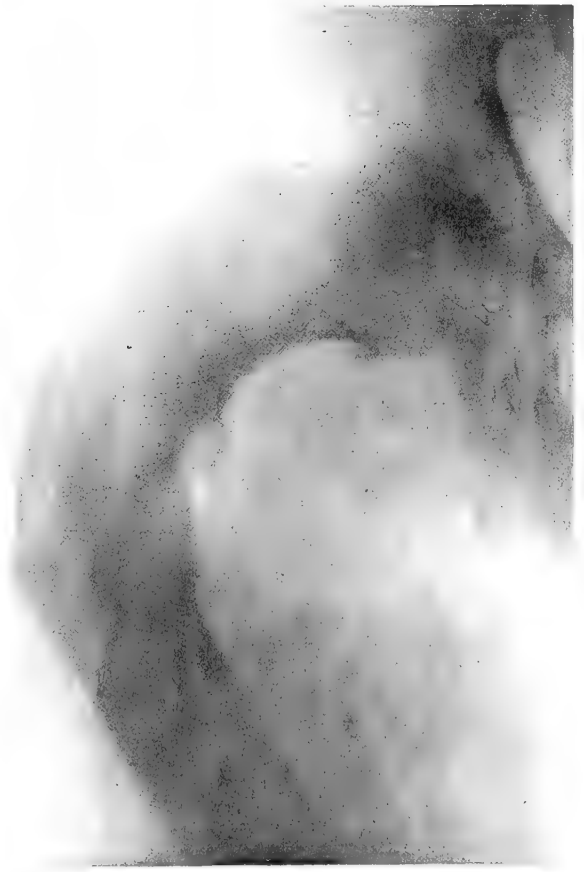


Fig. 24.

Die Einheilung erfolgte trotz der langen, seit dem Tode des Spenders verflossenen Zeit ohne jede Störung. Die erzielte ausgezeichnete Beweglichkeit im Hüftgelenk geben die Fig. 12—17 zehn Monate nach der Operation wieder. Man sieht, daß Flexion, Abduktion, Adduktion, Außen- und Innenrotation in befriedigendem Maße, zum Teil in vollkommen normalen Exkursionen ausgeführt werden. Der Patient bewegte sich frei ohne jede Stütze, aus der Rückenlage wurde das Bein wie ein

bin ich in die Lage gekommen, das prinzipiell wichtige Präparat zu gewinnen, welches in Fig. 19 und 20 wiedergegeben ist.

Wie Fig. 19 erkennen läßt, zeigt das implantierte Stück nirgends eine Spur von Resorptionsvorgängen, es ist von Periost überzogen. An der oberen Implantationsstelle, also am Hüftgelenk, ist der Femurkopf völlig verdeckt durch eine neugebildete Gelenkkapsel. Die Muskeln inserieren an normaler Stelle.

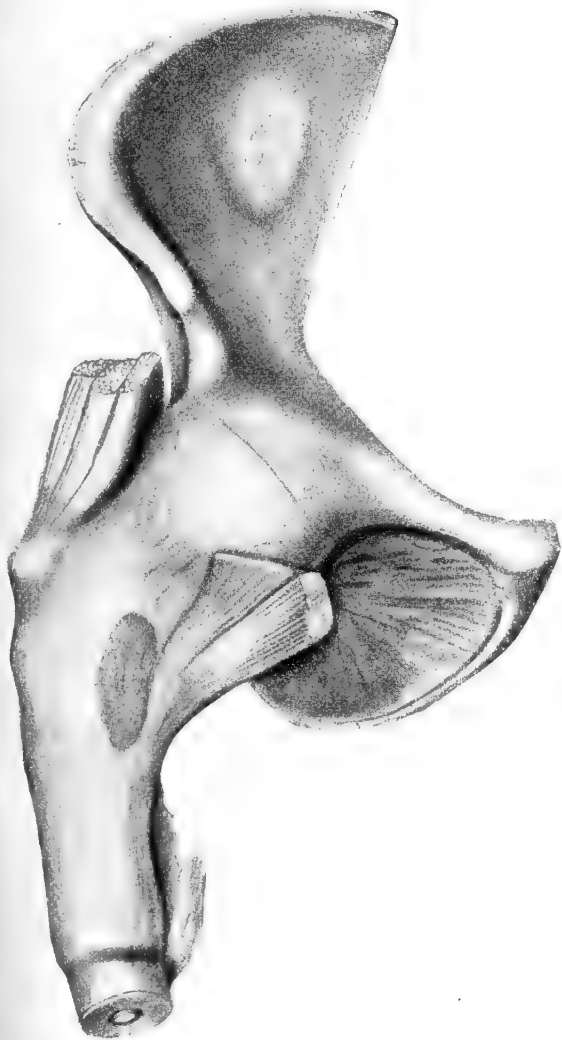


Fig. 19.

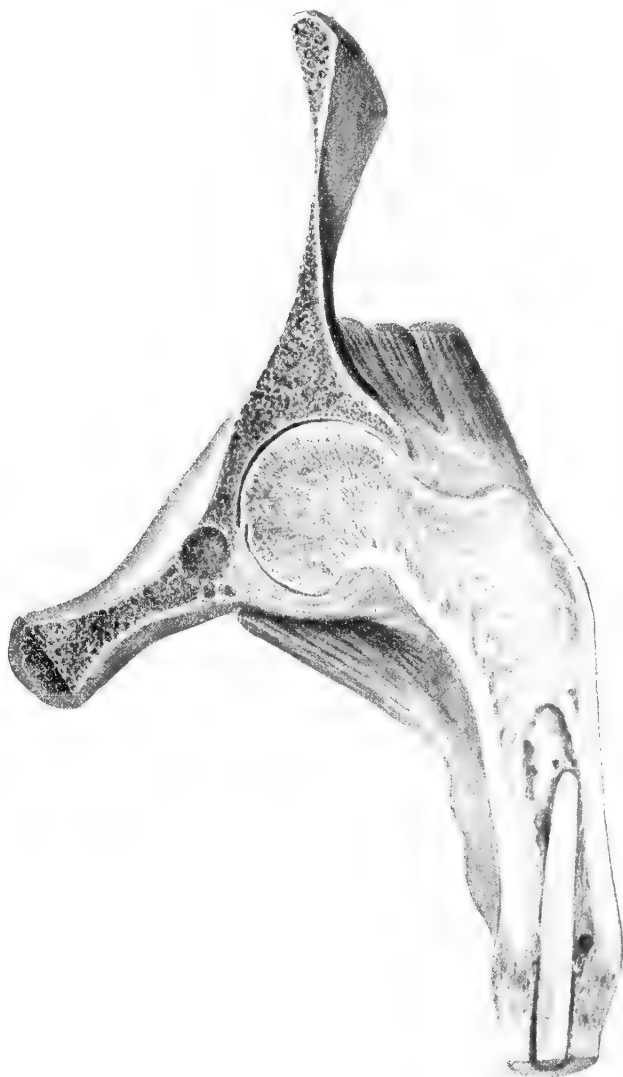


Fig. 20.

gesundes rasch und kräftig in die Luft gestreckt und dabei normal im Kniegelenk gebeugt und gestreckt. Das Röntgenbild (Fig. 18, siehe Tafel) zeigt die normale Beschaffenheit des Implantates, dessen Struktur vollkommen erhalten ist.

11 Monate nach der Operation, während sich die Beweglichkeit noch ständig besserte, traten dann Erscheinungen von Metastasen in Lunge und Wirbelsäule auf, welche nach einer kompletten Quertrennung des Rückenmarks 1 Jahr 1 Monat nach der Operation den Tod herbeiführten. So

Auf dem medianen Durchschnitte des Präparates (Fig. 20) bemerkt man folgendes: Das implantierte Stück sieht etwas heller aus als der bodenständige Knochen. Die kompakte, elfenbeinähnliche Rindenschicht des Schaftteils wird nach oben allmählich schmaler und geht schließlich in normaler Weise als dünne Schicht auf den spongiösen Femurkopf über. Das Knochenmark, das die Hohlräume der Spongiosa des Femurkopfes ausfüllt, ist gelb, am Ansatz des Ligamentum teres auch stellenweise rot gefärbt. Der Markraum des Schaftes ist ausgefüllt

durch den Elfenbeinstift, welcher bei der Operation benützt worden war, um die Verbindung des implantierten Stückes mit dem gesunden Knochen herzustellen. An der unteren Implantationsstelle sieht man auf dem Durchschnitte, wie durch eine schmale Knochenkittmasse der implantierte Knochen fest mit dem gesunden verbunden ist. Dieser Callus ist nicht nur zwischen den beiden Knochenenden entwickelt, sondern klettert an der Außen- und Innenfläche der Compacta beider Fragmente noch um 1 bis 2 cm becherförmig in die Höhe, durch seine rötliche Farbe deutlich vom implantierten, wie auch vom gesunden Knochen abgesetzt. Irgendwelche Erweichungsprozesse sind an der Implantationsstelle in der Compacta nicht zu erkennen.

Bei Betrachtung dieses Präparates muß es geradezu wunderbar erscheinen, wie die Natur das eingepflanzte Knochenstück ausgenutzt, wie sie sich dankbar für die Handhabe erwiesen hat, die ihr



Fig. 21.

geboten wurde. Denn es ist bei der Überpflanzung weder der Rest der Hüftgelenkkapsel an dem Implantat befestigt worden, noch wurden die Muskelansätze im einzelnen an dem Leichenknochen fixiert. Vielmehr wurden nach der Bolzung und der Einfügung des Kopfes in die Pfanne die Reste der Muskulatur nur einfach über dem Implantat mit ziemlich starker Spannung zusammengenäht und dieses dadurch fester in die Pfanne eingepreßt. Trotzdem hat sich eine vollkommene, von einer normalen kaum zu unterscheidende Hüftgelenkkapsel neu gebildet, und die Muskeln haben sich mit kräftigen Insertionen festgesetzt nicht nur ganz allgemein an dem Implantat, sondern sogar an den richtigen Stellen. Fast unbegreiflich aber sind die nahezu normalen Insertionen der Glutaealmuskeln in der Gegend des großen Rollhügels, der doch bei der Einpflanzung einschließlich seines periostalen Überzuges größtenteils abgetragen werden mußte, weil er zu stark gegen die Weichteile andrängte.

Nicht minder instruktiv ist die zweite Beobachtung. Es handelte sich ebenfalls um ein Chondrosarkom des oberen Femurendes, welches Fig. 21 im

Präparat wiedergibt. Nach einer vorausgegangenen Excochleation war der Tumor bereits in den Weichteilen disseminiert. Unter künstlicher Blutleere wurde vor 2¾ Jahren der Tumor exstirpiert und ein entsprechendes Stück Femur mit Hüftgelenkkopf eingepflanzt, welche auf Fig. 22 im Modell wiedergegeben ist. Das Implantat stammte von der Leiche eines an Herzinsuffizienz plötzlich verstorbenen Mannes, welcher sich zur Nachuntersuchung einer vor Jahren wegen gutartigen Leidens ausgeführten Magenoperation in der Klinik aufgehalten hatte und bei der Sektion im übrigen vollkommen gesund befunden worden war. Auch hier wurde der gegen die Weichteile andrängende Trochanter major einschließlich seines periostalen Überzuges größtenteils abgetragen. Die Verbindung mit der Femurdiaphyse wurde dagegen nicht mit dem Elfenbeinstift, sondern mittels der ebenfalls aus der Leiche entnommenen Fibula hergestellt. Die Einheilung erfolgte ohne die geringste Störung,



Fig. 22.

obwohl nach der Excochleation längere Zeit eine Fistel bestanden hatte. Im weiteren Verlaufe hat dann der implantierte Leichenknochen infolge der Bösartigkeit des Tumors sehr viel durchmachen müssen, nämlich nicht weniger als vier Rezidivoperationen und eine Spontanfraktur. Während der Nachbehandlung der Operation eines großen Rezidivtumors, der mit dem Implantat verwachsen war, entstand die Fraktur an der bereits konsolidierten Vereinigungsstelle und betraf auch die zur Bolzung benutzte Fibula. Das Interessanteste ist nun, daß die *Fraktur wieder völlig konsolidiert* ist. Besonders gut geben die Röntgenbilder die Verhältnisse während und nach der Fraktur wieder. Fig. 23 (siehe Tafel) zeigt die Fraktur und Fig. 24 (siehe Tafel) den späteren Zustand mit der deutlichen Callusbildung. Es folgte dann Rezidivoperation auf Rezidivoperation, bis die Tumoren schließlich nicht mehr radikal entfernbare waren, und der Patient sich 2 Jahre 3 Monate nach der Implantation, also zu einer Zeit, in der von einem sicheren Dauerresultat gesprochen werden kann, zur Abnahme des Beins im Hüft-

gelenke, die er vorher verweigert hatte, entschloß. Das Präparat ist in Fig. 25 wiedergegeben.

Der in parallele Gefrierschnitte zerlegte Oberschenkel weist an der fest konsolidierten Frakturstelle eine hochgradige, durch eine rhachitische Verbiegung des Knochens noch vermehrte Krümmung auf; daher ist das Implantat auf den Schnittflächen nicht in ganzer Länge getroffen. Der Übergang des eingepflanzten in den bodenständigen Knochen ist ohne scharfe Grenze. Man erkennt diese mit Sicherheit nur daran, daß in der Markhöhle noch die als Bolzen benutzte, durch Resorptionsvorgänge weich und brüchig gewordene Fibula der Leiche liegt. Das Implantat selbst zeigt dagegen keinerlei Usur, ein Beweis für die Bedeutung der funktionellen Inanspruchnahme, welche das Mißlingen derartiger Knochenbolzungen erklärt. An



Fig. 25.

den eingepflanzten Knochen haben sich, wie im vorigen Falle, die Muskelsansätze fest angelegt, sie sind vollkommen mit dem Perioste verwachsen. Die überknorpelte Gelenkfläche des eingesetzten Femurkopfes ist erhalten und zeigt die typische grau-blaue Farbe des hyalinen Knorpels. Außerdem erkennt man die beiden Rezidivtumoren, welche die Abnahme des Beins veranlaßten.

Nach diesen anatomisch sichergestellten Dauererfolgen glaube ich die Überzeugung aussprechen zu dürfen, daß die *Transplantation aus der Leiche eine Zukunft hat*, denn einwandfreies Leichenmaterial ist, wenn auch nicht gerade leicht, so doch weit eher zu beschaffen, als brauchbares Material aus Amputationsstümpfen. Es entspricht dem konservativen Zuge unserer Zeit, daß wir so selten und so sparsam als möglich amputieren. So habe ich trotz großen Krankenbestandes niemals Gelegenheit gehabt, aus Amputationsstümpfen hinreichendes und geeignetes Überpflanzungsmaterial zu erhalten, und

habe mir deshalb mit Knochen- und Gelenkteilen aus der Leiche geholfen. Es kommt hinzu, daß aus der Leiche schließlich alles gewonnen werden kann, was überhaupt transplantierbar ist, so gerade die aus Amputationsstümpfen nicht erhältlichen oberen Femurenden und Hüftgelenkköpfe, welche in den beiden genannten Fällen mit Erfolg übertragen worden sind.

Nur in kurzen Umrissen konnte ich das zurzeit aktuellste Gebiet der modernen Chirurgie schildern. Vieles ist hier geleistet worden, manches vielleicht, was auf den ersten Blick abenteuerlich erscheint und doch nur auf konsequenter Weiterentwicklung des wissenschaftlich als richtig Erkannten und Erprobten beruht. Auf keinem Gebiete berühren sich die Naturwissenschaften, die schon so oft frisches Leben und neue Anregung in die praktische Medizin hineingetragen haben, so eng mit chirurgischer Wissenschaft und Kunst wie auf dem der Transplantation. Möge aus ihrem Zusammenwirken noch manche bedeutsame Errungenschaft hervorgehen!

Die Bedeutung des Wassers für den wachsenden Organismus.

Von Privatdozent Dr. Ludwig F. Meyer, Berlin.

Banale Erfahrungen, wie sie sich in aller Schärfe täglich jedem aufdrängen, sind es, die uns die Bedeutung des Wassers für die Pflanzenwelt dartun: Auf der einen Seite führt Mangel an Wasser in kurzer Zeit zum Welkwerden der Pflanzen und bald darauf zum Tode, auf der anderen Seite ist Wachstum und Gedeihen der verschiedenen Pflanzenarten an eine ganz bestimmte Zufuhr von Wasser gebunden.

Dieselbe Abhängigkeit von der Wasserzufuhr besteht für jeden lebenden Organismus. Nach kürzester Frist gehen Tiere zugrunde, wenn ihnen das Wasser aus der Nahrung entzogen wird, ja man weiß, daß der Durst rascher tötet als der Hunger. *Nothwangs* Versuchstauben gingen bei Entziehung von Wasser bereits nach $4\frac{1}{2}$ Tagen zugrunde, während der Hunger sie erst nach 10–12 Tagen tötete. Eine solch deletäre Wirkung des Wasserhungers kann nicht wundernehmen, da $\frac{1}{2}$ des Organismus aus Wasser besteht und da das Wasser die Vermittlerrolle für alle Stoffwechselvorgänge spielt. Mit Recht darf man wohl das Wasser als Mutter des Stoffwechsels bezeichnen.

Die Verteilung des Wassers im Körper ist eine recht ungleichmäßige. Die größten Wassermengen sind da aufgestapelt, wo der Stoffwechsel am lebhaftesten vor sich geht: in den *Muskeln*. Der Wassergehalt der Muskulatur beträgt 77 % ihres Gewichtes. Im ganzen ist mehr als die Hälfte des gesamten Körperwassers in der Muskulatur enthalten. Die wasserärmsten Gewebe sind die Knochen und das Fett, letzteres enthält nur 10 % Wasser. Die Tatsache der Wasseraufstapelung in der Muskulatur gibt uns ein klinisch wichtiges

Zeichen für den Wasserstand im Körper, den Tonus der Muskulatur. Je nach der Menge des in den Muskeln deponierten Wassers und der Festigkeit seiner Bindung können wir einen straffen oder schlaffen Muskeltonus palpieren.

Der Wassergehalt des Körpers ist, wenn wir zunächst von der Wasserzufuhr absehen, abhängig von drei verschiedenen Faktoren, vom Alter des Individuums, von der Art der Ernährung und dem Ernährungszustand. Je jünger der Mensch, desto wasserreicher der Körper. Der Körper des Neugeborenen enthält fast 70 % Wasser, der des Erwachsenen 58 %. Diese an sich sehr auffallende Erscheinung, die *Eckert* als Austrocknungsprozeß bezeichnet hat, ist wohl darauf zurückzuführen, daß in den ersten Lebensmonaten der Körper noch z. T. statt aus wasserarmen Knochen aus wasserreichem Knorpel besteht. Die Beziehungen zwischen Ernährungsart und Wassergehalt treten beim wachsenden Organismus viel ausgeprägter in die Erscheinung als beim Erwachsenen. Wir müssen unterscheiden zwischen Nährstoffen, die wasseraufspeichernd wirken — Kohlenhydraten und Salzen — und anderen, bei denen eine solche Affinität zum Wasser nicht wahrzunehmen ist: Eiweiß und Fett. Daß Salze und Kohlenhydrate zur Wasserretention führen, lehrt das Verhalten der Gewichtskurve eines Säuglings sowohl bei deren Zulage als bei deren Entziehung. Bei Zulage von wenigen Gramm Zucker oder Mehl z. B. nimmt man einen für den Unerfahrenen überraschend großen Anstieg der Gewichtskurve wahr, der erst nach einigen Tagen nachläßt. Daß eine Wasserbindung durch die im Körper zurückgehaltenen Salze zustandekommt, ist durch die osmotischen Gesetze verständlich. Weniger klar ist das Zustandekommen der Wasserretention durch Kohlenhydrate, zumal, wie *Rosenstern* gezeigt hat, schon minimale Mengen von Kohlenhydraten unter bestimmten Versuchsbedingungen — bis äußerst kohlenhydratarmer Ernährung — zu starken Gewichtsanstiegen Veranlassung geben. Ob auf dem Wege der Kohlenhydratverbrennung oder bei der Umbildung des eingeführten Kohlenhydrates zu Körperglykogen oder Körperfett (*Czerny*) dieser wasserbindende Stoff entsteht, ist noch eine offene Frage.

Bei der Zulage von Kohlenhydraten oder Salzen machen sich interessante Unterschiede bei einzelnen Individuen geltend, die den Einfluß des Zustandes des Kindes erkennen lassen. Es gibt Kinder, die auf die gleiche Zulage viel, andere, die wenig im Gewicht zunehmen. Es gibt ferner Kinder, bei denen die durch Zulage bedingte Wasserretention die Vorstufe eines gesteigerten Wachstums ist und andere wiederum, bei denen nach den ersten Tagen des Anstiegs das Wachstum nicht weiter gefördert wird. Deutlicher noch als bei der Zulage zeigen sich diese Unterschiede bei Entziehung von Kohlenhydraten oder Salzen. Klinisch hat man bei Gelegenheit der Finkelsteinschen Ekzembehandlung durch molkenlose Kost oft Gelegenheit, diese Unterschiede kennen zu lernen. Entziehung von Salzen, wie sie hier stattfindet, hat bei gesunden Kindern ebenso wie in anderen Fällen die Entziehung von Kohlen-

hydraten eine mäßige Abnahme durch zwei bis drei Tage und dann einen Stillstand des Körpergewichtes und damit wohl auch in diesem Fall des Wachstums zur Folge. Bei Kindern mit schlechtem Ernährungszustand, sei es auf Grund von angeborenen oder erworbenen Konstitutionsschwächen, kommt es dagegen, worauf *Finkelstein* zuerst hingewiesen hat, zu starken Gewichtsstürzen, die oft nicht eher sistieren, bis wiederum Kohlenhydrate oder Salze der Nahrung in größerer Menge zugelegt werden. Die Ursache dieser Gewichtsstürze ist, wie festgestellt wurde, die Abgabe größerer Menge von Körperwasser. Man darf aus diesen Erfahrungen die Formel ableiten: Die Festigkeit der Wasserbindung ist proportional zu der Qualität des Ernährungszustandes. Je schlechter dieser, um so lockerer die Wasserbindung. Das gilt nicht nur für den wachsenden, sondern auch für den ausgewachsenen Organismus. Durchweg sind es Menschen mit schlechter Konstitution, die auf geringfügige Belastung, wie sie außer von der Ernährungssphäre auch durch Infekte, durch Anstrengungen körperlicher und nervöser Art auf den Körper ausgeübt wird, hin starke Abnahmen durch Wasserverlust zeigen. Je größer ferner der Wassergehalt des Körpers — das wissen wir durch Tierexperimente *Weigerts* — desto niedriger ist die Immunität, desto krankheitsbereiter das Individuum.

Unsere Bemühungen bei der Ernährungstherapie zielen deshalb dahin, jede übermäßige und lockere Wasseraufstapelung im Körper zu vermeiden. Freilich ist das bisweilen eine schwierige Aufgabe, weil die übermäßige Wasserretention sich im klinischen Bilde zunächst nicht anders bemerkbar macht wie die normale Wasserbindung; und nicht selten steht der Arzt vor der schwierigen Entscheidung, ob ein erzielter Gewichtsanstieg echter Anbau oder unerwünschte Wasseraufspeicherung bedeutet. Durch sorgfältige Anamnese, die über Senkung der Toleranz gegenüber der Nahrung und Herabsetzung der Immunität berichtet, und Untersuchung des Körperzustandes wird die richtige Entscheidung meist möglich sein. Freilich kann nicht verschwiegen werden, daß selbst der Erfahrene hier bisweilen lange Zeit hindurch getäuscht wird, indem sich eines Tages als Scheinansatz, d. h. als schlechter Wasseransatz erweist, was er für qualitativ gutes Gewebe gehalten hat.

Der Wasserkonsum des Säuglings ist sehr beträchtlich und relativ viel größer als beim Erwachsenen. Pro 1 kg Erwachsener wird im Tag 35 g, pro 1 kg Säugling 140 g Wasser aufgenommen. Ob dieser enorme Wasserkonsum des Säuglings einem Bedürfnis des wachsenden Organismus entspricht oder ob er eine mehr zufällige Folge des ausschließlichen Angebotes flüssiger Nahrung ist, diese Frage ist nur durch die Feststellung des Wasserbedarfs zu entscheiden. Man hat sich mit der Frage des Wasserbedarfs bis jetzt sehr wenig befaßt, weil man den Säugling sowohl bei natürlicher als bei der üblichen künstlichen Ernährung für genügend mit Wasser versorgt hielt. Daß diese aprioristische Meinung indes nicht für alle Fälle zutrifft, darauf haben

jüngst zum erstenmal O. und W. Heubner hingewiesen. Durch sie wurde der Gedanke in Erwägung gezogen, ob die unzureichende Gewichtszunahme eines Kindes an der Mutterbrust nicht mitunter die Folge ungenügender Deckung des Wasserbedarfes sein könnte. Den Ausgangspunkt ihrer Erwägung bildete die Beobachtung eines Kindes, das zwar kalorisch völlig ausreichend versorgt war, aber trotzdem an Gewicht nicht zunahm, ohne dabei krank zu sein. O. und W. Heubner zogen aus dieser Beobachtung den Schluß, daß es vielleicht in einem ähnlichen Fall genügen könnte, zur Erzielung der erforderlichen Zunahme ausschließlich Wasser zuzuführen, ohne durch Beinahrung den Energiequotienten zu erhöhen. In der Tat habe ich denn auch bald nach der Publikation Heubners eine derartige Beobachtung mitteilen können, bei der einzig und allein die Zulage von Wasser zu einer, in der Menge zwar niedrigen, in dem dargebotenen Gehalt an Nährstoffen aber ausreichenden Ernährung mit Frauenmilch nach längerer Zeit des Gewichtsstillstandes ständig gute Zunahme hervorrief. Derartige Fälle mit ungenügender Deckung des Wasserbedarfes bei der Ernährung an der Brust haben wir seitdem mehrere Male zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Aber nicht nur beim natürlich ernährten Kind, auch beim *künstlich ernährten* ist die Kenntnis des Wasserbedarfes praktisch wichtig, wenn man z. B., wie in neuerer Zeit empfohlen, gegen die Appetitlosigkeit eine Ernährung mit konzentrierten Mischungen anwendet. Gibt man diese kalorienreiche Kost ohne genügende Zulage von Wasser, bleibt der Wasserbedarf ungedeckt, so wird man oft den gewünschten Erfolg in der Gewichtszunahme des Patienten vermissen. Es heben sich dabei drei verschiedene Gruppen von Kindern voneinander ab. Die erste Gruppe zeigt bei Ernährung mit konzentrierter Mischung Gewichtsabnahme, die zweite Gewichtsstillstand, die dritte längere Zeit hindurch gutes Gedeihen und Zunahme trotz der Wasserarmut in der Nahrung und erst nach mehreren Wochen Gewichtsstillstand. In allen drei Reihen bewirkte die Zulage von Wasser sofort Gewichtszunahme. Wie es Pflanzen mit höherem und niederem Wasserbedarf gibt, so müssen wir zwischen Individuen mit größerer und geringerer Avidität zum Wasser unterscheiden. Optimales Wachstum erfordert im Durchschnitt die Zufuhr von 150 g Wasser pro kg Körpergewicht, eine Menge, die sich interessanterweise fast genau mit der deckt, wie sie die Natur in der Frauenmilch zur Verfügung stellt.

Zurückbleiben des Wachstums ist keineswegs die einzige Folge eines unzureichenden Wasserangebotes. Allzu große Austrocknung des Körpers erzeugt das Phänomen des *Durstfiebers*, das in der amerikanischen Literatur schon länger bekannt, in Deutschland jüngst von Erich Müller beschrieben wurde. Müller beobachtete ein zeitliches Zusammentreffen von Temperaturanstieg und Flüssigkeitsenthaltung einerseits und Temperaturabfall und Flüssigkeitszufuhr andererseits und schloß mit Recht auf einen Kausalkonnex zwischen Durstzustand und Fiebererscheinung. Die Austrocknung

des Körpers ist wahrscheinlich auch die Ursache jener Fieberanstiege, denen man nach v. Reuß und Heller bei Neugeborenen recht häufig begegnet; auch sie sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß der Organismus des neugeborenen Kindes in den ersten Tagen nach der Geburt infolge der zu jener Zeit stattfindenden Gewichtsabnahme ein Zuviel an Wasser verliert.

Daß ungenügende Deckung des Wasserbedarfs zu Fieber und mit der Zeit auch zu anderen Erscheinungen der Krankheit führen kann, ist für die Entstehung der *Sommerkrankheiten* der Säuglinge von hoher Bedeutung. Wir wissen, daß die Wasserabgabe durch die Atemluft und Haut in hohem Grade von der Außentemperatur abhängig ist. Bei einer Temperatur von 28 Grad Réaumur beträgt diese Abgabe etwa das Sechsfache des Normalen. Ein derartiger Wasserverlust muß während des Hochsommers bei ungenügendem Ersatz zur Austrocknung des Säuglings führen. Es ist deshalb nicht von der Hand zu weisen, daß die allgemein bekannte Häufung der Ernährungsstörungen bei Säuglingen im Hochsommer mit einer Wasserverarmung des Säuglings zusammenhängt.

Bis jetzt war nur von einem Wassermangel aus *äußeren* Gründen die Rede. Diesem steht gegenüber ein Wassermangel aus *inneren* Gründen. Jede ernste Ernährungsstörung des Säuglings geht mit einem solchen einher. Trotz reichlichen Wasserangebots hat die Zelle entweder die Fähigkeit der Fixation des Wassers verloren, oder aber sie gibt sogar vormed fixiertes Wasser in großer Menge ab. Im letzteren Falle verbinden sich mit den katastrophalen Gewichtsstürzen schwerste klinische Erscheinungen mit Bewußtseinsstörung und allgemeiner Stoffwechselstörung. Die Ursache dieses in schwerer Krankheit eintretenden Verlustes der Wasserfixation ist noch nicht geklärt, ihre Auffindung gehört noch zu den Problemen, die uns die Ernährungsstörungen aufgeben.

Faßt man die Bedeutung des Wassers für den wachsenden Organismus in wenig Worte zusammen: Ohne Wasserbeteiligung ist weder Wachstum, noch irgend eine Lebensäußerung denkbar, Unterschreitung des Wasserbedarfs führt zu Wachstumsstörungen und zu bedrohlichen Erscheinungen; richtige feste Bindung des Wassers in der Zelle ist eines der wichtigsten Merkmale gesunder Konstitution.

Der zehnte internationale Geographenkongreß.

(Rom, 27. März bis 3. April 1913.)

Von Universitäts-Professor Dr. Gustav Braun, Basel.

Es kann sich hier an dieser Stelle natürlich nicht darum handeln, den Einzelverlauf des Kongresses darzulegen, sondern es kann vielmehr nur einiges Allgemeine zur Sprache kommen. Der römische Kongreß litt unter der mehrmaligen Verschiebung, infolge des tripolitanischen Krieges, und ist sicher aus diesem Grunde in wissenschaftlicher

Beziehung nicht so ausgefallen, wie es hätte sein können. Das wird jeder Beurteiler der Dinge in Rechnung ziehen. Sein größtes positives Verdienst erblicke ich in der Förderung zweier internationaler Unternehmungen, des internationalen Formenatlas und der Weltkarte 1 : 1 000 000.

Der Formenatlas (*Atlas photographique des formes du relief terrestre*) ist hervorgegangen aus einer Anregung von Professor *E. Chaix* in Genf auf dem Kongreß von 1908, eine Anregung, die durch den Autor schon in mehreren Druckschriften vorbereitet war. Der ursprünglich bescheidene Plan wurde in Genf erweitert und ein permanentes internationales Komitee eingesetzt, das sich später vervollständigte und seinerseits die Herren *Chaix*-Genf, *J. Brunhes*-Paris und *Emm. de Martonne*-Paris mit der Ausarbeitung betraute. Es gelang einen Herausgeber zu finden (*Fred. Boissonnas & Cie.* in Genf), der die Tafeln zu dem sehr geringen Preis von je 63 Centimes in guter Ausführung und großem Quartformat herzustellen versprach. Der für die Anordnung der Bilder aufgestellte Plan umfaßte neun Gruppen von Erscheinungen: 1. Formen, die durch Verwitterung und Schwerewirkung entstehen, wie Lawinenbahnen, Bergsturznischen u. a. 2. Elementare Erosionsformen des strömenden Wassers (Strudeltöpfe, Erdpyramiden, Wildbachschluchten). 3. Zusammengesetzte Formen, die länger dauernder Einwirkung fließenden Wassers ihre Entstehung verdanken, geordnet nach dem Gesichtspunkte der Jugend, der Reife eines Landes, und Formen mehrerer Zyklen. 4. Formen, die durch den wechselnden Einfluß der verschiedenen Gesteine bedingt werden, wie z. B. die große Gruppe der Karstformen, beruhend auf der Löslichkeit und eigenartigen Klüftung des Kalkes. 5. Formen, die von der Lagerung der Gesteine abhängig sind (horizontale Schichtung, geneigte Schichtung, Faltung, Verwerfung). 6. Glazial beeinflusste Formen. 7. Formen ariden Klimatas und Windwirkung. 8. Küstenformen und 9. Vulkanische Formen. Es umfaßt dieser Plan wohl auch in der Tat alles, was von Formen bekannt ist.

Die Probeflieferung, die 1911 ausgegeben wurde, brachte acht Tafeln aus den verschiedenen Gruppen, die vortrefflich gelungen waren. Jede wurde von einem erklärenden Text begleitet, der eine kleine Monographie der betreffenden Erdstelle mit Literatur- und Kartenangaben reichlich versehen darstellt. Daraufhin sind dann, wie *Chaix* in Rom zu allgemeiner Befriedigung mitteilen konnte, so viel Subskriptionen eingelaufen, daß die Herstellung dieses großen Werkes von dauerndem Wert gesichert ist.

Ich glaube, daß die Bedeutung dieses Atlas noch über seinen großen Wert der Veranschaulichung von Erdformen beim Unterricht und Studium hinausgeht. Ich halte ihn für den unentbehrlichsten Ausgangspunkt auf dem Weg zu einer geographischen Nomenklatur. Wir leiden gegenwärtig unter einer wahren babylonischen Sprachenverwirrung auf morphographischem Gebiete, die dadurch nicht besser wird, daß man neuerdings

sogar nationale Gesichtspunkte für die Auswahl der Bezeichnungen in den Vordergrund treten läßt. Die Verwirrung ist einerseits dadurch hervorgerufen, daß die Grundsätze und Lehren der amerikanischen morphologischen Schule siegreich bei uns Einzug hielten, so daß wohl alle jüngeren Geographen mehr oder weniger ausgesprochen sich ihnen angeschlossen. Damit kam die dort aufgestellte Nomenklatur. Zweitens werden sehr häufig treffende Lokalnamen in die allgemeine Literatur verschleppt, dort dann nicht immer richtig angewandt und manchmal falsch gedeutet. Drittens aber wird wohl von vielen Seiten zu wenig Gewicht auf nomenklatorische Fragen gelegt, und gedankenlos werden alteingebürgerte Bezeichnungen, die oft nicht zutreffen, weiter gebraucht.

Es ist das außerordentlich große Verdienst von Professor *W. M. Davis*, die Bedeutung der Nomenklatur scharf erfaßt und ein System „erklärender“ Bezeichnungen gegeben zu haben, das durchaus nicht endgültig sein soll, aber wohl als Basis weiterer Arbeit dienen kann. Was wir brauchen, ist auf Grund seiner Arbeiten jetzt wohl klar begriffen: 1. ein System einfach beschreibender Benennungen, die nichts von einer Erklärung enthalten, nur die Form möglichst klar geben, z. B. Landstufe, Ufer, Ebene, usw.; 2. ein System erklärender Benennungen, bei dem in ein, zwei Worten die Form und die Art ihrer Entstehung angedeutet sind, z. B. junges Tal, reif zerschnittene Fastebene, Vulkankegel usw.; 3. die Belegung jedes dieser letzteren Ausdrücke durch Typen, am besten diejenigen, für welche der Ausdruck zuerst geprägt ist — einen Typenatlas.

Es liegen seit *Richthofens* System im 16. Kapitel seines „Führers für Forschungsreisende“ 1886 mehrfache Versuche vor zu Benennungssystemen zu gelangen. *Emm. de Martonne* gab einen solchen in französischer Sprache auf Grund der Davisschen Anschauungen. Das gleiche versuchte *G. Braun* in geringerem Umfang für das Deutsche unter erstmaliger Zusammenstellung der englisch-amerikanischen und deutschen Synonyme. Bei *A. Supan* mischen sich ältere und neuere morphologische Anschauungen seltsam, und *S. Passarge* schließlich entwarf auf origineller Basis ein System, das in bewußtem Gegensatz zu *Davis-Braun* steht. Die Vorschläge der Atlaskommission decken sich fast völlig mit *Davis'* und *E. de Martonnes* Entwürfen, die demnach international geprüft und angenommen sind. Noch garnicht in Angriff genommen ist ein Versuch, die Nomenklatur der Biogeographie — unter welchem Namen ich Tier- und Pflanzengeographie sowie die des Menschen zusammenfasse — in Ordnung zu bringen, obgleich ein solcher gerade dort, wo alles *Geographische* noch in den Anfängen steckt, Aussicht auf Erfolg und auf weite Verbreitung hätte. Immerhin ist das Morphologische zunächst das Wichtigere, und wenn der Atlas da hilft, ist seine Bedeutung gesichert.

Ins Praktische übersetzt, bedeuten meine Vorschläge also: starke Beachtung der nomenklatorischen Fragen bei der Ausarbeitung der Begleittexte seitens der Redakteure. Soweit ausführbar ist ferner

seitens der Bearbeiter der einzelnen Blätter das Entstehen der Benennung des dargestellten Typus zu verfolgen, eventuell sein Autor festzulegen und in Klammer dem Namen beizufügen; z. B. *Riedel (A. Penck)*. An alle Morphologen und Geographen überhaupt aber richtet sich die Bitte nun auch für alle Benennungen den Atlas und sein System so weit zu Rate zu ziehen und zu benutzen, bis etwas Besseres gefunden ist.

Das zweite große Werk, das auf dem römischen Kongreß erhebliche Förderung erfuhr, ist die internationale Weltkarte 1 : 1 000 000. Das Projekt derselben ist von *A. Penck* auf dem 5. internationalen Geographenkongreß in Bern entwickelt, und der große Plan ist trotz vielfacher Widerstände auch in den Kreisen der wissenschaftlichen Geographen jetzt so weit gebracht, daß schon eine ganze Reihe von Kartenblättern aus den verschiedensten Teilen der Erde fertig vorliegen. Die große Bedeutung der Karte beruht darin, daß sie erst den Vergleich verschiedener Erdstellen miteinander nach den verschiedensten Gesichtspunkten ermöglicht, der jetzt infolge der so sehr wechselnden Maßstäbe in unseren Atlanten immer schwierig, z. T. garnicht möglich ist, ganz abgesehen davon, daß dieselben fast ausschließlich zur Terraindarstellung sich der anschaulichen Schraffur bedienen, nur ganz selten einmal die allein brauchbaren Isohypsen anwenden.

Dem Kongreß lag der Bericht des Internationalen Komitees vor, das sich im November 1909 in London versammelt hatte. Es waren darin die Vorschläge für die einheitliche Ausgestaltung des Werkes enthalten. Jedes Blatt soll ein Gebiet von 4° der Breite und 6° der Länge umfassen, wobei jenseits des 60. Breitengrades zwei und mehr Blätter vereinigt werden können. Das Gradnetz soll von Grad zu Grad voll ausgezogen werden. Als Projektion wird eine modifizierte polykonische Projektion mit geradlinigen Meridianen gewählt, die leicht zu konstruieren ist und für welche Tafeln gegeben werden. Die Terraindarstellung erfolgt durch Isohypsen im Abstand von 100 zu 100 m, die Höhenstufen werden durch Farbtöne unterschieden. Kleinere Formen können durch Schummerung hervorgehoben werden. Gewässer werden blau, die Schichtlinien braun, Wege rot, Eisenbahnen schwarz eingetragen. Die Farbtöne für die Schichtstufen sind unten grün, in den mittleren Höhen braun, für die höchsten rot zu wählen nach vorgeschriebener Skala. Dem Bericht des Komitees sind maßgebende Proben, nach denen die einzelnen Staaten sich zu richten haben, beigegeben.

Auf dem Kongreß kamen Probeblätter von Argentinien, England, Japan und Schweden zur Vorlage, die sich tunlichst genau an diese Vorschläge halten. Es liegen aber tatsächlich schon viel mehr Blätter im gleichen Maßstab vor, die sich leicht später zu einem einheitlichen Werk vereinigen lassen werden; so z. B. deutsche Karten von Ostasien, französische von Südostasien und Afrika u. a. m., was gegenwärtig schwer zu übersehen ist. Bei genauer Prüfung der verschiedenen Blätter ergab sich, daß doch vielfach noch Unterschiede

bestehen, welche die Einheitlichkeit des großen Werkes gefährden. So wurde denn in Rom beschlossen, es solle Frankreich im Herbst 1913 eine neue Konferenz nach Paris einladen, welche die Detailfragen der Ausführung regeln soll. Es kann das keine Schwierigkeit mehr bieten, nachdem Frankreich durch dankenswertes Entgegenkommen den Meridian von Greenwich und England das Metermaß angenommen hat, womit die grundlegenden Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt sind.

Die wissenschaftliche Ausbeute an Vorträgen und Demonstrationen war im allgemeinen nicht groß. Der Kongreß litt, wie erwähnt, unter der mehrmaligen Verlegung infolge des tripolitanischen Krieges, die viele Redner am Kommen in diesem Frühjahr verhinderte. Er krankte weiter an seiner Abhaltung in der Stadt Rom, die mit ihrer Umgebung an sich schon ein geographisches Studienobjekt ersten Ranges ist, welcher Tatsache leider von seiten der Kongreßleitung nicht genügende Beachtung geschenkt wurde. So mußte man schon allein oder in kleiner Gesellschaft sich mühsam die Aufschlüsse suchen, die den Boden Roms zu verstehen erlauben, wie die Ziegeleien im marinen Pliocän im Valle del Inferno hinter dem Vatikan und die in den Katakomben an der Via Appia anstehenden Tuffe, die jene Meeresbildungen und Ufersande überdecken, mußte allein die auch in den ausführlichsten Reisebüchern nur wenig behandelte altnähliche räumliche Entwicklung des heutigen Stadtgrundrisses von den ältesten Zeiten an verfolgen.

Für den landschaftlich schönsten und morphologisch wohl interessantesten Teil der Umgebung Roms, das Albaner-Gebirge, war *Sabatinis* Monographie des Vulcano Laziale ein kundiger Führer, der die Mängel der Durchführung der offiziellen Exkursion vergessen ließ, die uns am Schönsten vorbeitransportierte. An der Hand des Buches aber gestaltete sich die Besteigung des Monte Cavo, des höchsten Gipfels des Berges, zu einem Glanzpunkt, und ermöglichte einen tiefen Einblick in die vulkanische Tätigkeit, die ihn geformt.

So mischen sich beim Rückblick auf den Kongreß Licht und Schatten. Sein Gesamtergebnis ist erfreulich, wofür den Veranstaltern gedankt sei, seine Durchführung läßt uns viele Wünsche an die Leitung der nächsten Tagung in St. Petersburg richten, wie das an anderem Ort geschah.

Mathematik und Naturwissenschaft in der höheren Mädchenbildung.

Von Prof. Dr. F. Poske, Dahlem bei Berlin.

Die Organisation der höheren Mädchenschulen hat in Preußen durch die Neuordnung von 1908 eine völlige Umgestaltung erfahren, und die übrigen deutschen Staaten haben sich mit mehr oder weniger großen Abweichungen dieser Neuordnung angeschlossen. Das bemerkenswerteste an den neuen Plänen ist bekanntlich die Einführung der Mathematik, die in Klasse IV (12. Lebensjahr) der jetzt

Lyzeum genannten höheren Mädchenschule ein-
gesetzt und bis zur obersten Klasse (I) mit drei
wöchentlichen Stunden bedacht ist. Das Pensum
entspricht annähernd dem der (sechsklassigen)
Realschulen für Knaben. Der Naturkunde sind in
den Klassen VII bis V je 2 Stunden, in IV bis II
je 3, in I wieder 2 Stunden zugewiesen; der Lehr-
stoff umfaßt in VII bis IV die Naturgeschichte,
in III bis I die Physik und Chemie nebst einge-
schobenen Abschnitten aus der Biologie.

An das Lyzeum schließt sich ein drei Klassen
umfassendes Oberlyzeum, wo auf die Mathematik
je 4 Stunden, auf die Naturkunde 2 + 3 + 3 Stun-
den entfallen, und auf das noch eine Seminarklasse
für Lehrerinnenausbildung aufgesetzt ist; parallel
zum Oberlyzeum laufen zwei Klassen einer Frauen-
schule, die etwa der Selekt der früheren höheren
Töchter Schulen entsprechen. Schon nach Klasse IV
bzw. III des Lyzeums (13. bzw. 14. Lebensjahr) zwei-
gen sich die Studienanstalten ab, die entweder den
Typus der Oberrealschulen oder der Realgymnasien
oder endlich der Gymnasien tragen und bis zu
einer Reifeprüfung (im Mindestalter von 19 Jahren)
führen, die zum akademischen Studium berechtigt.

Gleich nach dem Erscheinen der neuen Lehr-
pläne ist es beklagt worden, daß es nicht gelungen
ist, auf diesem doch gewissermaßen jungfräulichen
Boden der Mädchenbildung ein Schulsystem zu
schaffen, das in einfachem, klarem Klassenaufbau
die mannigfachen Verworrenheiten vermieden hätte,
an denen unser Knabenschulsystem vermöge seiner
geschichtlichen Entwicklung krankt. Es hätte mög-
lich sein müssen, die Organisation so zu gestalten,
daß sich erst an den absolvierten Kursus des Ly-
zeums die Studienanstalten ansetzten, während jetzt
das Oberlyzeum ohne ausreichende Berechtigungen
(abgesehen von dem in seinem Wert stark beein-
trächtigten Examen für Elementarlehrerinnen) eine
verkümmerte Spitze darstellt, und andererseits der
Übertritt zu den Studienanstalten in einem Lebens-
alter erfolgen muß, in dem nur selten eine sichere
Entscheidung über den künftigen Beruf möglich
sein wird. Die Entwicklung in anderen Bundes-
staaten hat den hier geäußerten Bedenken recht
gegeben: in Sachsen hat man das dreiklassige
Oberlyzeum bei angemessener Lehrplanverfassung
zur Studienanstalt mit Oberrealschulcharakter er-
hoben, dem Latein wird durch wahlfreien Unter-
richt Rechnung getragen. In Hessen bildet das
Oberlyzeum mit Oberrealschulcharakter die alleinige
Studienanstalt und zugleich höheres Lehrerinnen-
seminar. Das Haupthindernis einer durchgängigen
einheitlichen Gestaltung des Schulsystems, bei der
auch die Studienanstalten mit altsprachlichem Cha-
rakter sich auf das Lyzeum aufbauen, liegt in der
noch immer weit verbreiteten Meinung, es sei in
solchem dreiklassigen Oberbau kein erfolgreicher
Betrieb des Lateinischen und gegebenenfalls des
Griechischen möglich; die Zukunft wird lehren, daß
dies ein Vorurteil ist. Schon jetzt lehren die Er-
folge privater Kurse, daß junge Damen mit aus-
reichender Begabung und ernstem Wollen — und
nur um diese kann es sich handeln — solchen An-
forderungen gewachsen sind.

Über die bisher mit den neuen Lehrplänen ge-
machten Erfahrungen, mit besonderer Rücksicht
auf den mathematischen und naturwissenschaft-
lichen Unterricht, sind kürzlich bereits zwei
Schriften erschienen, die eine von *Dr. F. Möhle*¹⁾,
dem Direktor des städtischen Lyzeums und Ober-
lyzeums in Hagen i. W., die andere von *Dr.
J. Schröder*²⁾, Direktor des staatlichen Lyzeums
am Lerchenfeld in Hamburg. Der ersten dieser
Schriften liegt eine Rundfrage zugrunde, die von
74 % der staatlichen und von 31 % der privaten
höheren Mädchenschulen beantwortet worden ist.
Aus beiden Schriften ergibt sich mit großer Be-
stimmtheit, daß es ein entschiedener Mißgriff ge-
wesen ist, die Mathematik an den Lyzeen mit
durchweg nur drei Wochenstunden anzusetzen, da-
bei aber doch das Pensum in ungefähr demselben
Umfange zu bemessen, wie es an den Knabenschulen
bei vier Wochenstunden der Fall ist; es wird mit
Recht eine vierte Wochenstunde mindestens in den
Klassen X bis IV gefordert, es hängt davon nicht
weniger als der Wert und die Bedeutung des ma-
thematischen Unterrichts überhaupt am Lyzeum ab.
Auch die realgymnasiale Studienanstalt hat bei
gleichem Stoffausmaß 5 Wochenstunden (= 200
Lehrstunden) weniger als das Knabenrealgym-
nasium; und an der Oberrealschule für Mädchen
ist ein Ausfall von sogar 7 Wochenstunden vor-
handen, der durch etwas geringere Zielforderungen
nur zum Teil ausgeglichen wird.

Auch in den Naturwissenschaften wird die be-
willigte Stundenzahl, wie das Ergebnis der Umfrage
beweist, durchweg als zu gering empfunden.
Die allgemeine Not wird noch durch eine ganz un-
glückliche Verteilung des Lehrstoffes auf die ein-
zelnen Klassen gesteigert, worüber in den Fachzeit-
schriften bereits kurz nach Veröffentlichung der
Lehrpläne lebhaft Klage geführt worden ist. Ins-
besondere ist die Chemie das „Aschenbrödel“ der
amtlichen Reform, wie in der ersten der beiden
Schriften überzeugend dargelegt wird. Die Natur-
geschichte ist gegen früher erheblich besser bedacht,
doch fehlt es noch immer an dem Wichtigsten, an
einem abschließenden Kursus der Biologie in der
obersten Klasse. Das Interesse der Mädchen ist der
Biologie in höherem Maße als der Physik und
Chemie zugewendet. „Den mehr quantitativen und
mathematischen Betrachtungen widmen sie nicht so
viel Interesse wie den mehr qualitativen und eigent-
lich naturwissenschaftlichen, und unter diesen zeigen

1) Der mathematische und naturwissenschaftliche
Unterricht an den preußischen Lyzeen, Oberlyzeen und
Studienanstalten nach der Neuordnung von 1908. Im
Auftrage des deutschen Ausschusses für den mathema-
tischen und naturwissenschaftlichen Unterricht bear-
beitet von *Fritz Möhle*. Leipzig, B. G. Teubner, 1913.
48 S.

2) Die neuzeitliche Entwicklung des mathematischen
Unterrichts an den höheren Mädchenschulen Deutsch-
lands, insbesondere Norddeutschlands von Professor
Dr. J. Schröder. Mit einem Schlußwort von *F. Klein*.
(Abhandl. über den math. Unterricht in Deutschland,
veranlaßt durch die Internationale mathematische Un-
terrichtskommission, Bd. I, Heft 5.) Leipzig,
B. G. Teubner, 1913. 183 S.

sie das größte Interesse für die biologischen Vorgänge, für die Vorgänge des Lebens. Diese Fächer haben daher ein besonderes Anrecht darauf, einen wesentlichen Anteil an der Bildung der weiblichen Jugend zu erhalten“ (*Möhle* S. 34).

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Reform des höheren Mädchenschulwesens noch keineswegs als abgeschlossen angesehen werden darf. Auf Verbesserungen namentlich im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht hinzuwirken wird besonders auch die Aufgabe des von der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte begründeten Deutschen Ausschusses sein, nachdem die von derselben Gesellschaft eingesetzte Unterrichtskommission bereits 1906 durch ihre Stuttgarter Vorschläge an dem Reformwerk mitgearbeitet hat.

Durch die vorliegenden Berichte wird auch eine Frage der Beantwortung näher geführt, die schon Anlaß zu vielen Kontroversen gegeben hat, nämlich die Frage nach der Beanlagung der Mädchen für die Mathematik. Es hat sich als irrig erwiesen, daß den Frauen diese Beanlagung gänzlich oder grobenteils fehle. Von der Mehrzahl der Beurteiler wird festgestellt, daß zwischen Knaben und Mädchen keine Anlageverschiedenheit bestehe, ja es wird im Durchschnitt ein Fünftel der Mädchen als gut beanlagt, drei Fünftel als normal, und nur ein Fünftel als schwach befähigt bezeichnet (*Schröder* S. 91). Es wird auch lobend das rege Interesse, die große Lust und das gute Verständnis der Mädchen hervorgehoben, denen oft raschere Auffassung als den Knaben eigen ist. Allerdings wird auch betont, daß der Unterricht durch und durch anschaulich und mit großer Geduld, nie sprunghaft zu erteilen sei. Was das weitergehende Interesse der Mädchen für Mathematik betrifft, so ist bemerkenswert, daß nach dem durchschnittlichen Ergebnis bei drei Studienanstalten unter 47 Abiturientinnen nicht weniger als 13 das Studium der Mathematik gewählt haben (*Schröder* S. 93). Auch hat sich unzweifelhaft gezeigt, daß die Mädchen keineswegs für die Fremdsprachen mehr Interesse und Neigung haben, als für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer. Die Zahl der Abiturientinnen, die sich für diese Fächer entschieden haben, war bei dem Prüfungstermin 1912 ebenso groß wie die für die philologischen Fächer — Deutsch, Fremdsprachen, Geschichte, Religion — zusammengekommen (*Möhle* S. 40).

Durch diese Tatsachen werden nachträglich die Stimmen derer gerechtfertigt, die schon vor Jahren die mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung als notwendige Ergänzung der damaligen allzu ausschließlich ästhetisch-literarischen Bildung für die Mädchenerziehung gefordert haben. Durch die straffere Zucht des Denkens in jenen Fächern wird einer einseitigen Richtung nach der Gefühlsseite hin das Gegengewicht gehalten, und die Frauen werden zugleich erst dadurch für viele Berufszweige tauglich gemacht, die sie im modernen Berufsleben wohl ausfüllen können.

Die Quantentheorie.

(Dargestellt im Anschluß an den Verhandlungsbericht¹⁾ des Solvay-Kongresses in Brüssel 1911.)

Von Dr. Fritz Reiche, Berlin.

§ 1.

Griechische Denker haben zuerst mit Klarheit den Gedanken ausgesprochen, daß alle Materie aus kleinen, unteilbaren Teilchen, den Atomen, bestehe. Als die Chemie sich im Laufe des letzten Jahrhunderts zu einer exakten Wissenschaft entwickelte, wurde die Hypothese von der Existenz der Atome (und ihrer Vereinigung zu Molekülen) zum Fundament ihres Baues. Auch in die Physik drang allmählich die Lehre von der molekularen Struktur aller Substanzen ein.

In ein neues, viel verheißendes Entwicklungsstadium trat die Molekulartheorie, als man versuchte, die Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik auf die regellosen Bewegungen von Gasmolekülen anzuwenden, die einem Mückenschwarm vergleichbar, durcheinander schwirren und miteinander zusammenstoßen. Daß dieser Versuch von größtem Erfolge gekrönt war, bewiesen die klassischen Arbeiten von *Clausius*, *Maxwell* und *Boltzmann*. Die Stärke der von diesen Forschern entwickelten „kinetischen Gastheorie“ zeigte sich aufs deutlichste auch in jüngster Zeit; denn auf ihr fußend konnte *M. Knudsen* theoretisch und experimentell diejenigen Erscheinungen verfolgen, die bei hochverdünnten Gasen auftreten, sobald die Abmessungen der Gasräume klein sind gegen die mittlere freie Weglänge der Gasmoleküle (d. h. diejenige Strecke, die die Moleküle durchschnittlich zwischen zwei Zusammenstößen zurücklegen). Die in diesem Fall geltenden Gesetze sind durchaus verschieden von den üblichen, da der Einfluß der gegenseitigen Stöße vernachlässigt werden kann.

Die Tragweite der kinetischen Gastheorie jedoch war noch größer. Hatte sie einerseits die makroskopischen Erscheinungen der Thermodynamik — die Zusammenhänge von Druck, Temperatur, Dichte usw. — durch Mittelwertbildung zu übersehen gestattet, so drang sie andererseits tief in das mikroskopische Leben des Gases ein, indem sie die absolute Größe der Atome und ihre Zahl pro Kubikzentimeter (die sogenannte Loschmidtsche Zahl) zu berechnen erlaubte.

Eine Bestätigung dieser Werte erfolgte von einem anderen, der Gastheorie verwandten Gebiete: dem der Brownschen Molekular-Bewegung. Es war *A. Einstein*, der als erster erkannte, daß die Anwendung statistischer Methoden zur Berechnung der regellosen Wärmebewegung eines Schwarms kleiner Körper nicht auf die Atome oder Moleküle von Gasen und Flüssigkeiten beschränkt sei, son-

¹⁾ La théorie du rayonnement et les quanta. Rapports et discussions de la Réunion tenue à Bruxelles du 30 Oct. au 3 Nov. 1911. Sous les auspices de *M. E. Solvay*. Publiés par *Mrs. P. Langevin* et *M. de Broglie*. Paris, Gauthier-Villars, 1912. Eine deutsche Übersetzung ist in Vorbereitung.

dern auch für größere Molekülkomplexe, z. B. die Körner einer Emulsion, Gültigkeit besitzen müsse. So konnte er z. B. exakt die mittlere Verschiebung berechnen, die ein solches Emulsionskorn im Lauf einer bestimmten Zeit unter dem Einfluß der Molekülstöße erleidet. Die ausgedehnten Versuchsreihen *J. Perrins* an Gummigutt-Emulsionen bestätigten *Einsteins* Resultate in überraschender Weise und ergaben für die Loschmidtsche Zahl Werte, die mit den aus der Gastheorie abgeleiteten aufs beste übereinstimmen.

In den letzten Jahrzehnten, als die atomistisch-kinetische Auffassung der Materie neben der klassischen Mechanik und Thermodynamik festen Fuß gefaßt hatte, ging auch in der Lehre von den elektrischen, magnetischen und optischen Erscheinungen eine Umwälzung vor sich. Die verschiedenartigen Entladungserscheinungen in verdünnten Gasen, die genauere Erforschung des Wesens der Kathodenstrahlen und der von radioaktiven Stoffen ausgesandten β -Strahlen drängten die Physiker mit immer zwingenderer Kraft zu der Überzeugung, daß die Elektrizität ebensowenig wie die Materie ein beliebig weit teilbares Kontinuum sein könne, daß vielmehr unteilbare, von materieller Masse freie, Atome der Elektrizität mit negativer Ladung existieren müßten, die als die kleinsten Bausteine dasjenige Fluidum zusammensetzen, das wir „elektrische Ladung“ nennen. Die Ladung dieser, mit dem Namen *Elektron* bezeichneten unteilbaren Elementarfelder ($e = 4,78 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten) ist somit die kleinste in der Natur auftretende Elektrizitätsmenge.

Durch diese Erkenntnis von der Existenz der Elektronen wurden nun mit einem Schlage auch die Erscheinungen der Optik und der Wärmestrahlung in ein neues Licht gerückt. Da nämlich nach der Elektronentheorie irgendwie beschleunigte oder verzögerte (also z. B. um eine Gleichgewichtslage schwingende oder rotierende) Elektronen eine *elektromagnetische Strahlung* entsenden, so lag es nahe, allgemein die Beschleunigungen oder Verzögerungen von elektrischen Elementarladungen als die Quelle der optischen und thermischen Strahlung im Äther anzusehen. Auf dieser Grundlage konnten *P. Drude*, *M. Planck* und *H. A. Lorentz* durch die pendelartigen Schwingungen elastisch gebundener Elektronen die Erscheinungen der Dispersion, der Absorption und des normalen *Zeemaneffektes* darstellen; auch die Wärme- und Elektrizitätsleitung der Metalle ließ sich in vielen Einzelheiten (*Wiedemann-Franzschs Gesetz*) gut behandeln (*E. Riecke*, *P. Drude*, *H. A. Lorentz*, *P. Debye* und andere), wenn man als Träger des elektrischen und thermischen Stromes freie Elektronen im Metall annahm, die nach der Art von Gasmolekülen zwischen den Metallatomen umherschwirren.

§ 2.

So war durch die Existenz der Elektronen ein Band zwischen Materie und Äther geknüpft, das bei der Bearbeitung eines der Grundprobleme der Physik als sicheres Fundament dienen konnte: bei der Ableitung der *Strahlungsformel*. Hierunter

ist folgendes zu verstehen. Es ist bekannt, daß jeder Körper von bestimmter Temperatur Energie in Form von Strahlung in den umgebenden Raum aussendet. Ist diese Emission allein durch die Wärme des Körpers veranlaßt, so heißt sie Temperaturstrahlung; wird sie durch chemische, elektrische oder Bestrahlungsprozesse hervorgerufen, so nennt man sie Chemi-, Elektro- oder Photolumineszenz. Wir betrachten im folgenden zunächst die reine Temperaturstrahlung.

Diese Strahlung ist kein einheitliches Energiegebilde, sondern aus einer unendlichen Fülle einzelner Strahlungen von verschiedener Farbe (d. h. verschiedener Wellenlänge oder verschiedener Frequenz¹⁾) zusammengesetzt; mit anderen Worten: sie bildet im allgemeinen ein *Spektrum*, in dem die Strahlungen jeder Frequenz ν zwischen $\nu = 0$ und $\nu = \infty$ vertreten sind. Je nach der Natur des emittierenden Körpers ist auch sein Spektrum verschieden (man denke z. B. an die Mannigfaltigkeit der Linien- und Bandenspektren leuchtender Gase und Dämpfe).

Man bezeichnet die von der Flächeneinheit pro Sekunde emittierte Strahlungsenergie von bestimmter Frequenz ν als das *Emissionsvermögen* E_ν des Körpers für diese Frequenz. Dieses Emissionsvermögen hängt erstens von der Temperatur T (absolut gemessen) des strahlenden Körpers ab: je wärmer der Körper ist, d. h. je höher seine Temperatur ist, desto stärker strahlt er. Das Emissionsvermögen hängt zweitens auch von der Farbe der Strahlung, d. h. von der Frequenz ν ab. Denn es werden verschiedene Farben verschieden stark emittiert. Drittens aber hängt bei beliebigen strahlenden Körpern das Emissionsvermögen auch noch von den speziellen Körpereigenschaften ab. Unter allen Körpern aber ist einer besonders dadurch ausgezeichnet, daß sein Emissionsvermögen *nur* von seiner Temperatur und von der Farbe der Strahlung (d. h. der Frequenz ν) abhängt, dagegen von seinen speziellen Eigenschaften nicht. Dies ist der *absolut schwarze Körper*, der die Eigenschaft besitzt, alle ihn treffenden Strahlungen, von welcher Farbe sie auch seien, vollständig zu verschlucken, zu absorbieren. Sein Emissionsvermögen, das wir \mathfrak{E}_ν nennen, ist also, wie man sich mathematisch ausdrückt, nur Funktion seiner Temperatur T und der Frequenz ν . Die von ihm ausgesandte Strahlung heißt die *schwarze Strahlung*. Diejenige Beziehung, die allgemein das Emissionsvermögen des schwarzen Körpers in seiner Abhängigkeit von der Temperatur des Körpers und von der Farbe der Strahlung darstellt, die also, mathematisch gesprochen, \mathfrak{E}_ν als Funktion von ν und T gibt, nennt man die *Strahlungsformel des schwarzen Körpers*. Ihre Ableitung, d. h. die Beantwortung der Frage, wie sich bei der schwarzen Strahlung von bestimmter Temperatur die Energie auf die einzelnen Frequenzen verteilt, ist das *Hauptproblem der Strahlungstheorie*.

¹⁾ Frequenz = $\frac{\text{Lichtgeschwindigkeit}}{\text{Wellenlänge}}$

In einem allseitig von spiegelnden Wänden umschlossenen, gegen Wärmeaustausch mit der Umgebung geschützten, evakuierten Hohlraum stellt sich, wie *G. Kirchhoff* erkannte, automatisch der stationäre schwarze Strahlungszustand her, wenn sich im Innern beliebige emittierende und absorbierende Gebilde befinden. Die Intensität der Strahlung von bestimmter Frequenz ν im Hohlraum ist daher hier gleich dem Emissionsvermögen \mathfrak{S}_ν des schwarzen Körpers für dieselbe Frequenz.

Die Verwirklichung des schwarzen Körpers durch *O. Lummer*, *W. Wien* und *F. Kurlbaum* und die experimentelle Erforschung der Strahlungsformel durch *O. Lummer* und *E. Pringsheim* beruhen auf diesem fundamentalen Satz. Auf ihn gestützt unternahm es *M. Planck*, die Energieverteilung der schwarzen Strahlung auch theoretisch abzuleiten, indem er als einfachste, mit der Elektrodynamik verträgliche, emittierende und absorbierende Gebilde lineare elektromagnetische Oszillatoren oder Resonatoren (schwingende Elektronen) annahm, die nach der Art akustischer Stimmgabeln nur auf ein schmales Frequenzgebiet der im Hohlraum befindlichen Strahlung ansprechen, das in der unmittelbaren Umgebung ihrer Eigenfrequenz ν_0 liegt.

Denkt man sich eine große Zahl N solcher voneinander unabhängiger Resonatoren im Hohlraum und über sie hinstreichend, den ganzen Hohlraum erfüllend, schwarze Strahlung, so tauschen die Resonatoren mit der Strahlung Energie aus, und es wird sich ein Gleichgewicht zwischen der Strahlung und den Resonatoren herstellen, bei dem erstens die Intensität der Strahlung einer bestimmten Frequenz ν_0 einen gewissen Wert \mathfrak{S}_{ν_0} annimmt, und zweitens die Energie eines Resonators einen bestimmten zeitlichen Durchschnittswert (Mittelwert) U besitzt. Zwischen diesen beiden Größen \mathfrak{S}_{ν_0} und U läßt sich aus der Elektrodynamik und gewissen Eigenschaften der Wärmestrahlung die einfache Beziehung herleiten

$$\mathfrak{S}_{\nu_0} = \frac{\nu_0^2}{c^2} \cdot U \left(\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2} \right)$$

(wo $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum bedeutet), die also aussagt, daß zwischen der Intensität der Strahlung einer bestimmten Farbe und der mittleren Energie der Resonatoren, die gerade auf die Strahlung dieser Farbe stark ansprechen, Proportionalität besteht. Die Aufgabe, \mathfrak{S}_{ν_0} als Funktion von ν_0 und der Temperatur T darzustellen — und das ist ja gerade das Grundproblem — ist also jetzt auf die Berechnung der Größe U zurückgeführt, d. h. auf die Bestimmung des zeitlichen Mittelwerts der Energie eines Resonators, oder, was auf dasselbe herauskommt, des räumlichen Mittelwertes aller N Resonatoren in einem Augenblick. Dieser Mittelwert läßt sich sofort angeben, wenn man die Energiewerte der einzelnen Resonatoren kennt, d. h. wenn man die folgende Frage beantworten kann: wie verteilt sich im Gleichgewichtszustand bei der Temperatur T die Gesamtenergie auf die N Resonatoren?

Diese Frage ist ganz analog der in der Gastheorie gestellten: wie verteilt sich im thermodynamisch-statistischen Gleichgewichtszustand bei der Temperatur T die Gesamtenergie des Gases, d. h. die kinetische Energie der Moleküle auf die einzelnen Moleküle? Die Antwort auf diese Frage gibt das bekannte Maxwellsche Verteilungsgesetz der Geschwindigkeiten; aus ihm im speziellen, und allgemein aus statistischen Betrachtungen von *Boltzmann* und *Gibbs* folgt der bekannte Satz von der gleichmäßigen Energieverteilung (equipartition of energy) in der folgenden Form: im statistischen Gleichgewicht bei der absoluten Temperatur T verteilt sich die Energie auf das betrachtete System in der Weise, daß jeder unabhängige Freiheitsgrad¹⁾ des Systems die gleiche mittlere Energie $\frac{1}{2} k T$ ($k = 1,341 \cdot 10^{-16}$ erg) erhält. Sind in einem Raum von der Temperatur T Gasmoleküle von verschiedener Masse im thermodynamischen Gleichgewicht, so hat jedes Molekül, unabhängig von seiner Masse, die gleiche mittlere Energie $\frac{3}{2} k T$ (da es 3 Freiheitsgrade besitzt). Plancksche lineare Oszillatoren von verschiedener Eigenfrequenz nehmen bei der Temperatur T alle die gleiche mittlere Energie $U = k T$ an, unabhängig von ihrer Eigenfrequenz ν_0 , denn sie haben 2 Freiheitsgrade genau wie linear schwingende Atome.

Jetzt war die gestellte Aufgabe gelöst: setzte man den Wert $k T$ für die mittlere Resonatorenergie U in die oben genannte Gleichgewichtsbedingung zwischen Strahlung und Resonator ein, so folgte für die Strahlungsintensität der Frequenz ν der schon von *Rayleigh* und *Jeans* abgeleitete Ausdruck

$$\mathfrak{S}_\nu = \frac{\nu^2}{c^2} k T \left(\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2} \right),$$

der also das Strahlungsgesetz des schwarzen Körpers allgemein, d. h. für alle ν zwischen 0 und ∞ darstellen sollte.

Dieses Rayleigh-Jeanssche Strahlungsgesetz steht im grellsten Widerspruch zur Erfahrung. Für kleine Werte von ν/T zwar (d. h. für lange Wellen oder sehr hohe Temperaturen) stimmt es mit den experimentellen Messungen gut überein; für größere ν/T aber (d. h. für kurze Wellen oder niedrige Temperaturen) weicht es immer stärker von ihnen ab. Während die Messungen der Strahlungs-

¹⁾ Was man unter dem „Freiheitsgrad“ oder der „Bewegungsfreiheit“ eines Systems zu verstehen hat, und wie man die Zahl der Freiheitsgrade eines Systems bestimmt — deren Kenntnis ja bei der Anwendung des Satzes von der gleichmäßigen Energieverteilung notwendig ist —, sei im folgenden erläutert. Ein Punkt, der nur kinetische, keine potentielle Energie besitzt und sich z. B. längs einer Geraden, also nur in einer Dimension, frei bewegen kann, hat einen Freiheitsgrad; kann er sich auf einer Fläche bzw. im Raum frei bewegen, so hat er zwei bzw. drei Freiheitsgrade, entsprechend den zwei bzw. drei Dimensionen von Fläche bzw. Raum. Ist aber der auf einer Geraden bewegliche Punkt elastisch gebunden, so daß er etwa Schwingungen ausführt, so besitzt er neben der kinetischen Energie auch potentielle Energie und wir müssen zu seinem kinetischen Freiheitsgrad noch einen potentiellen Freiheitsgrad hinzufügen. Entsprechend hat auch der im Raum schwingende Punkt 6 Freiheitsgrade: 3 kinetische und 3 potentielle.

intensität \mathfrak{S}_ν bei konstanter Temperatur zeigten, daß unter der Gesamtheit aller im Spektrum des schwarzen Körpers vorhandenen Farben stets *eine am stärksten* emittiert wird, daß also die Kurve, die \mathfrak{S}_ν als Funktion von ν darstellt, stets *ein Maximum besitzt*, verhält sich die theoretische Kurve durchaus anders: ohne ein Maximum zu bilden, steigt sie mit wachsender Frequenz unbegrenzt an. Summiert man ferner über alle ν , bildet also die Gesamtintensität der Strahlung aller Farben, so gibt das Experiment für alle endlichen Temperaturen stets eine *endliche Gesamtstrahlung*; das abgeleitete Gesetz dagegen liefert für alle endlichen Temperaturen den Wert „unendlich“ für die Gesamtstrahlung.

Von verschiedenen Seiten und in verschiedenster Weise ist die theoretische Ableitung des Rayleigh-Jeansschen Gesetzes geprüft worden. So ging in einer tiefgehenden Untersuchung H. A. Lorentz von der Vorstellung aus, daß die bei den Stößen der freien Elektronen gegen die Metallatome erzeugte Strahlung die Wärmestrahlung der Metalle bilde; er bestimmte dabei die mittlere kinetische Energie der Elektronen aus dem Satze von der gleichmäßigen Energieverteilung und gelangte zum Rayleigh-Jeansschen Gesetz. A. Einstein und L. Hopf denken sich den Planckschen Resonator fest mit einem Molekül verbunden und dieses ganze Gebilde der Strahlung und den Stößen anderer Moleküle ausgesetzt. Dann folgt aus der Gleichgewichtsbedingung (daß nämlich der Impuls, den die Molekülstöße dem betrachteten Molekül erteilen, im Durchschnitt ebenso groß ist wie der Impuls, den die Strahlung dem Resonator erteilt) unmittelbar das Rayleighsche Gesetz. Endlich hat H. A. Lorentz auf dem Solvaykongreß in sehr allgemeiner Weise gezeigt, daß man mit Notwendigkeit zum Rayleigh-Jeansschen Gesetz gelangt, wenn man auf die gesamten Erscheinungen (mechanischer und elektromagnetischer Natur), die sich in einem von Strahlung, Materie und Elektronen beliebig erfüllten Hohlraum abspielen, die Hamiltonschen Grundgleichungen der Mechanik und das aus der Gibbschen Statistik folgende Gesetz der gleichmäßigen Energieverteilung anwendet.

Wollte man also der unvermeidlichen Katastrophe, am Rayleigh-Jeansschen Strahlungsgesetz zu landen, entgehen, so mußte man in die Grundlagen der Strahlungstheorie eine neue Hypothese einführen, die den Störfried, nämlich das Gesetz der gleichmäßigen Energieverteilung, wenigstens für die strahlenden und absorbierenden Oszillatoren, gründlichst vernichtete. Dies leistete die von M. Planck erdachte *Quantentheorie*, die in ihrer ursprünglichen Form folgendermaßen lautet: *Die Energie der Oszillatoren ist nicht stetig veränderlich, d. h. sie kann nicht jeden beliebigen Wert zwischen 0 und ∞ annehmen. Vielmehr ist sie stets ein ganzzahliges Vielfaches eines bestimmten Energiequantums ϵ , das mit der Eigenfrequenz ν_0 des Oszillators durch die Beziehung*

$$\epsilon = h \cdot \nu_0 \quad (h = 6,415 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec})$$

verknüpft ist. Die Energie des Oszillators kann

also demnach nur die Werte 0, ϵ , 2ϵ , 3ϵ usw. annehmen, sie kann sich nur sprunghaft ändern, sie scheint atomisiert zu sein.

Die wichtige Frage nach der mittleren Energie des Planckschen Oszillators beantwortet sich daher hier ganz anders als früher. Dort nämlich war die Gesamtenergie aller Resonatoren *stetig* auf die ungeheuer große Zahl der N Resonatoren verteilt; d. h. ordnete man die Resonatoren in Gruppen nach der Größe ihres Energieinhalts, so rückten bei wachsender Resonatorenzahl die Energien aufeinander folgender Gruppen immer näher aneinander heran, ihre Unterschiede wurden um so kleiner, je größer die Zahl N der Resonatoren wurde. Im Grenzfall für unendlich viele Resonatoren bildeten die Energien der einzelnen Gruppen eine stetige Folge. Hier dagegen ist die Energie *quantenhaft* auf die N Resonatoren verteilt; d. h. ordnet man auch hier die Resonatoren in Gruppen nach der Größe ihres Energieinhalts, so springt die Energie von einer Gruppe zur folgenden stets um ϵ , wie groß auch die Zahl der Resonatoren sei. Die mittlere Energie eines Resonators bei der Temperatur T wird hier

$$U = \frac{\epsilon}{e^{\frac{\epsilon}{kT}} - 1} = - \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad (\text{erg})$$

Von einer gleichmäßigen Energieverteilung ist hier, wie man sieht, keine Rede, denn U hängt wesentlich von ν ab; d. h. Resonatoren mit verschiedener Eigenfrequenz nehmen ganz verschiedene mittlere Energien an. Das aus dieser Formel folgende Plancksche Strahlungsgesetz

$$\mathfrak{S}_\nu = \frac{h\nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad \left(\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2} \right)$$

ist nun in der Tat in bester Übereinstimmung mit den experimentellen Messungen; es liefert für \mathfrak{S}_ν (als Funktion von ν) ein Maximum, das sich bei steigender Temperatur nach größeren Frequenzen verschiebt (Wiensches Verschiebungsgesetz), und für die Gesamtintensität aller Farben einen endlichen Wert, der der vierten Potenz der absoluten Temperatur proportional ist (Stefansches Gesetz).

Es muß ferner als eine starke Stütze für die Richtigkeit der Planckschen Strahlungsformel angesehen werden, daß es Planck gelungen ist, mit Hilfe der aus den experimentellen Messungen von O. Lummer, E. Pringsheim und F. Kurlbaum bekannten Werte der Konstanten h und k die Ladung e des Elektrons zu berechnen. Der von Planck gefundene Wert $e = 4,69 \cdot 10^{-10}$ (elektrostatische Einheiten) ist in so guter Übereinstimmung mit den neuesten direkten Messungen dieser Größe ($e = 4,78 \cdot 10^{-10}$ nach Millikan), daß man die innere Kraft dieser Theorie bewundern muß, die es gestattet, Naturkonstanten aus so verschiedenen Gebieten miteinander zu verknüpfen.

¹⁾ Die in dieser und der folgenden Formel auftretende Größe e ist die Basis der natürlichen Logarithmen und nicht mit der Ladung des Elektrons zu verwechseln.

Die von *Planck* in der ausgeführten Form begründete Quantentheorie hat im Laufe der Zeit verschiedenartige Umwandlungen durchgemacht, da sich ihrer weiteren Durchführung große Schwierigkeiten in den Weg stellten.

Wenn nämlich die Energie des Planckschen Oszillators stets ein ganzzahliges Vielfaches von ϵ beträgt, so folgt daraus notwendig, daß der Oszillator nicht beliebige Energiemengen, sondern nur ganzzahlige Vielfache von ϵ absorbieren und emittieren kann. Diese Folgerung aber schlägt der klassischen Elektrodynamik (der Maxwellschen Theorie und der Elektronentheorie) ins Gesicht; denn nach der Elektronentheorie muß ein elektromagnetischer Oszillator, etwa ein schwingendes Elektron, im Strahlungsfelde stetig emittieren und absorbieren. Die beiden Grundpfeiler der Strahlungstheorie, die Elektrodynamik und die Quantentheorie sind also unvereinbar. Zwei Möglichkeiten standen nun offen:

1. konnte man die Quantentheorie auch im Vakuum durchführen, d. h. auch die im Strahlungsraum befindliche Energie aus Energiequanten von der Größe ϵ zusammensetzen. Diesen radikalen Standpunkt, daß alle Strahlung aus unteilbaren Quanten bestehe, vertraten *A. Einstein* und *J. Stark*. *Einstein* konnte sogar zeigen, daß, wenn man nur das Plancksche Strahlungsgesetz als experimentelles Ergebnis zugrunde legte, der Ausdruck für die zeitlichen Schwankungen der Energie im Strahlungsfelde mit Notwendigkeit auf eine quantenhafte Struktur dieser Energie schließen lasse. Damit aber würde das so gut fundierte Gebäude der Maxwellschen Gleichungen im Äther zusammenbrechen, das eine völlige Stetigkeit der Feldenergie fordert und sich durch die exakte Wiedergabe der Interferenz- und Beugungserscheinungen bisher aufs beste bewährt hat. Hier liegt ohne Zweifel ein Rätsel vor, das der Lösung noch harret.

Andererseits jedoch kann man nicht verkennen, daß die von *Einstein* und *Stark* begründete „Lichtquantentheorie“ auf eine große Reihe physikalischer Fragen mit Erfolg angewandt worden ist. Mit ihrer Hilfe konnte *Einstein* die Stokessche Regel der Phosphoreszenz ableiten und auch auf dem Gebiete der lichtelektrischen Erscheinungen eine fundamentale Frage klären, auf die wir noch im folgenden zurückkommen werden. *Stark* konnte auf Grund der Lichtquantenvorstellung die untere Grenze von Bandenspektren berechnen, *Stark* und *Haber* verknüpften die Theorie mit der chemischen Valenzlehre.

2. konnte man versuchen, für den Äther, d. h. für die energetischen Verhältnisse im Raume, die klassische Elektrodynamik beizubehalten und die durch die Quantentheorie geforderten Abweichungen von den Maxwellschen Grundgleichungen auf den Oszillator und seine unmittelbare Nachbarschaft zu beschränken. Diesen Standpunkt vertritt *M. Planck*. Da aber — worauf vor allem *H. A. Lorentz* hinwies — die Vorstellung unstetiger Absorption zu physikalisch unmöglichen Folgerungen

führen würde¹⁾, so entschloß sich *Planck*, seine erste Theorie in folgender Weise zu modifizieren: die Absorption verläuft durchaus stetig nach den klassischen Gleichungen der Elektrodynamik; die Energie der Oszillatoren ist daher stetig veränderlich und kann jeden Wert zwischen 0 und ∞ annehmen. Quantenhaft und unstetig dagegen ist die Emission, und zwar kann der Oszillator nur in einem Augenblick emittieren, in dem seine Energie gerade ein ganzes Vielfaches von ϵ beträgt. Ob er dann emittiert, hängt von Vorgängen so verborgener Natur ab, daß wir ihre Gesetze vorläufig nur mit statistischen Methoden behandeln können. Wenn er aber emittiert, so emittiert er stets seine ganze Energie; seine Schwingung sinkt also auf Null herab und wächst dann durch Absorption allmählich wieder an. Man könnte den Oszillator etwa einem Gefäß vergleichen, das sich mit stetig hineinfließendem Wasser anfüllen kann (Absorption), das aber, wenn der Wasserstand eine gewisse Höhe erreicht hat, umschlägt und dabei seinen ganzen Wassergehalt ausschüttet (Emission). Auch bei dieser Formulierung der Quantentheorie gelangt man zum Planckschen Strahlungsgesetz; die mittlere Energie eines Oszillators dagegen ist hier um $\epsilon/2$ größer als in der ersten Theorie. Die Oszillatoren behalten daher beim absoluten Nullpunkt der Temperatur im Mittel eine von der Temperatur unabhängige latente Nullpunktenergie von der Größe $\epsilon/2$, indem sie für $T=0$ alle möglichen Energien zwischen 0 und ϵ annehmen.

Es sei hier noch bemerkt, daß es kürzlich *A. Einstein* und *O. Stern* gelungen ist, nur unter der Voraussetzung einer wirklichen (nicht mittleren), für alle Oszillatoren gleichen, Nullpunktenergie $\epsilon = h\nu$ ohne Einführung weiterer Unstetigkeiten das Plancksche Gesetz auf dem von *A. Einstein* und *L. Hopf* früher beschrittenen Wege abzuleiten.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Neuerscheinungen auf dem Gebiete der Vererbungslehre.

Bateson, W., Mendel's Principles of Heredity. Third impression with additions. XIV und 413 S. 8° mit 38 Figuren und 6 Tafeln. Cambridge, University Press, 1913.

Plate, L., Vererbungslehre, mit besonderer Berücksichtigung des Menschen, für Studierende, Ärzte und Züchter. II. Band der Handbücher der Abstammungs-

¹⁾ Die Zeit, die der Oszillator zur Absorption eines Energiequantums braucht, kann bei geringer Intensität der äußeren Strahlung so groß werden, daß die Beobachtungszeit unter Umständen zur Absorption eines ganzen Energiequantums nicht ausreicht; in diesem Falle kann der Oszillator sozusagen „nicht wissen“, ob er überhaupt erst anfangen soll zu absorbieren oder nicht, da er möglicherweise, wenn die Strahlung etwa plötzlich abbricht, nur einen Bruchteil eines Energiequantums absorbiert hätte.

lehre. XII und 519 S. 8°, mit 179 Figuren und drei Tafeln. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1913.

Lenz, F., **Über die krankhaften Erbanlagen des Mannes und die Bestimmung des Geschlechts beim Menschen.** 170 S. 8° mit 231 Abbildungen. Jena, Gustav Fischer, 1912.

Das unbestreitbare und unschätzbare Verdienst, die moderne Erblchkeitsforschung zum ersten Male in einem einheitlichen Rahmen zusammengefaßt und dieses große und wichtige Gebiet wirklich zum Range einer eigenen wohl abgegrenzten „Lehre“ erhoben zu haben, gebührt dem englischen Vererbungsforscher *Bateson*, von seinen zahlreichen Einzelentdeckungen ganz zu geschweigen. Durch sein Buch „*Mendel's Principles of Heredity*“ hat er anregend und vorbildlich für alle Fragen der Erblchkeitslehre gewirkt, und den Spuren seines Einflusses kann sich keiner entziehen, der es heute unternimmt, zusammenfassend über diesen jüngsten, selbständig werdenden Zweig der biologischen Wissenschaften zu schreiben. Für die Schnelligkeit, mit der selbst auf diesem unendlich mühevollen und zeitraubenden Experimentalgebiet gearbeitet wird, ist es ein recht charakteristisches Zeichen, daß *Bateson* die neue, dritte Auflage seines Werkes nahezu als unveränderten Abdruck der vorigen der wissenschaftlichen Welt vorlegt: in dem ganz richtigen Empfinden, daß, wenn an dem Lehrgebäude ein Stein wesentlich verändert wird, so gleich der ganze Bau neu aufgeführt und neu fundamantiert werden müsse. So hat *Bateson* es vorgezogen, in einigen kurz gehaltenen Anhängen auf die wichtigsten neuen Tatsachengruppen hinzuweisen. Abgesehen von zahlreichen Einzelheiten kommen insbesondere die Fortschritte zur Erörterung, die unsere Einsicht in die Probleme der Genetik wirklich vertieft haben. Da sind zunächst die Untersuchungen *Baurs* über die Nachkommenschaft der Pflanzen, die aus zwei verschiedenen Varietäten oder Arten vegetativ zusammengesetzt sind, derart, daß z. B. die Hautlagen zu der einen, die Innenpartien der anderen Stammform zugehören. Man bezeichnet sie als „Chimaeren“. Die Deszendenz züchtet völlig bestimmt von der Sorte, die das Keimzellenlager liefert: die Beschaffenheit dieser subepidermalen Lage erlaubt also einen sicheren Schluß auf die genetische Verfassung der Gameten. — Das Kapitel der Abstößung und Anziehung von Erbfaktoren oder Genen ist durch die Annahme bedeutend verständlicher geworden, daß ein Mischling die verschiedenen Sorten von Keimzellen je nach seinem eigenen Ursprung in verschiedenen Zahlenverhältnissen bildet: Aus der Kreuzung $AB \times ab$ gehen dieselben Zygoten AB, Ab, aB, ab hervor wie aus der zweiten Kreuzung $Ab \times aB$: nur werden in einem Fall $3n^2 - (2n - 1)$, $2n - 1$, $2n - 1$, $n^2 - (2n - 1)$, im zweiten aber $2n^2 + 1$, $n^2 - 1$, $n^2 - 1$, 1 Nachkommen der genannten Sorten entstehen, weil die Keimzellen von beiden in ungleicher, zudem in jedesmal gesetzmäßig verschiedener Proportion gebildet werden. Für die Entstehungsweise derartiger Reduplikationsprozesse gibt *Bateson* ein anschauliches Schema. — Das wichtige Kapitel der Geschlechtsvererbung ist besonders durch einige Beiträge auf dem Gebiete der menschlichen Erblchkeitslehre (Farbenblindheit) und durch die Untersuchungen von *Goldschmidt* über die Entstehung des Gynaecomorphismus, der Zwittertracht, bereichert worden. —

Das Batesonsche Buch hält sich in sehr bezeichnender Weise von allzu weit ausgesponnenen Hypothesen fern. Es ist das eine fast unvermeidliche Gefahr neuer und bestechender Auffassungen, daß man sie zwingen möchte, alles zu „erklären“, daß man in ihren Rahmen möglichst viel von dem hineinzubannen sich bestrebt, was überhaupt bekannt ist. Das neueste deutsche Lehrbuch der Vererbungs-

forschung von *Plate* ist dieser Versuchung nicht immer pedantisch aus dem Wege gegangen, wohlgemerkt nicht zum Schaden der Sache oder des Ganzen, das so einen weit einheitlicheren, umfassenderen und geschlosseneren Charakter, zumal für die Zwecke des Unterrichtes erhält. Hervorgegangen aus dem Kapitel über alternative Vererbung in dem bekannten Werke des gleichen Verfassers über das Selektionsprinzip, berührt es naturgemäß kürzer alle die dort behandelten Fragen, die in anderen Erblchkeitswerken einen oft breiten Raum einnehmen. Das *Platesche* Buch präsentiert sich als ein stattlicher zweiter Band der Handbücher der Abstammungslehre, die in zehn bis zwölf Bänden die gesamte biologische Entwicklungslehre umfassend darstellen sollen.

Der Rahmen einer „Vererbungslehre“ steht heute beinahe fest und ändert sich in den verschiedenen Lehrbüchern nur in untergeordneter Weise dadurch, daß der eine Autor dem einen, jener einem anderen Kapitel eine eingehendere Besprechung widmet. *Plates* Buch zeichnet sich durch die sehr anschauliche und ausführliche Darstellung der allgemeinen Erscheinungen der Erblchkeit, der eigentlichen Erbphysiologie, aus, besonders auch der Abweichungen von dem typischen Mendelgeschehen. Die Tatsachen der Geschlechtsvererbung und der geschlechtsabhängigen Erblchkeit schließen sich hier an. Den Vorkommnissen der menschlichen Vererbung ist eine sehr ausführliche Schilderung zuteil geworden; wohl zum ersten Male erscheinen alle hierher gehörigen Phänomene in diesem Umfange zusammengefaßt. Die Theorie der Erblchkeit, die Zusammenhänge des Mendelismus mit dem Vererbungsproblem und die Zytologie der Erberscheinungen, endlich die praktische Bedeutung der Mendelei für die Landwirtschaft bilden den Schluß der Darstellung.

In weit höherem Grade als *Batesons* grundlegendes Werk, das für jeden Forscher eine unentbehrliche Quelle darstellt, eignet sich *Plates* Buch zur schnellen Orientierung und zur Einführung in die oft nicht einfachen Anschauungsweisen des Mendelismus. Wie das *Baursche* Lehrbuch für den Botaniker, wird sich, ähnlich wie *Goldschmidts* Werk, das *Platesche* Buch für den Zoologen als Leitfaden empfehlen, während die *Haeckersche* Zusammenfassung vor allem dem Zytologen, und *Johannsens* Erblchkeitslehre dem biometrisch interessierten Leser zusagen dürfte.

Sein eigenartiges Gepräge erhält *Plates* Buch, was die Art der Darlegung anlangt, durch die innige Durchmischung von Tatsache und Hypothese, dergestalt, daß die analytische Auflösung fast durchgehends als das Wesentliche, die Fakten als deren Erläuterung, als Beispiele erscheinen. Durch diese Art axiomatischer Ableitung wird die Darstellung sehr durchsichtig und einheitlich. Man darf andererseits eine gewisse Gefahr nicht verkennen, die in einer radikalen Durchführung dieser Lehrmethode liegt. An zahlreichen Stellen des Buches tritt wieder und wieder die Vorstellung hervor, daß die Erbeinheiten oder Gene materielle Teilchen, Stoffpartikelchen, wohl gar mit einer bestimmten Lokalisation in der Erbzelle seien. Nur einmal wird etwas nachdrücklicher auf ihren hypothetischen Charakter hingewiesen. Im Grunde sind sie doch nur kurze, konventionelle Symbole für Unterschiedlichkeiten im Verhalten der Deszendenz bestimmter Organismenformen. Kein Chemiker stellt sich beim Niederschreiben der Formel einer verdünnten Höllesteinlösung vor, daß in ihr die Ag-Ionen als Partikelchen von gediegenem Silber herumschwimmen — und hätte doch dazu noch weit mehr Berechtigung, als der Vererbungsforscher den Genen gegenüber. Auf diesen symbolischen Charakter der Faktorenhypothese kann zumal der Anfänger gar nicht

nachdrücklich genug hingewiesen werden, weil sich sonst gar zu leicht grob sinnliche oder stoffliche Vorstellungen bilden, denen im Naturgeschehen gar keine realen Wesenheiten entsprechen. Mit dieser Idee hängt in gewissem Grade auch *Plates* schroffe Ablehnung der Burschen Auffassung der „Reaktionsweise“ als Vererbungsgrundlage zusammen. Die Erbtheorie erscheint bei *Plate* modifiziert, im Gegensatz zu den Meinungen der meisten Vererbungsforscher, durch den Ersatz der Presence-Absence-Hypothese durch die Grundfaktor-Supplementtheorie, die in vielen Punkten an die Immunkörper-Komplement-Vorstellung *Ehrlichs* anklängt und das vielleicht nicht nur in ihrem äußeren Gewande. *Bateson* und mit ihm die meisten Modernen erblicken im Zustande der „Rezession“ eines Merkmals sein Fehlen im Keimplasma; *Plate* hält das Grundelement, das Gen, als solches für immer vertreten, läßt es aber im Mendel-Sinne aktiviert werden durch ein Supplement, das den Grundfaktor gegebenenfalls in den dominanten Zustand überführt. Naturgemäß vermag jede Hypothese mit erhöhter Elementenzahl weitreichendere Erklärungsmöglichkeiten zu erschließen. — Stofflich ist mit ganz besonderer Freude die Reichhaltigkeit des Kapitels der menschlichen Vererbungserscheinungen zu begrüßen. Sowohl die normalen als ganz besonders die pathologischen erblichen Störungen finden hier in übersichtlicher und klarer Weise ihre Zusammenstellung.

Wie vielseitig deutbar gerade beim Menschen die etwas verwickelten Phänomene sind, selbst wenn nicht allzu spärliche Beobachtungen zur Verfügung stehen, erkennt man gerade aus dem Vergleiche der *Plateschen* Darstellung des von ihm sogenannten „gynephoren“ Typus, bei dem das Weib als selbst normaler, gesunder Krankheitsüberträger, den „Bazillenträgern“ der Seuchenlehre vergleichbar, dient, mit den das gleiche Thema betreffenden Darlegungen von *Lenz*, der monographisch den Erbgang der Hämophilie, der Dichromasie und des Geschlechtes behandelt. *Lenz* kommt zu einer scharfen Ablehnung der *Plateschen* Deduktionen. Was zunächst die Anlage zur Bluterkrankheit betrifft, so schließt er sich den Autoren an, die das Vorkommen weiblicher Bluter überhaupt leugnen, und erklärt die Zahlenverhältnisse durch die Annahme, daß die Frauen aus Bluterfamilien als Mischlinge oder Heterozygoten in bezug auf die krankhafte Anlage diese übertragen, ohne selbst krank zu sein, daß die Männer ebenfalls Heterozygoten sind, aber die Hälfte ihrer Spermien zugrunde gehen: die nämlich, die die Hämophilie übertragen. Der Gegensatz zu den früheren Hypothesen liegt am schärfsten in dem Punkte zutage, daß die *Lenzsche* Vorstellung bei der Hämophilie das Geschlecht als solches nicht keimplasmatisch erkrankt sein läßt, sondern die Korrelation der Krankheit mit dem männlichen nicht idioplasmatisch, sondern rein somatisch sei. — Für die Farbenblindheit, die *Plate* mit unter seinem Typus der „gynephoren“ Vererbung subsumiert, kommt *Lenz* zur Übereinstimmung mit der *Wilsonschen* Hypothese: daß die Anlage mit dem geschlechtsbestimmenden Faktor verknüpft ist, vielleicht in der gleichen Erbinheit zu lokalisieren wäre, und daß in bezug auf eben diesen Faktor, daß ein Geschlecht, hier das männliche, ein Heterozygot, das weibliche homozygot sei. Dieser Typus gilt noch für eine Anzahl anderer Affektionen, neurotische Muskelatrophie, die myopische Nachtblindheit, die erbliche Sehnervatrophie und der partielle, auf das Auge beschränkte Albinismus. Von ganz allgemeinem Interesse sind die anschließenden Auseinandersetzungen von *Lenz* über die idioplasmatische Geschlechtsbestimmung beim Menschen: er kommt zu der sich in manchen Punkten mit *Plates* Vorstellung vom Grundfaktor oder Supplement berührenden Hypothese,

daß die Anlagen für beide Geschlechter sowohl beim Manne wie beim Weibe vorhanden sind, die männlichen durch die doppelte Dosis „Weiblichkeit“ verdeckt die Entstehung eines Mädchens bedingen, die einfache Dosis indessen nicht hinreicht, um die Bildung eines männlichen Kindes hintanzuhalten. Die beiden Geschlechter gelten ihm als zwei verschiedene erbliche Organismenformen. — Den Abschluß der Arbeit bilden Ausführungen über die Ätiologie und Therapie der erblichen Krankheitsanlagen des Menschen: er fordert kategorisch eine negative Selektion der pathologischen Einheiten des Idioplasmas.
Poll, Berlin.

Weismann, August, Vorträge über Deszendenztheorie. Dritte umgearbeitete Auflage. Jena, Gustav Fischer, 1913. XIV, 342 u. VII, 354 S., mit 3 farb. Taf. und 137 Abbild. Preis brosch. M. 11,—, geb. M. 13,—.

Soeben erscheinen die „Vorträge über Deszendenztheorie“ von *August Weismann* in dritter, umgearbeiteter Auflage. Trotz der neun Jahre, die seit Veröffentlichung der II. Auflage vergangen sind, ist der Inhalt dieses Werkes des deutschen Altmeisters der Zoologie im wesentlichen derselbe geblieben, d. h. sowohl die allgemeine Vorstellung von einem „Keimplasma“ als auch die Zusammensetzung desselben aus geordneten Scharen von materiellen Anlagen konnten ebenso wie die Anschauung von einer Germinalselektion als Grundlage aller dauernden Veränderungen des Organismus und somit der Artumwandlungen beibehalten werden. Dagegen hat Verfasser nunmehr die seither auf dem Gebiete der Vererbungslehre und den mit ihr zusammenhängenden Gebieten angewachsenen Ergebnisse mit in die neue Auflage hereingenommen und die für seine Theorie wichtigen Schlüsse daraus gezogen. Es handelt sich dabei vor allem um die *Mendelschen Gesetze* und deren in den letzten Jahren erfolgten Ausbau, denen ein eignes, neu aufgenommenes Kapitel mit einigen neuen Abbildungen (XXII. Vortrag) gewidmet ist, und von denen Verf. sagt: „Die Mendelsche Lehre ist eine Bestätigung der Grundlagen der Keimplasmatheorie“, — sodann aber um die Ergebnisse der modernen histologischen Untersuchungen über die Keimsubstanz, bes. deren Chromatinverhältnisse.

Eine nicht unwesentliche Neuerung bedeutet es wohl, wenn Verf. den früheren Begriff der „Idanten“, das sind aus mehreren Iden bestehende Chromosomen, fallen läßt (nur in der Erklärung zu Fig. 86, welche die gleiche wie früher geblieben ist, findet sich das Wort „Idanten“) und dafür einen Unterschied zwischen „Volliden“ und „Teiliden“ macht. Während es früher hieß: „In vielen Fällen dürften die Ide mit den „Chromosomen“ zusammenfallen“, sagt Verf. jetzt: „Die Chromosomen selbst nenne ich Ide und gebrauche den kurzen Namen, wenn ich von den Chromosomen als Elementen der Keimplasmatheorie rede.“ Schon im XVII. Vortrag erwähnt Verf. die Teiliden, mit denen er sich im XXII. weiter befaßt; vor allem wichtig ist dann seine erweiterte Definition der „Ide“, unter denen „die selbständigen, in sich geschlossenen Determinantengruppen“ verstanden werden, „mögen sie nun die ganze Erbmasse der Art in sich einschließen oder nur einen Teil davon“. (Früher bedeutete ein Id eine vollständige Gruppe aller Determinanten des Organismus.) „Für die letzteren, sofern man schon Gewißheit über ihre Zusammensetzung hat, könnte man den Ausdruck eines „Teilides“ gebrauchen; doch dürfte es noch lange währen, ehe man bei allen Gruppen des Tierreiches über die Zusammensetzung ihrer Ide im Reinen ist, und bis dahin wird es sich schon aus diesem Grunde empfehlen, den Begriff des Ids nicht allzu eng zu nehmen.“

Verf. entwickelt dann seine Gedanken über die Phylogenie der heutigen Chromosomen und meint besonders unter Hinweis auf die Befunde *Häckers* an Radiolarien, daß ursprünglich jedes Chromosom alle Determinanten enthielt, somit ein „Vollid“ war. Später mögen sich dann die Determinanten gruppenweise gesondert haben, wobei es nicht ausgeschlossen ist, daß neben den so entstandenen Teiliden auch Vollide in denselben systematischen Gruppen erhalten blieben. So muß man für die Erklärung des Polymorphismus der Bienen, Ameisen und Termiten eigentlich unbedingt annehmen, daß neben Teiliden noch Vollide im Keimplasma weiter bestehen. Bei den höheren Organismen sind dagegen die Chromosomen nur Teilide, d. h. „bestimmte, zu selbständiger Lebenseinheit verbundene kleinere Determinantengruppen“. Als Beweis dafür führt Verfasser ihre Verschiedenheit nach Form und Größe und ihre etwaige paarige Gleichheit an, ferner *Boveris* Versuch über disperm befruchtete Seeigeleier und endlich das Vorkommen sogenannter „Geschlechtschromosomen“. Wenn nun wirklich die Ide der höheren Organismen nur Teilide, nicht Vollide sind, so ist Verfasser gezwungen, seine früheren bestimmteren Vorstellungen über das Gesamtergebnis, zu dem sich bei der Amphimixis die Erbanlagen eines Keimplasmas verbinden, fallen zu lassen, da die Determinantengruppen, welche die verschiedenen Teilide zusammensetzen, noch nicht bekannt sind.

Dagegen kann Verfasser seine frühere Annahme, daß jede Determinantenart in jedem Id enthalten sei, und daß die Majorität derselben die Entscheidung darüber bringen sollte, daß trotz der mehrfachen Determinanten derselben Art doch eine einheitliche Wirkung erzielt wird, auf Grund seiner neuen Definition der Ide nun dahin vereinfachen, daß er die gleiche Determinantenart nur zweimal in jeder befruchteten Eizelle vorkommen läßt, einmal in dem väterlichen und einmal in dem homologen mütterlichen Chromosom. Bei der Steigerung einer Abänderung ist es wichtig, daß die betreffenden beiden Determinanten sich in gleichsinniger Variation befinden.

Die Wichtigkeit der Tetradenbildung für die Verteilung der Vererbungssubstanz wird des weiteren erörtert. Verfasser hält dabei an seiner früheren Meinung fest, daß die I. oder II., manchmal wohl auch beide Reifungsteilungen auch wirklich die Reduktion des Chromatins bedeuten. Er spricht dann von dem Kampf der homologen Determinanten untereinander, bei dem die stärkere Siegerin bleibt. „Dieser Kampf wird aber nur da stattfinden können, wo dieselben lokal zusammentreffen und sich mischen; das aber geschieht eben nur an den Stellen, die sie zu bestimmen haben.“ Rückschläge (Atavismus) sind die Folge der unbegrenzten Dauer der Determinanten, die neu ebenso wenig entstehen können als Zellen, so daß der alte Virchowsche Satz „omnis Cellula e Cellula“ umgeändert werden muß in „omnis Biophoron e Biophoro“ oder in „omne Determinans e Determinante“. Die früher als bloße Phantasiegebilde erscheinenden Determinanten sind jetzt, wenn auch unter anderem Namen, dem von „Faktoren“, von seiten der modernen Vererbungslehre als Realitäten anerkannt worden, so meint Verfasser, und da sollte doch auch die Möglichkeit einer Selektion derselben nicht mehr bestritten werden. *Germinalselektion* ist „gewissermaßen die Vorstufe für die größeren Abänderungen, mit welchen Personalselektion arbeitet, und für diese, wenn nicht geradezu die Voraussetzung, so doch von großer Bedeutung. Daß aber Determinanten des Keimes größer oder kleiner werden können durch die unvermeidlichen Schwankungen der Ernährung, läßt sich wohl nicht bezweifeln, auch nicht, daß solche Veränderungen sich durch die Kon-

tinuität des Keimplasmas von einer Generation auf die andere fortsetzen.“

Verfasser setzt sich auch mit den neueren „Beweisen“ der Neolamarckisten auseinander, behält aber nach wie vor seine ablehnende Stellung gegenüber der Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften bei; „es sind Scheinbeweise, von denen hundert noch nicht einen wirklichen Beweis ausmachen.“ *Kammerers* Versuche an Amphibien, Geburtshelferkröten, Feuersalamander und schwarzem Alpenmolch, sind nicht beweiskräftig, da bei ihnen den Versuchstieren nicht neue Merkmale oder Gewohnheiten aufgezwängt wurden, sondern nur latent vorhandene durch die abgeänderten Bedingungen wieder zum Vorschein kamen, die dann vererbbar werden konnten, da die Anlagen eben schon immer im Keimplasma vorhanden waren. Ebenso lassen sich wohl die Ergebnisse der Fütterungsversuche von *Pictet* und *R. Schröder* an Raupen deuten. Andere Versuche von *Tower* an *Leptinotarsa*, *E. Fischer* und *Standfuß* an *Polyommatus phlaeas* sind wohl im Sinne von *Detto* als „Parallelinduktion“ aufzufassen, d. h. eine gleichzeitige Abänderung der entsprechenden Determinanten im Keimplasma und im Soma. „Jedenfalls ist auch hier nur die Veränderung des Keimes vererbbar, nicht die der im Soma liegenden Determinanten.“ Die oft von den Gegnern der Keimplasmatheorie angeführte *fakultative Parthenogenese* der Honigbiene verwandelt sich in eine neue Bestätigung derselben, seitdem *Meves* nachgewiesen hat, daß die Anzahl der Ide infolge Unterdrückung der Reduktionsteilung in der Spermatogenese nicht verringert wird, so daß auf diese Weise von männlicher wie von weiblicher Seite die gleiche Zahl von Iden zusammengeführt und somit die volle Ziffer wieder hergestellt werden kann. — Im übrigen behält Verfasser die alten Einwände gegen lamarckistische Ideen unverändert bei. Weder *Hering* noch in neuerer Zeit *Semon* ist es gelungen, „auch nur einen Fall nachzuweisen, in dem eine Vererbung somatogener Erwerbung tatsächlich stattfände“.

Dagegen entkräftet Verfasser auch hier in dieser neuen Auflage nicht die Haupteinwände der Gegner, die da besagen, daß die Germinalselektion zwar eine notwendige Steigerung einmal vorhandener nützlicher Merkmale erklärt, nicht aber die Begründung dafür liefert, warum die auftretenden Veränderungen nützlich sind, da doch die ersten Variationen wegen ihrer Geringfügigkeit keinen Selektionswert haben können. Und ebenso führt Verfasser nichts gegen den Einwand ins Feld, daß dann, wenn wirklich eine Germinalselektion vorhanden wäre, beliebige Variationen, wenn sie nur nicht den Organismus der Vernichtung zuführen, in großer Zahl realisiert werden müßten.

Außer den erwähnten hauptsächlichen Veränderungen und Zusätzen finden sich in der neuen Auflage noch eine Anzahl kleinere, so über die Trutzstellung des Abendpfaue Auges, über die Duftschuppen und Duftapparate der Schmetterlinge, über den Wiederersatz des Flügels nach dem Herausschneiden der Imaginalscheibe desselben bei Raupen von *Liparis dispar* und anderes mehr.

Vielleicht wäre es an der Zeit gewesen, daß Verfasser sich etwas intensiver mit seinen Widersachern auseinandergesetzt hätte, denn deren Zahl und die von ihnen vorgebrachten Einwände mehren sich von Tag zu Tag. Doch mag es sich wohl nicht für uns geziemen, über ein Werk, in dem die Mühe und Arbeit eines ganzen Lebens steckt — die Hauptergebnisse eines arbeitsfreudigen Lebens kann es der Verfasser schon in dem Vorwort zur ersten Auflage nennen — und das dadurch, daß es sich eine nicht geringe Anzahl überzeugter Anhänger eroberte, eine bedeutende innere Kraft bewiesen hat, ein abschließendes

Urteil fällen zu wollen. Erst eine fernere Zukunft kann lehren, ob sich die Ideen des Verfassers im Wettstreit mit denen anderer Forscher erhalten und somit als brauchbare erweisen werden. Auf jeden Fall aber gewährt es einen erfreulichen Anblick, wenn der nun an der Neige seines Lebens stehende, aber trotzdem unermüdete Vorkämpfer für die Selektionstheorie gerade jetzt im Vorwort zur neuen Auflage siegesgewiß sagt: „Die Darwinsche Selektionslehre wird niemals wieder aufgegeben werden. Wer an ihr noch zweifelt, der braucht nur die in diesem Buch gegebene Darstellung der Erscheinungen der *Mimicry* zu lesen und durchzudenken. So bestimmte und zahlreiche Tatsachen bilden allein schon einen unwiderleglichen Beweis für dieselbe, auch wenn wir keinen anderen hätten. Von ihr aber ist *Germinalselektion* nur eine Konsequenz, welche mit ihr zusammenarbeitet und ohne die wir den Anpassungen gegenüber hilflos dastehen würden.“

Hempelman, Leipzig.

Minot, Charles Sedwick, Moderne Probleme der Biologie. Jena, G. Fischer 1913. 111 S. u. 54 Abbild. Preis M. 3.—.

Der amerikanische Austauschprofessor des Wintersemesters 1912/13 an der Berliner Universität hat in Jena sechs Vorträge gehalten, die er hier veröffentlicht.

Als *neue Zellenlehre* wird die Tendenz der modernen mehr physiologisch als morphologisch orientierten Biologie bezeichnet, die sich um die Erforschung der Struktur und der chemischen Zusammensetzung der lebenden Substanz bemüht, ohne deren Zellennatur besonders zu berücksichtigen.

Immerhin glaubt auch Minot, daß „es praktisch und zweckmäßig ist, jeden Kern mit dem ihn umgebenden Plasma als eine Zelle zu bezeichnen“ (p. 21). So faßt er dann unter dem Begriff der *Cytomorphose* „sämtliche baulichen Veränderungen, die Zellen oder sukzessive Generationen von Zellen erleiden“ (p. 25), zusammen. Die vier Hauptstufen der Lebensgeschichte der Zelle sind: der nicht differenzierte oder embryonale Zustand, die Differenzierung, die Degeneration und der Tod. Nur in dieser Reihenfolge können die Veränderungen der Cytomorphose vor sich gehen. Die sog. Entdifferenzierung kommt wahrscheinlich nicht vor.

Mit der möglichen Ausnahme der Urzeugung, über deren Bedingungen wir nichts wissen, hat der Satz „*omne vivum ex vivo*“ vollständige Gültigkeit. Sofern das Protoplasma sich nicht umändert (differenziert) oder durch äußere Einflüsse nicht zerstört wird, stirbt es nicht ab. Die Fortpflanzung und zugleich die Vererbung beruht auf der Fortsetzung des Wachstums des unsterblichen Protoplasmas. In der breiteren Ausführung dieser Thesen erblickt Minot die einzig haltbare *Unsterblichkeitslehre*.

„Der Biologe kennt das Wesen des Todes nicht besser als das Wesen des Lebens“ (p. 72). Immerhin wissen wir, daß die Cytomorphose dem Zellenleben einen bestimmten Weg weist. Der natürliche Tod tritt ein, wenn in irgend einem Organ die Cytomorphose so weit gegangen ist, daß das betreffende Organ die ihm zukommende Leistung nicht mehr vollbringen kann und, indem es versagt, das Ganze zum Stillstand bringt. Daher gründet Minot seine Lehre von der *Entwicklung des Todes* auf den Satz: „Die Senescenz wird durch die Zunahme und Differenzierung des Protoplasmas verursacht“ (p. 65).

Bei der Behandlung der Frage der *Bestimmung des Geschlechts* werden eine große Zahl amerikanischer Arbeiten über Heterochromosomen zitiert. Leider können die Ausführungen in der vorliegenden Form keinen Sachkenner befriedigen.

Der letzte Vortrag trägt den Titel *Der Begriff des Lebens*. „Das Leben ist an die Materie gebunden. Die Lebenserscheinungen sind Veränderungen der lebenden Substanz, die wir dadurch beschreiben, daß wir sie als Umformungen der Energie erklären“ (pag. 105). Dieser mechanistischen Betrachtungsweise haben sich bis jetzt drei Erscheinungen entzogen: die Organisation der lebenden Substanz, der teleologische Mechanismus und das Bewußtsein.

Die Vorträge sind für ein allgemein gebildetes Publikum, nicht für Fachleute gedacht. „Daß hauptsächlich amerikanische Arbeiten zitiert werden, geschah, weil der Verfasser offiziell ‚Amerikanischer Austauschprofessor‘ war und es ihm mitgeteilt war, daß man gern speziell von amerikanischen Untersuchungen hören möchte“ (Vorwort).

J. Schaxel, z. Z. Neapel.

Angersbach, A. L., Zum Begriff der Entwicklung. Jena, G. Fischer 1913. 126 S. 8°. Preis M. 2.—.

In einem einleitenden Abschnitt werden unter kritischer Würdigung der Anschauungen von Darwin, Spencer, Zöllner, Fechner, Matz und Auerbach die Kennzeichen der Entwicklung körperlicher Systeme im Anschluß an J. Petzoldt erörtert. Den Hauptteil des Büchleins macht die Schilderung der nervösen und geistigen Entwicklung im Sinne des Empirio-kritizismus aus. Dabei wird ein interessanter Aufsatz H. Pontoniés über die Entstehung der Denkformen aus dem Jahre 1891 der Vergessenheit entrissen. Im übrigen folgt die Darstellung den Grundlegungen von E. Mach und besonders von J. Petzoldt und R. Avenarius. Für den an philosophischen Fragen interessierten Naturforscher bildet die kleine Schrift eine zweckmäßige Einführung in die Ideen der genannten Autoren.

J. Schaxel, z. Z. Neapel.

Jores, Leonhard, Anatomische Grundlagen wichtiger Krankheiten. Berlin, Julius Springer, 1913. Preis M. 15.—, geb. M. 16,60.

Jores hat den Versuch gemacht, die pathologische Anatomie der verschiedenen Organe in einer anderen Weise vorzutragen, als es bisher üblich war. Während die bisher existierenden Lehrbücher der speziellen pathologischen Anatomie die Materie systematisch nach Organen ordnen, so sind hier als Einteilungsprinzip die Krankheiten gewählt worden. Daß dies gewisse Schwierigkeiten hat, hat Jores selbst eingesehen. Er ist auch dazu durch eine ganz besondere Veranlassung gekommen, nämlich dadurch, daß seine Vorlesungen, aus denen das Lehrbuch hervorgegangen ist, sich nicht an Studenten richteten, sondern an Ärzte, die zum Zweck der ärztlichen Fortbildung die Cölner Akademie besuchten. Jores hat, wie anzuerkennen ist, ganz richtig eingesehen, daß für einen bereits systematisch vorgebildeten Arzt die Zusammenstellung, wie er sie in seinem vorliegenden Buch gibt, geeigneter ist, als eine nach Organen geordnete systematische Darstellung. Die Schwierigkeiten, die sich dabei herausgestellt haben, hat Jores mit großem Geschick überwunden. Die Darstellung ist klar und verständlich, und die Abbildungen ausgezeichnet. Das Buch ist deswegen ganz besonders den praktischen Ärzten zu empfehlen. Ob sich dasselbe auch für Studenten eignet, ist eine andere Frage. Zweifellos können Studenten aus dem Studium des Buches großen Nutzen ziehen, aber nur in dem Falle, wenn sie es neben den klinischen Vorlesungen benutzen und nicht als Ersatz für ein Lehrbuch der pathologischen Anatomie oder für die Vorlesungen der speziellen pathologischen Anatomie. In dieser Weise angewendet, kann es auch Studenten aufs wärmste empfohlen werden.

v. Hansemann, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Einen *Doppelstern mit Nebelumgebung* hat auf der Sternwarte zu Lille in Flandern (französischen Niederlande) nach Mitteilungen in den *Astron. Nachr.* Nr. 4635 R. Jonkherre im Sternbilde der Zwillinge aufgefunden, der folgende Position hat: in Rektascension 6 h 22 m und in Deklination $+17^{\circ} 24'$, bezogen auf 1913. Das ganze Gebilde zeigt sich im größeren Fernrohr und unter Anwendung einer starken Vergrößerung als planetarischer Nebel mit zwei schwachen als Doppelstern zusammenstehenden Sternchen 9,8. Größenklasse mit einer Distanz von 2,2 Bogensekunden.

Unsere Kenntnis von der Entfernung der Fixsterne ist neuerdings auf Grund sehr genauer Messungen am Heliometer (Instrument mit durchschnittenem Objektiv, dessen beide Hälften zum Messen gegeneinander verschoben werden) dadurch erweitert worden, daß auf der nordamerikanischen Yale-Sternwarte 41 südliche Sterne bis zu 13° Deklination südlich vom Äquator auf ihre Parallaxen untersucht wurden. Man hatte insbesondere solche Sterne ausgewählt, die starke Eigenbewegungen besitzen, in der Regel ein Zeichen nicht allzu großer Entfernung vom Sonnensystem. Von den ausgewählten 41 Fixsternen zeigten jedoch nur drei etwas größere Parallaxenwerte, nämlich ϵ und δ Eridani mit 0,31 bzw. 0,18 sowie ein dritter Stern aus Weißes Katalog 16,906 mit 0,21 Bogensekunden, so daß durchschnittlich jene drei Fixsterne etwa 15 Lichtjahre von uns abstehen. Der unserem Sonnensystem nächste Fixstern α Centauri steht mit einer Parallaxe von 0,75 Bogensekunden etwas über vier Lichtjahre ab (dem Wert von 1 Bogensekunde entspricht eine Entfernung von 3,25 Lichtjahren). Für die nicht-astronomischen Leser dieser Zeitschrift sei hierbei erwähnt, daß man in der Fixstern-Astronomie unter einem Lichtjahr oder der Einheit bei Angaben von Sternentfernungen die vom Licht (300 000 Kilometer in der Sekunde) in einem Jahr durchlaufene Strecke, also rund 9,5 Billionen Kilometer versteht. Danach würde die Distanz des neu ausgemessenen Sterns ϵ Eridani von der Erde mit einer Parallaxe von 0,31 Bogensekunden oder etwa 10 Lichtjahren rund 95 Billionen Kilometer betragen.

Der neue Komet 1913 α , der am 7. Mai von Schaumasse auf der Sternwarte Nizza als Nebelgebilde der 9,5. Größenklasse entdeckt worden ist, konnte nach Mitteilungen in den *Astron. Nachrichten* Nr. 4652 bereits an 15 weiteren Sternwarten beobachtet werden. Aus den zwischen 7. und 11. Mai angestellten Messungen konnte ferner eine parabolische Bahn jenes neuen Kometen hergeleitet werden, die die Beobachtungen mit ausreichender Genauigkeit darzustellen vermag. Danach zeigt der Komet 1913 α , der etwa am 16. Mai durch das Perihel gegangen ist, eine starke Bewegung nach Nordosten am Himmel und bleibt auch weiter nur eine teleskopische Erscheinung, die gegenwärtig im Sternbilde des Herkules steht. Seine Positionen in der ersten Juniwoche sind die drei folgenden:

Juni 1.	Rektasc.	17 h 16 m,	Deklin.	$+ 40^{\circ} 6'$
" 3.	"	16 " 46 "	"	$+ 41^{\circ} 9'$
" 5.	"	16 " 16 "	"	$+ 41^{\circ} 35'$
" 7.	"	15 " 48 "	"	$+ 41^{\circ} 31'$
" 9.	"	15 " 22 "	"	$+ 41^{\circ} 1'$

Einige Beobachter konnten in der nebel förmigen Kometenhülle zwar eine schwache Verdichtung, aber keinerlei Schweifansatz wahrnehmen.

Über die *Lichtänderung des nördlichen Polarsterns* (α Ursae minoris), der schon lange als ein veränderlicher Stern bekannt ist, liegen neue Untersuchungen von A. Pannekoek nach den in den *Astron. Nachr.* Nr. 4653 gemachten näheren Mitteilungen vor, die von

erheblichem Interesse sind. Danach folgt aus den photometrischen Messungen der letzten 30 Jahre, die sich auf fünf verschiedene Beobachter und sowohl auf visuelle als auch auf photographische Messungen beziehen, daß in einer Periode von rund 4 Tagen sich die allerdings ziemlich geringen Helligkeitsschwankungen des Polarsterns vollziehen. Was schließlich die Amplitude dieser Helligkeitsschwankung selbst betrifft, so liegt dieselbe für die mit dem Auge vollzogenen visuellen Messungen noch unter einer Zehntel-Größenklasse (im Mittel 0,07), aber für die mit der Kamera erzielten photographischen Helligkeiten, die bei vielen Sternen bekanntlich von den visuellen Größenklassen manchmal erheblich abweichen, steigt diese Amplitude nach den Messungen von Hertzsprung auf fast zwei Zehntel-Größenklassen (0,17).

Zwei neue kleine Planeten, nämlich die Planetoiden 1913 RF und RG sind nach Angaben in den *Astron. Nachr.* Nr. 4651 auf den Sternwarten *Königstuhl* bei Heidelberg und Wien von den Astronomen F. Kaiser und J. Palisa aufgefunden worden. Der in Heidelberg entdeckte Planetoid RF ist von der 13. und der in Wien gefundene RG nur von der 13,5. Größenklasse.

Über die *Position und Eigenbewegung des polnächsten Fixsterns* am Himmel macht der Observator der Berliner Sternwarte L. Courvoisier in den *Astron. Nachr.* Nr. 4650 wichtige und interessante Mitteilungen. Von allen in größeren Meridianinstrumenten noch bequem meßbaren Fixsternen steht ein schwacher Stern der Bonner Durchmusterung (BD 89^o,37) von der 9,3. Größenklasse dem nördlichen Himmelspol am nächsten, da sein Polabstand nur etwa $0^{\circ},1$ beträgt. Diese „Polarissima“ stellt daher bei vielen astrometrischen Aufgaben eine sehr wichtige Polmarke dar, die nur ganz geringen Ortsveränderungen durch die tägliche Rotationsbewegung der Erde unterworfen ist. Es war deshalb von Wichtigkeit, möglichst genau den Ort und die mutmaßliche *Eigenbewegung* dieses polnächsten Anhaltsterns zu ermitteln. Bei einem derartig polnahen Stern verwendet man mit Vorteil zur Positionsbestimmung rechtwinklige geradlinige Koordinaten mit dem Himmelspol als Anfangspunkt einer sogenannten Orthogonalprojektion. Bezeichnet man dieselben als x und y , so ergeben sich zunächst für die Position der „Polarissima“ bezogen auf 1908, 0 folgende Werte: $x = 422'',24$ und $y = 340'',42$ Bogensekunden mit einem durchschnittlichen Fehler von nur $\frac{5}{100}$ Bogensekunden. Als wahrscheinliche Eigenbewegung folgen ferner in der X -Koordinate 0,01 und in der Y -Koordinate 0,03 Bogensekunden. Bei der Eigenbewegung muß man endlich bedenken, daß jener polnächste Fixstern eigentlich ein *dreifacher Stern* ist, da er von zwei ganz schwachen, nur im unbeleuchteten Gesichtsfelde sichtbaren Begleitern von der 11,5. Größenklasse umgeben wird in Abständen von 13 bzw. 63 Bogensekunden. Schließlich macht L. Courvoisier noch darauf aufmerksam, daß in dem wahrscheinlichen Falle eines physischen Zusammenhanges dieser drei fast in gerader Linie stehenden Sterne sich trotzdem eine nahezu lineare Ortsveränderung der „Polarissima“ annehmen läßt.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Aus der *Hauptversammlung des Deutschen Kälte-Vereins*. In der am 18. und 19. April in Berlin unter dem Vorsitz von Geheimrat Prof. Dr. v. Linde abgehaltenen Hauptversammlung des Deutschen Kälte-Vereins sprach Prof. Dr. H. Fischer (Hann.-Münden) über

Gefrieren und Erfrieren von organischen Substanzen.

Um die Frage zu entscheiden, wie das Wasser in tierischen oder pflanzlichen Geweben gebunden ist, geht man

so vor, daß man den Gebilden Wasser entzieht. Es kann dies auf zwei Arten geschehen, indem man die Substanz entweder in Räume bringt, in denen die Dampfspannung des Wassers immer mehr abnimmt, z. B. in Exsikkatoren, die mit immer stärker konzentrierter Schwefelsäure gefüllt sind, oder indem man sie bei Gegenwart von Eis niedrigen Temperaturen aussetzt. Dabei spielt das Eis die Rolle der konzentrierten Schwefelsäure. Nur am Gefrierpunkte können reines Wasser, Wasserdampf und Eis zusammen vorkommen: d. h. der Gefrierpunkt ist der Punkt, wo Eis und Wasser die gleiche Dampfspannung haben. Bei jedem Punkte unterhalb des Gefrierpunktes muß die Dampfspannung von reinem Wasser größer sein als die des Eises gleicher Temperatur. Das läßt sich auch experimentell am unterkühlten Wasser bestätigen. Wirft man aber in unterkühltes Wasser ein Stückchen Eis, so beginnt das Gefrieren sofort; das Wasser, das den höheren Dampfdruck hat, muß ja zum Eis hindestillieren. Mit fallender Temperatur wächst nun der Unterschied schnell: Die Dampfspannung von Wasser muß bei -10° schon das Anderthalbfache, bei -40° das Doppelte, bei -100° das Dreifache, bei -170° das Dreizehnfache betragen wie die des Eises gleicher Temperatur. Eis ist also bei niedrigen Temperaturen ein recht energisches Austrocknungsmittel.

Der Vortragende bespricht nun die Wirkung des Eises auf tierische und pflanzliche Gewebe und erörtert die Frage, ob, wenn sich in den Geweben Eis gebildet hat, diese dadurch dauernd verändert sind. Über das Versuchsobjekt, das die Allgemeinheit am meisten interessieren würde, nämlich die Muskeln von Säugetieren, besitzen wir bis jetzt nicht ausreichendes experimentelles Material. Aber zwischen dem Erfrieren von Tieren und Pflanzen besteht kein wesentlicher Unterschied, und der Vortragende stützt sich daher wesentlich auf die Arbeiten von Pflanzenphysiologen. Es ist zuweilen bestritten worden, daß das Wasser in tierischen oder pflanzlichen Zellen überhaupt gefriert, doch ist kein Zweifel, daß dies doch geschieht, wenn auch bei sehr vielen von ihnen ohne nachteilige Folgen für ihr Leben. Das Gefrieren der Zellen muß nicht notwendigerweise ein Erfrieren zur Folge haben. Es tritt nicht jedesmal, wenn es zur Eisbildung in den Geweben kommt, der Tod ein. Es ist zwischen Gefrieren und Erfrieren genau zu unterscheiden. Es läßt sich der Todespunkt, d. h. der Punkt, an dem die Gewebe erfroren sind, sehr genau bestimmen, und zwar beträgt das Intervall zwischen Tod und Leben oft nur einen hundertstel Grad. Es ist dies sehr auffallend, man würde viel leichter an eine über ein größeres Temperaturintervall verteilte Schädigung glauben. Es ist aber eine ganz ungewöhnlich gut sichergestellte Tatsache. Es erfrieren die verschiedenen Pflanzen bei verschiedenen Temperaturen, und auch die Organe desselben Lebewesens können bei verschiedener Temperatur erfrieren, sie sind verschiedenen Kältewiderstandsfähig. So erfriert ein Apfel etwa um 3° herum, der Apfelbaumstamm kann -20° aushalten. Ein Blattstiel der Zuckerrübe erfriert bei -3° , die Rübe selbst bei -5° . Zum Verständnis der am Todespunkte verlaufenden Vorgänge ist es nicht unwichtig, daß bei höher entwickelten Pflanzen die Zellen mit verschiedener Funktion sich als ganz verschieden kältewiderstandsfähig erweisen. Freilich kann das Überleben der widerstandsfähigeren Zellen das dem Tode verfallene Organ nicht mehr retten, auch die zäheren Stellen fallen bald der Desorganisation aller Verhältnisse zum Opfer. Der Todespunkt ist nichts weiter wie die Temperatur, bei der ein wichtiger Teil des Plasmas eines Organes oder sogar der einzelnen Zelle eine dauernde Veränderung durchmacht, wobei sich seine Eigenschaften so stark ändern, daß er seine Funktion nicht mehr erfüllen kann,

was dann zu einer Desorganisation des Ganzen führt. Auf die Wirkung gewisser äußerer Einflüsse oder des Zustandes der Zellen auf den Todespunkt geht der Vortragende nicht näher ein, erwähnt sei aber, daß es in gewissen Fällen möglich ist, den Todespunkt durch langes Lagern bei niedriger Temperatur nach unten zu verschieben.

Auf die Bindung des Wassers durch das Zellplasma hat das Erfrieren großen Einfluß. Bei gefrorenen Pflanzen taut das Eis wieder auf, die Blätter schwellen wieder an, bleiben schön grün. Im erfrorenen Zellgewebe wird aber das Wasser und die Farbstoffe nicht mehr ordentlich festgehalten, die Pflanze verfärbt sich. Dieser Zustand muß natürlich beim Konservieren durch Gefrierenlassen vermieden werden. Es darf eine Ware niemals unter den Todespunkt abgekühlt werden. Beim Erfrieren ändert sich das Absorptionsvermögen sehr stark, und zwar nimmt es sprunghaft ab. Es können sehr viele auch nicht belebte kolloide Systeme erfrieren, und es wird hierbei nicht nur das Absorptionsvermögen verkleinert, sondern auch der Elektrolytgehalt, der für das Kolloid eine bedeutende Rolle spielt. Läßt man z. B. eine zweiprozentige Kartoffelstärkelösung zu einem Eisklumpen gefrieren, so findet sich nach dem Auftauen nur eine sehr geringe Menge der Stärke und fast der gesamte Elektrolyt wieder in Lösung vor, während die bei weitem überwiegende Menge der Stärke auf dem Boden liegen bleibt. Durch mehrfaches Wiederholen des Ausfrierens kann man so den Elektrolytgehalt fast vollständig entfernen. Diese elektrolytarmer Stärke gibt nun selbst in der Wärme sehr heterogene Lösungen, aus denen sie beim Abkühlen teilweise wieder ausfällt. Nun läßt sich leicht zeigen, daß die Stärkemenge, die nach dem Auftauen wieder in Lösung geht, durchaus von der Konzentration der anwesenden Elektrolyte abhängt. Denn schon sehr geringe Mengen einer starken Base oder Säure genügen, um das elektrolytarmer Koagulum wieder löslich zu machen. Größere Mengen verhüten überhaupt die Ausfällung durch Gefrieren, wenn man die Abkühlung nicht gar zu weit treibt. Man kann sich nun leicht genug vorstellen, wie unangenehm es für ein Lebewesen ist, wenn es eine derartige Veränderung erfährt. Die Ursache des Erfrierens scheint danach eine sprunghafte Verkleinerung des Adsorptionsvermögens zu sein: Welcher Mechanismus diese Verkleinerung hervorruft, das kann allerdings nicht gesagt werden.

Auch Tiere haben einen scharfen Todespunkt, es konnte dies vom Vortragenden und Prof. Jensen an Froschmuskeln deutlich gezeigt werden. Ein Froschmuskel erfriert bei ungefähr $1,4^{\circ}$. Hält man sich oberhalb dieser Temperatur, so ist der Muskel nach dem Auftauen noch vollständig kontraktionsfähig, trotzdem er vollständig gefroren sein muß, andernfalls ist er tot. Totenstarr ist er dann noch nicht, doch tritt die Totenstarre bald ein. Es kann ein wieder zum Leben zurückkehrender Muskel fast vollständig durchgefroren sein, man kann bis auf einige Prozente genau angeben, wieviel Wasser ausgefroren sein muß. Auch das Fleisch von Warmblütern kann eine starke Temperatursenkung vertragen. Warmblüter überleben ganz überraschend niedrige Körpertemperaturen, und nach dem vorliegenden Versuchsmaterial scheint es sich weniger darum zu handeln, daß die Körpergewebe eines Tieres durch eine Temperatur von z. B. $+1^{\circ}$ irgendwie geschädigt werden. Vielmehr scheint die Schwierigkeit darin zu liegen, den Stoffwechsel und die Atmung so zu steigern, daß richtige Körpertemperatur wieder erreicht wird. Immerhin kann man ausgewachsene Tiere (Hunde) bis unter 19° Körpertemperatur abkühlen, wenn man hinterher künstliche Atmung einleitet. Junge Tiere mit ihrem lebhaften Stoffwechsel sind noch viel resistenter, z. B. konnte Harvath junge Hunde bis auf

5° Körpertemperatur abkühlen, ohne daß der Tod eintrat. Nun gibt es noch eine Anzahl von Säugetieren, die einen Mechanismus eingebaut haben, mit dessen Hilfe sie sich ohne Steigerung der Atmung, ohne Sauerstoffzufuhr erwärmen können. Es wird sich ja wohl dabei um eine Reaktion ähnlich wie die Zuckervergärung handeln. Es sind dies natürlich die sogenannten Winterschläfer. Bei diesen sind sogar Körpertemperaturen unter 0° gemessen worden. Also daß Säugetiermuskeln durch eine scharfe Temperatursenkung notwendigerweise geschädigt werden müssen, davon kann keine Rede sein. Es sind jedenfalls auf diesem Gebiete noch eingehende Untersuchungen notwendig.

Ingenieur *Rüters* (Berlin) sprach über:

Verwendung der Kälte in der Molkereindustrie.

Der Vortragende erläutert zunächst den Begriff der Molkereien, die er in drei große Gruppen einteilt: 1. rein ländliche Betriebe, in denen lediglich die Buttererzeugung gepflegt wird; es ist dies jedoch die schlechteste Verwertung der Milch — $\frac{1}{2}$ kg Butter braucht zu seiner Herstellung 13 Liter Milch, und bei dem durchschnittlichen Preis von 1,30 M. pro Pfund gibt dies nur eine Verwertung der Milch mit 11,5 Pfennig pro Liter, wobei schon der Abzug für Magermilch mitgerechnet ist. Die Magermilch, die zur Mast der Schweine und Kälber verwendet wird und den Molkereien zurückgestellt wird, beträgt 80—90% der angelieferten Vollmilch. Da alle Rückstände, die an die Molkereien zur Verwendung zu Futterzwecken zurückgegeben werden, nach dem Seuchengesetz erhitzt werden müssen, verwendet man hier zumeist Rückkühlererhitzer, welche wenig Dampf verbrauchen. Die andere Gruppe der Molkereien sind die städtischen Betriebe, die, trotzdem die Unkosten der städtischen Anlagen größer sind, wirtschaftlicher arbeiten, da in den Städten dafür auch höhere Verkaufspreise erzielt werden. Erwähnt sei hier, daß in den Großstädten die Butter sehr viel mit sibirischer Butter verschnitten wird. Die dritte Gruppe der Molkereien endlich sind diejenigen, die die Milch auf Büchsenmilch, kondensierte Milch und Trockenmilch verarbeiten. Letztere würde einen größeren guten Absatz finden, wenn es gelänge, sie haltbar und leicht löslich zu machen. Es ist dies bisher noch nicht möglich, denn das Fett wird sehr leicht ranzig. Einzelne dieser Betriebe stellen auch aus den Molken Milchezucker her. Der Vortragende bespricht dann die Anwendung der künstlichen Kälte in den Molkereien. Wenn auch die künstliche Kühlung verhältnismäßig spät in den Molkereibetrieb eingeführt wurde, so kommt heute kaum eine mittlere Molkerei ohne Kühlanlage aus. Am einfachsten sind die Verhältnisse in den ländlichen Molkereien, wo es sich hauptsächlich um die Raumkühlung handelt. Im Lichtbild führt der Vortragende verschiedene Anlagen vor. In den städtischen Betrieben sind die Kältemaschinen unbedingt notwendig. Es wird hier die Milch häufig vorher pasteurisiert, es ist dies nicht sehr zu empfehlen, da die Milch einen Kochgeschmack dadurch annimmt, auch bitter wird und nicht dickt. Heute wird vielfach das Steroverfahren angewandt, das diese Mängel wieder aufhebt, so daß man eine bekömmliche, keimfreie Milch erhält. Es wird meist Tiefkühlung durch Kühler mit direkter Verdampfung angewandt. Es wird bei dieser Verdampfung der Dampf von oben eingeleitet und die Flüssigkeit von unten abgesaugt. Eine Erklärung hierfür ist bisher nicht gefunden.

In der Diskussion wird darauf hingewiesen, daß man in Dänemark die Milch direkt gefrieren läßt. Der Vortragende meint hierzu, daß es sich um das Cassysche

Patent handelt, das auch in Deutschland versucht wurde, dessen allgemeine Einführung aber an den hohen Lizenzforderungen scheiterte. Auch in England hat man versucht, Milch in gefrorenem Zustand in ganzen Blöcken zu versenden, doch hat sich dies nicht als rentabel erwiesen.

Direktor *Habermann* (Berlin) sprach über:

Natureisgewinnung; Herausnehmen von Eiern u. dergl. aus Kühlhäusern in warmer Jahreszeit.

Der Vortragende führt zunächst in Lichtbildern das Ernten, den Transport und das Lagern von Natureis vor, um dann auf das Herausbringen von Nahrungsmitteln aus Kühlhäusern einzugehen. Wenn die Waren aus dem Kühlhaus kommen, dann beschlagen sie sich an der warmen Außenluft, und es kann diese Feuchtigkeit nachträgliche Folgen haben, so daß man sich bemüht, Vorkehrungen zu treffen, die das Naßwerden verhüten. Die Norddeutschen Eiswerke zu Berlin haben ein Verfahren ausgearbeitet, das die Angaben der Union Storage Cold Company benutzt. Das Beschlagen der Substanzen ist so zu erklären, daß an den aus den kalten Räumen genommenen Gegenständen eine dünne adhärierende Luftschicht sich von der Außentemperatur auf 0° abkühlt. Nun kann bei tieferer Temperatur die Luft nur weniger Wasser halten, und der Überschuß schlägt sich an den Waren nieder. Um dies zu vermeiden, wird warme Luft sehr schnell über die Waren getrieben. Man verwendet einen Luftstrom von 20° und 90% Sättigung, man kann dann abkühlen, ohne daß sich Wasser abscheidet. Es ist auch für Gefrierfleisch diese Art des Auftauens geeignet, nach Vortragendem auch billiger als die von Geheimrat v. *Linde* vorgeschlagene Verwendung der entfeuchteten Kühlhausluft. —

Für die **Bezeichnung der Eissorten** werden folgende Begriffsbestimmungen aufgestellt:

„Kunsteis“ umfaßt die drei Sorten: 1. Kristalleis, 2. Klareis, 3. Trübeis. ad 1: *Kristalleis* ist vollständig durchsichtiges Eis, ad 2: *Klareis* ist durchsichtiges Eis mit einem trüben Kern von höchstens $\frac{1}{10}$ des Querschnittes, ad 3: *Trübeis* ist undurchsichtiges Eis. Die Bezeichnungen: entkeimtes Kristalleis, entkeimtes Klareis, entkeimtes Trübeis sind nur dann zulässig, wenn das Eis aus Wasser hergestellt ist, welches, soweit es durch technische Behandlung möglich, von schädlichen Keimen befreit worden ist. Bei „Natureis“ ist das Wort „Natur“ den Bezeichnungen Kristalleis, Klareis, Trübeis voranzusetzen.

R. Plohn.

Über das **Alter der Insel Madeira** hat *C. Gagel* Untersuchungen angestellt. Er hat in den Tuffen der Insel nur ganz lokal marine Ablagerungen gefunden und schließt hieraus, daß diese Tuffe subaerisch und nicht submarin gebildet sind. Hieraus folgt dann, daß die Hauptmasse der Insel mitsamt dem größten Teil des Tales São Vicente älter sein muß als miocän. Sie ist subaerisch gebildet und erst zur Miocänzeit tief versenkt, gerade so wie es mit dem Calderadom und dem Gran Barranco auf La Palma der Fall ist, in dem gleichfalls alte marine Ablagerungen liegen. (*Z. d. deutsch. geol. Ges.* 64, 367, 1912.)

Mk.

Wiederholt ist von verschiedenen Forschern behauptet worden, daß der **Mond** die Entstehung von **Erdbeben** beeinflussen könne. *de Montessus de Ballore* hat die in dem Erdbebenkatalog von *Milne* für die Jahre von 1792—1899 verzeichneten Erdbeben mit den Mondphasen verglichen, aber keine Beziehung zwischen beiden Erscheinungen feststellen können. (*C. R.* 156, 100, 1913.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 24.

13. Juni 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Kohlenvorräte Westfalens. Von *Prof. Dr. F. Frech, Breslau*. S. 561.

Luftfahrerwetterdienst. Von *Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. Sa.* S. 565.

Die Quantentheorie. Von *Dr. Fritz Reiche, Berlin*. (Schluß.) S. 568.

Die Geltung des Mendelschen Gesetzes beim Menschen. Von *Privatdozent Dr. Th. Mollison, Heidelberg*. S. 572.

Die Chondriosomenlehre als ein Problem der pflanzlichen Zellforschung. Von *Dr. V. Vouk, Zagreb-Agram (Kroatien)*. S. 578.

Zuschriften an die Herausgeber. S. 580.

Besprechungen. S. 580.

Astronomische Mitteilungen. S. 583.

Kleine Mitteilungen. S. 584.

Neuerscheinungen aus dem Verlage **WILHELM ENGELMANN** Leipzig, Mittelstr. 2 und Berlin, Neue Wilhelmstr. 8 a.

Vererbungslehre mit besonderer Berücksichtigung des Menschen, für Studierende, Ärzte und Züchter. Von *Dr. Ludwig Plate*, Professor der Zoologie und Direktor des Zoologischen Instituts und des Phyletischen Museums der Universität Jena. Mit 179 Figuren und Stammbäumen im Text und 3 farbigen Tafeln. (Handbücher der Abstammungslehre Band II). VIII und 520 Seiten. Gr. 8. Preis geheftet M. 18.—, Gebunden M. 19.—.

Die antike Tierwelt. Von *Otto Keller*. Erster Band: Säugetiere. Mit 145 Abbildungen im Text und 3 Lichtdrucktafeln. 27 Bogen 8. Geheftet M. 10.—. In Leinen gebunden M. 11.50. Zweiter Band: Vögel, Reptilien, Fische, Insekten, Spinnentiere, Tausendfüßler, Krebstiere, Würmer, Weichtiere, Stachelhäuter, Schlauchtiere. Mit 161 Abbildungen im Text und 2 Lichtdrucktafeln. 39 Bogen 8. Geheftet M. 17.—. In Leinen gebunden M. 18.50.

Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen. In Verbindung mit *C. Correns*, Professor der Botanik in Münster, *Alfred Fischel*, Professor der Anatomie in Prag, *E. Küster*, Professor der Botanik in Bonn. Herausgegeben von *Professor Wilhelm Roux*. Eine Ergänzung zu den Wörterbüchern der Biologie, Zoologie und Medizin sowie zu den Lehr- und Handbüchern der Entwicklungsgeschichte, allgemeinen Biologie und Physiologie. 30 Bogen. 8. In Leinen gebunden M. 10.—.

Über kausale und konditionale Weltanschauung und deren Stellung zur Entwicklungsmechanik von *Wilhelm Roux*, Halle a. S. Preis M. 1.50. Eine Entgegnungsschrift auf die unter gleichem Titel im vorigen Jahre erschienene Schrift des Physiologen *M. Verworn*.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Handbuch für physikalische Schülerübungen.

Von

Hermann Hahn,

Professor am Dorotheenstädtischen Realgymnasium

und Leiter der Kurse für physikalische Schülerübungen in dem naturwissenschaftlichen Fortbildungsinstitut für Lehrer höherer Schulen zu Berlin.

Zweite, verbesserte Auflage.

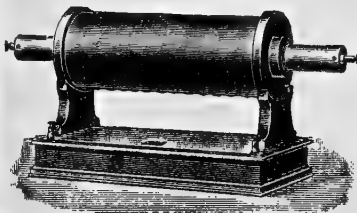
Mit mehr als 340 in den Text gedruckten Bildern.

Preis M. 20.—; in Leinwand gebunden M. 22.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig-Berlin: Seite I — Gustav Fischer, Jena: Seite IV — Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue i. Erzgeb.: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischhausen, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite III.

Die Kohlenvorräte Westfalens.

Von Professor Dr. F. Frech, Breslau,

Direktor des Geologischen Instituts der Universität.

Die steigende Entwicklung der Industrie und des Weltverkehrs bewirkt eine immer dringendere Nachfrage nach den Energiemengen, welche in früherer geologischer Zeit aufgespeichert wurden oder aus Wasserfällen und aufgestauten Wassermassen abgeleitet werden könnten. Die letzten Jahre haben vornehmlich eine gesteigerte Inanspruchnahme der Erdölquellen und der elektrischen direkt aus der Natur gewonnenen Energiemassen gesehen; aber trotzdem wird *keine dieser modernsten Kraftquellen an Vielseitigkeit der Verwendung von der Steinkohle übertroffen*. Für Lokomotiven, Fluß- und Seeschifffahrt, für die mannigfachen Dampfmaschinen der Industrie und die Erzeugung elektrischer Kraft ist jede reine oder gereinigte Steinkohle, für den Hochofenbetrieb die zur Verkokung geeignete Form — die Gaskohle — verwendungsfähig. Für jede Art der Erzeschmelzung und die weitere feinere Verarbeitung besitzt somit nicht das erzreiche, sondern das kohlenreiche Land einen Vorsprung: Denn bei dem großen Gewichtsunterschied *reist* nicht die Kohle zum Erz, sondern *das Erz zur Kohle*.

Die Untersuchung nach der Menge der vorhandenen Kohle und der voraussichtlichen Erschöpfungszeit der unterirdischen Vorräte hat also auch in der neuesten Zeit nichts an Bedeutung eingebüßt, und die Leitung des in diesem Herbst in Canada tagenden internationalen Geologenkongresses hat demnach mit einer internationalen Umfrage nach den vorhandenen Kohlenmengen bei den verschiedenen Regierungen und geologischen Landesanstalten eine zeitgemäße Aufgabe erfüllt.

Eine derartige Frage ist in einigermaßen erschöpfender Form nur durch internationale Sammlung der vorhandenen Erfahrungen lösbar, während ein Privatmann¹⁾, der dem Problem näher tritt, stets auf die gerade zufällig vorhandenen, d. h. mehr oder weniger lückenhaften Daten angewiesen ist. Die in den verschiedenen Ländern gesammelten Erfahrungen gelangen schon jetzt zur Veröffentlichung und es ist auch für weitere Kreise von Wichtigkeit, die Ergebnisse der Berechnung für das *wichtigste deutsche Kohlenfeld* kennen zu lernen.

Zunächst fragt es sich, wie weit erstreckt sich das auf dem rechten Rheinufer kohlenführende Gebirge nordwärts von dem alten „Ruhrrevier“,

das der heutigen Schachtzone, einem kleinen Ausschnitt der kohlenführenden Fläche entspricht?

Ferner handelt es sich darum, den Anteil der bauwürdigen und relativ bauwürdigen Kohlenflöze an der Gesamtmächtigkeit der Schichten festzustellen. Daraus ergibt sich — nach Abzug der schon abgebauten Flöze —, welche Kohlenmenge überhaupt anstehend vorhanden ist.

Die bisherige Kohlenproduktion bewegt sich in einer ganz bestimmten zeichnerisch und mathematisch festzustellenden Kurve, da sich die Einflüsse der guten und schlechten Jahre einigermaßen ausgleichen, und aus dem weiteren Verlauf der Kurve läßt sich folgern, welche Steigerung die westfälische Kohlenproduktion in Zukunft erfahren wird.

Angesichts der enormen, fast anderthalb Hundert Milliarden betragenden Kohlenmenge wird man die hohen Jahreszahlen begreiflich finden, zu denen die Berechnung¹⁾ zum Schluß gelangt.

Nach Norden ist eine „natürliche“ Grenze des Steinkohlenbezirkes nicht vorhanden, da bisher noch jede genügend tiefe Bohrung das Steinkohlengebirge angetroffen hat. Es darf vielmehr angenommen werden, daß das Steinkohlengebirge nach Norden den Bereich des z. Z. durch Bohrungen nachgewiesenen Verbreitungsgebietes erheblich überschreitet und nicht nur den tiefern Untergrund der Münsterschen Bucht erfüllt, sondern sich auch noch weit in die norddeutsche Tiefebene erstreckt. Allerdings dürfte hier die überaus große Mächtigkeit des Deckgebirges eine Gewinnung der Kohlen auch für die Zukunft unmöglich machen.

Die Gesamtmächtigkeit des produktiven Carbons schwankt zwischen 2650 und 3230 m und beträgt im Durchschnitt etwa 2940 m. Die Zahl der *absolut bauwürdigen* Flöze bewegt sich zwischen 27 und 66 und beträgt im *Mittel* 46, während sich die Zahl der *absolut* und „*relativ*“ *bauwürdigen* Flöze (über 30 cm) auf 69—120, im *Mittel* auf 94 beläuft. Der Anteil der *absolut bauwürdigen Kohlenflöze* am Gebirgskörper (mit 57,0 m Kohle) berechnet sich zu 2 %, derjenige der *absolut* und *relativ bauwürdigen* Flöze (mit 78,6 m Kohle) dagegen zu 2,7 %.

Die folgende Tabelle enthält die bergmännisch-geologische Einteilung der westfälischen Kohle, die auch für das rechts- und linksrheinische Gebiet Gültigkeit hat. Sie zeigt die Zunahme des im wesentlichen der Verkokungsfähigkeit entsprechenden Gasgehaltes der Kohle *von unten nach oben* und läßt ferner erkennen, daß die größte *Kohlenmenge* sich ziemlich genau in der Mitte des gesamten Kohlen führenden Schichtenpaketes befindet:

¹⁾ Verfasser ist zweimal dieser Frage näher getreten: F. Frech, 1. Wann sind unsere Kohlenvorräte erschöpft? Wolfs Zeitschr. f. Sozialwissenschaft 1900. 2. Die bekannten Steinkohlenlager der Erde und der Zeitpunkt ihrer voraussichtlichen Erschöpfung, „Glückauf“, Berg- und hüttenmännische Zeitschrift, 46. Jahrgang, Nr. 17, 30. April 1910, p. 597 ff.

¹⁾ Kukuk und Mintrop, Die Kohlenvorräte des rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks, „Glückauf“, Berg- und hüttenmännische Zeitschrift, 49. Jahrgang, Nr. 1, 1913, p. 1—12.

Oben	Gebirgs- mächtig- keit	Kohlenmächtigkeit	
		aller absolut bau- würdigen Flöze	aller absolut und relativ bau- würdigen Flöze über 30 cm
	m	m	m
Gasflammkohlen (oben). (von Flöz Bismarck bis zum hangendsten Kon- glomerat der Zeche Ge- neral Blumenthal)	510—550	6,7— 7,0	10,1—13,1
im Mittel	530	6,8	11,6
Gaskohlen. (von Flöz Katharina bis Flöz Bismarck einschließ- lich)	640—760	14,6—27,2	24,8—34,1
im Mittel	700	20,9	29,4
Fettkohlen (von Flöz Sonnenschein bis Flöz Katharina ein- schließlich)	450—770	13,6—33,0	16,2—37,0
im Mittel	610	23,3	26,6
Magerkohlen (unten). . (von der untersten Werksandsteinbank bis Flöz Sonnenschein aus- schließlich)	1050—1150	3,0— 9,0	7,5—14,5
im Mittel	1100	6,0	11,0
Summe der Einzelwerte .	2650—3230	37,9—76,2	58,6—98,7
Summe der Mittelwerte .	2940	57,0	78,6

Die Verf. teilen das gesamte Kohlen führende Gebiet rechts des Rheins in die Schachtzone, die Bohrlochzone und die unaufgeschlossenen Flächen. Der Flächeninhalt der ersteren wurde planimetrisch zu 1532 qkm ermittelt. (Vergl. die Karte.)

An die Schachtzone schließt sich nach Norden und Osten die Bohrlochzone an, die im Westen durch den Rhein und im Norden und Osten durch die Grenzen der bisher auf Grund von Tiefbohrungen verliehenen Felder eingefafßt wird. Der Flächeninhalt der Bohrlochzone beträgt nach der planimetrisch vorgenommenen Feststellung 1728 Quadratkilometer.

Der Flächeninhalt der unaufgeschlossenen Zone wurde zu 2910 qkm ermittelt; der Inhalt der drei Zonen zusammen beträgt also 6170 qkm.

Die unaufgeschlossene Zone wird im Süden durch die Bohrlochzone, im Westen durch den Rhein und den Meridian von Rees (6° 24' östlich von Greenwich), im Nordwesten durch die Grenze gegen die Niederlande und im Norden durch den Parallelkreis 52° begrenzt. Die östliche Grenze des flözführenden Steinkohlengebirges verläuft mit großer Wahrscheinlichkeit ungefähr im Meridian von Soest. Die Mächtigkeit des Deckgebirges (meist obere Kreide) nimmt nach N regelmäßig zu. Aus den letzten an der Grenze der Bohrloch-

zone stehenden Tiefbohrungen ergibt sich die Mächtigkeit des Deckgebirges zu rd. 1300 m, so daß bis 2000 m Teufe durchschnittlich 700 m flözführendes Steinkohlengebirge verbleiben.

Im Anschluß an die zeichnerischen Darstellungen für die Schachtzone erfolgte die Bearbeitung der Bohrlochzone auf Grund der Ergebnisse sämtlicher Bohrungen sowie der vereinzelter Schachtaufschlüsse unter Berücksichtigung des Gebirgsbaus des Gebietes. Im ganzen lagen 42 Querprofile von zusammen 842 km oder durchschnittlich je 20 km Länge vor.

Durch die Faltung, d. h. durch die Zusammen-drückung der ursprünglich horizontal lagernden Schichten auf eine kleinere Fläche ergibt sich naturgemäß eine Vermehrung der Kohlenmenge. Doch darf diese Vermehrung durch die Faltungen nicht überschätzt werden. Sie beträgt z. B. in der Schachtzone in der Nord-Südrichtung nur rd. 25 %; in der Ost-Westrichtung ist der Gewinn noch ganz erheblich geringer.

In der unaufgeschlossenen Zone berechnen sich die anstehenden Kohlenmengen ohne Berücksichtigung der hier kaum in Betracht kommenden Faltungen in einfacher Weise aus dem Flächeninhalt der Zone und dem prozentualen Anteil der Kohlenmächtigkeit an der Mächtigkeit des flözführenden Gebirgskörpers zwischen den Teufen 1300—1500, 1500—2000 und 2000 m bis zum Liegenden.

Die anstehenden Kohlenmengen sind in Millionen Kubikmeter angegeben, die Tonnenzahlen sind also um etwa 27 % größer. Bringt man diese 27 % für Abbauverluste in Abzug, so bedeuten die aufgeführten Zahlen die absolut gewinnbaren Kohlenmengen in Millionen Tonnen. Von den für die Schachtzone bis 1000 m Teufe ermittelten Zahlen sind die bereits abgebauten Kohlenmengen von insgesamt rd. 1900 Millionen Tonnen in Abzug zu bringen; davon entfallen nach dem Durchschnitt der Jahre 1898—1909 rd. 27 % = 500 Millionen Tonnen Gasflamm- und Gaskohlen, rd. 62 % = 1200 Millionen Tonnen auf Fettkohlen und rd. 11 % = 200 Millionen Tonnen auf Magerkohlen.

Überhaupt sind die folgenden Kohlenmengen anstehend vorhanden:

Teufenstufen	Gas- flamm- kohlen	Gas- kohlen	Fett- kohlen	Mager- kohlen	insge- samt
m	Mill. ¹⁾ cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm
Schachtzone (Flächeninhalt 1532 qkm).					
0—1000	1 140	9 491	14 056	10 546	35 233
1000—1200	0	1 131	3 743	2 905	7 779
1200—1500	0	1 419	3 402	4 003	8 824
1500—2000	0	222	2 466	6 939	9 627
2000 bis zum Liegenden des flöz- führenden Gebirges	0	9	282	6 637	6 928
zus.	1 140	12 272	23 949	31 030	68 391

¹⁾ Mill. = Millionen.

Nach *Kukul* und *Mintrop*, Die Kohlenvorräte des rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks. („Glückauf“ 1913, Heft 1.)

Teufenstufen	Gasflammkohlen	Gas-kohlen	Fett-kohlen	Mager-kohlen	insgesamt
m	Mill. ¹⁾ cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm
Bohrlochzone (Flächeninhalt 1728 qkm).					
0—1000	2 044	5 020	4 052	2 727	13 843
1000—1200	2 389	6 368	4 273	1 506	14 536
1200—1500	1 177	6 798	7 412	2 870	18 257
1500—2000	938	9 509	11 953	5 440	27 840
2000 bis zum Liegenden des flözführenden Gebirges	0	4 464	18 649	26 881	49 994
zus.	6 548	32 159	46 339	39 424	124 470

Unaufgeschlossene Zone (Flächeninhalt 2810 qkm).

Teufenstufen	westlicher Teil der Zone		östlicher Teil der Zone		insgesamt
	vorwiegend Gasflamm- und Gas-kohlen	vorwiegend Gas- und Fett-kohlen	vorwiegend Gas- und Fett- und Mager-kohlen	vorwiegend Fett- und Mager-kohlen	
m	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm
0—1000	0	0	—	—	0
1000—1300	0	0	—	—	0
1300—1500	7 420	21 560	—	—	28 980
1500—2000	18 300	49 900	—	—	68 200
2000 bis zum Liegenden des flözführenden Gebirges	—	—	73 000	80 000	153 000
zus.	25 720	71 460	73 000	80 000	250 180

In allen drei Zonen zusammen finden sich folgende absolut bauwürdige Kohlenmengen, geordnet nach Teufen und Kohlengruppen :

Teufenstufen	Gasflammkohlen	Gas-kohlen	Fett-kohlen	Mager-kohlen	insgesamt
m	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm	Mill. cbm
0—1000	1 594	8 788	13 136	6 898	30 416
0—1500	5 747	26 875	33 321	12 387	78 330
0—2000	11 996	54 869	60 504	18 377	145 746

Die Anzahl der Jahre, für welche die anstehenden Kohlenmengen unter Zugrundelegung einer jährlichen Förderung von 100 Millionen Tonnen ausreichen werden, ist die folgende (im Jahre 1912 betrug die Förderung rd. 102 Millionen Tonnen; 1 t ist gleich 1 cbm gesetzt):

¹⁾ Mill. = Millionen.

Zone	Absolut bauwürdige Kohlen		Relativ bauwürdige Kohlen		Insgesamt	
	0 bis 1500 m	1500 bis 2000 m	0 bis 1500 m	1500 bis 2000 m	0 bis 1500 m	1500 bis 2000 m
	Jahre		Jahre		Jahre	
Schachtzone . . .	319	56	375	137	32	169
Bohrlochzone . .	269	178	447	161	79	240
Unaufgeschlossene Zone	176	440	616	89	180	269
zus.	764	674	1 438	387	291	678
					1 151	965
						2 116

Einen Überblick über die Kohlenförderung im rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirk seit 1790 gibt das auf Grund der bergamtlichen statistischen Angaben entworfene Schaubild in der nebenstehenden Abbildung. Daraus ersieht man zunächst, daß die Förderung im Jahre 1800 nur einige Hunderttausend Tonnen betragen hat. Hundert Jahre später war sie auf rd. 60 Millionen Tonnen gestiegen und im Jahre 1912 sind 102 Millionen Tonnen erreicht worden.

Die in der Abbildung ausgezogene Kurve schließt sich der tatsächlichen Förderung in großer Annäherung an. Wie man sieht, wechseln in den einzelnen Jahren Anstiege und Niedergänge miteinander ab, gleichen sich aber in einem größeren Zeitraum aus. Es ergibt sich also aus der Berechnung der ansteigenden Kurve die interessante Tatsache, daß sich die Förderung bisher nach einem exponentiellen Gesetz entwickelt hat. Will man der Kurve weiter folgen, so kommt man im Jahre 1920 auf eine Förderung von rd. 150 Millionen Tonnen, 1930 von rd. einer Viertelmilliarde, d. h. auf die Hälfte der heutigen Produktion der Vereinigten Staaten. Ob diese Zahlen erreicht werden, läßt sich nicht voraussagen. Die natürliche Grundlage für eine solche Weiterentwicklung ist jedoch für absehbare Zeit gegeben.

Die vorstehenden Berechnungen *Kukuks* und *Mintrops* sind etwas ausführlicher wiedergegeben worden, weil sich nur aus dieser Wiedergabe die sichere Bedeutung dieser enormen Kohlenmengen und des Jahrhunderts ergibt, für welche sie ausreichen werden.

Andererseits ist es auch schwer möglich, die obigen auf Grund sorgfältiger Berechnungen ermittelten Zahlen mit den bisherigen mehr als Schätzungen anzuspreekenden Ziffern zu vergleichen. Es sei dem Verfasser nur gestattet, hervorzuheben, daß seine eigene Schätzung für das westfälische Revier angesichts der immer weiter vorschreitenden Aufschließung des Untergrundes auf „mehr als 800 Jahre“ gelaute hat. Ich hatte hierbei vor allem die Teufe bis zu 1500 m im Auge gehabt und andererseits eine Zunahme der Förderung in Rechnung gestellt, während die vorstehende Tabelle der Einfachheit halber die heutige Förderung von 100 Millionen Tonnen per Jahr zugrunde legt.

Wichtiger ist der Vergleich mit *England*. Zunächst ist allerdings die letzte zusammenfassende Schätzung des Kohlenvorrats schon 1905 durch eine Parlamentskommission erfolgt, die zu einer Gesamtziffer von 100 Milliarden Tonnen Kohlenvorrat gelangt; d. h. ist also für ganz England $8\frac{3}{4}$ Milliarden weniger als in allen drei Zonen bis 1500 m abwärts berechnet worden. Legt man eine weniger optimistische (1882 von *Greenwell* angestellte) Schätzung zugrunde, so sind allein in unserem rechtsrheinischen Revier volle 32 Milliarden Kohle bis 1500 m abwärts *mehr vorhanden als in ganz England*. Dementsprechend ist auch die Zahl der Jahrhunderte verschieden, für welche der englische Kohlenvorrat reichen soll: Je nachdem man mit einer weiteren Zunahme und späterem Gleichbleiben oder mit einer ausbleibenden Zunahme und späteren Abnahme der Förderung rechnet, gelangte man für England¹⁾ auf 250—350 oder aber auf 600 Jahre, welche bis zu dem Verschwinden der Kohle in England vergehen sollen.

Demgegenüber ist schon der Vorsprung des rechtsrheinisch-westfälischen Steinkohlenreviers ungeheuer. Bis 1500 m Teufe sind — unter Zugrundelegung der Jahresförderung von 100 Millionen Tonnen — Kohlen für 1151 Jahre vorhanden. D. h. wenn die Förderung etwa zu Zeiten König Ludwig des Deutschen begonnen hätte, so wäre sie jetzt zu Ende. Legen wir aber die Gewinnungstiefe von 2000 m zugrunde, so hätte das rechtsrheinische Revier Kohlen für eine Förderung von 100 Millionen Tonnen per Jahr, die 200 Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung begonnen hätte!

Luftfahrerwetterdienst.

Von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

1. In einer Versammlung, die am 29. März 1913 im Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten abgehalten wurde und an der neben den Vertretern der beteiligten Reichsämt und Ministerien auch Vertreter des Deutschen Luftfahrerverbandes und die Leiter des norddeutschen öffentlichen Wetterdienstes teilnahmen, wurde beschlossen, den seit zwei Jahren eingerichteten *Warnungsdienst für Luftfahrer* ein weiteres Jahr fortzuführen.

2. Diese Einrichtung ist aus Versuchen hervorgegangen, die anlässlich der ersten Internationalen Luftschiffahrts-Ausstellung zu Frankfurt a. M., der *Ila*, im Jahre 1909 von *F. Linke* ausgeführt wurden. Die dort vertretenen Luftschiffe hatten einen eigenen Wetterdienst nötig gemacht, der zum Teil darin bestand, die Windstärken in verschiedenen Höhen zu bestimmen, zum Teil vor herannahenden Gewitterzügen zu warnen. Die erste Aufgabe wurde dadurch gelöst, daß täglich während der Ausstellung *Pilotballons* aufgelassen wurden. Es sind dies kleine Ballons, die mit einem Theodoliten verfolgt werden. Da die zugebundenen Ballons auch in ver-

schiedenen Höhen eine konstante Aufstiegs geschwindigkeit haben, so gelingt es aus den in konstanten Zeitabständen am Theodoliten gemachten Ablesungen eine Kurve zu zeichnen, aus der die Windrichtung und Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen zu entnehmen ist. Die zweite Aufgabe verlangte einen umständlicheren Apparat. Wie von *W. Peppler* in Nr. 12 der *Ila*-Wochenrundschau beschrieben, wurden um Frankfurt als Mittelpunkt 80 Stationen angelegt, die auf ein Gebiet von 800 qkm möglichst gleichmäßig verteilt wurden. Die Leiter dieser Stationen waren angewiesen, beim Erscheinen eines Gewitters sofort ein dringendes Telegramm an die Wetterdienststelle in Frankfurt a. M. zu senden mit genauen Angaben über den Zeitpunkt des Gewitterbeginns (erster Donner), über Himmelsrichtung und Zugrichtung. Auf der Wetterdienststelle wurden diese Beobachtungen in eine Karte eingetragen und die Orte gleichen Gewitterausbruchs durch Kurven verbunden. Es war so möglich, die Schnelligkeit und Richtung eines Gewitterzuges zu verfolgen und auf sicherster Grundlage beruhende Warnungen an die Leitung der Ausstellung weiterzugeben.

3. Als im Jahre 1910 die deutsche Luftfahrt durch eine große Anzahl von folgenschweren, durch Gewitter veranlaßten Unglücksfällen heimgesucht wurde, regte der Leiter des Kgl. Preuß. Observatoriums in Lindenberg Geh. Regierungsrat Dr. *Aßmann*¹⁾ in einem Artikel der deutschen Zeitschrift für Luftschiffahrt die *Gründung eines Warnungsdienstes für Luftfahrer* an. Es wurden daraufhin vom Zentralfonds des Reichsamts des Innern und des Kultusministeriums für die Dauer von drei Monaten zu einem ersten Versuch die Gelder zur Verfügung gestellt, die außerdem noch aus den Mitteln des Lindenerger Observatoriums ergänzt wurden. Die Resultate dieser Versuche sind von *H. Bongards* in einem „Bericht über den Warnungsdienst für Luftfahrer in den Jahren 1911 und 1912“ zusammengefaßt, der als Sonderabdruck aus Band VII der Arbeiten des Kgl. Preussischen Aeronautischen Observatoriums zu Lindenberg vorliegt.

Die zunächst eingerichtete Organisation umfaßte zwei Teile. Einmal wurden über Deutschland eine Anzahl Stationen verteilt, die zu gleicher Zeit Pilotballonaufstiege veranstalteten. Es waren dies die Wetterdienststellen in Berlin, Hamburg, Magdeburg, Aachen, Dresden, Breslau, Bromberg, Königsberg i. Pr., Ilmenau, Weiburg, Frankfurt a. M., Straßburg; ferner das Luftschifferbataillon in Reinickendorf, die Luftfahrzeuggesellschaft in Bitterfeld und die Navigationsschule in Elsfluth. Diese Stationen verpflichteten sich an jedem Morgen auf Kosten des Aeronautischen Observatoriums in Lindenberg einen Pilotballonaufstieg zu machen, und die Resultate in einem chiffrierten Telegramm mit den Angaben über Zeit des Aufstiegs, Bewölkung und Niederschlag, der Tendenz des Barometers zum Steigen und Fallen und über den Zug der Zirkus-

¹⁾ Unter Zugrundelegung der optimistischen Schätzung von 1905.

¹⁾ *Aßmann*, Die Gefahren der Luftschiffahrt und die Mittel, sie zu verringern. 1910. Nr. 25, p. 9.

wolken nach Lindenberg zu melden. Dort wurden die Ergebnisse in Landkarten eingetragen und ferner die von allen Stationen erhaltenen Angaben in einer Sammeldepesche zusammengefaßt und an die beteiligten Wetterdienststellen zurückgegeben. Jede der Stationen war so in der Lage, über die in Deutschland herrschenden Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen in verschiedener Höhe den anfragenden Ballonführern genaueste Auskunft zu geben.

Daneben wurde ganz in Anlehnung an die Frankfurter Versuche ein Gewitter- und Böenwarnungsdienst eingerichtet. Es war zunächst beabsichtigt, 400 Gewitterbeobachter des Kgl. Preuß. Meteorologischen Instituts für diesen Zweck in Dienst zu stellen. Es zeigte sich jedoch bei einer Anfrage, daß die Hälfte der Beobachter diese Meldungen nicht übernehmen zu können glaubte, weil ihre Wohnungen zu weit vom Postamt entfernt lagen und dadurch eine empfindliche Verspätung der Meldungen hätte eintreten müssen. Das Aeronautische Observatorium in Lindenberg wandte sich daher an das *Reichspostamt* mit der Bitte, die Vorsteher kleiner Postämter (2. und 3. Größe) zu der Übernahme des Gewittermeldedienstes auffordern zu dürfen. Ende Juli 1911 erteilte das Reichspostamt seine Genehmigung. Die definitive Anordnung wurde dann erst im Jahre 1912 getroffen.

4. Bei der Fortführung im Jahre 1912 wurde neben der Lindenerger Zentralstelle eine zweite in Frankfurt a. M. eingerichtet, die als Zentrale für das westliche Deutschland dienen und besonders bei dem Gewitter- und Böenwarnungsdienst eine schnellere Zusammenstellung und Übermittlung der aus diesem Gebiet einlaufenden Meldungen erreichen sollte. Auch in diesem Jahr gliederte sich die ganze Organisation in zwei Teile. Die Anordnung und Betriebsweise der Pilotballonstationen wurde im wesentlichen beibehalten, nur daß jetzt beide Zentralstellen an jedem Morgen aus den bis 9.²⁰ vormittags (im Winter 2 Uhr nachmittags) einlaufenden Pilotballonmeldungen ein Sammeltelegramm zusammenstellten, das spätestens um 9.³⁰ an sämtliche Wetterdienststellen gelangen kann.

Zur Einrichtung des Gewitter- und Böenwarnungsdienstes wurde auf Grund der erwähnten Zusage des Reichspostamtes bei den Vorstehern von 608 Postämtern angefragt, ob sie die Überwachung und Meldung von Gewittern ehrenamtlich übernehmen wollten. Auf die Mehrzahl der Anfragen ging eine Zusage ein. Die im Oberpostbezirk Metz, Speyer, Karlsruhe, Würzburg, Bamberg, Regensburg, Trier, Koblenz, Darmstadt, Frankfurt a. M., Aachen, Köln, Düsseldorf, Dortmund, Münster, Oldenburg, Minden, Konstanz und Cassel gelegenen 212 Postämter senden ihre Depeschen nach Frankfurt a. M., alle anderen nach Lindenberg. In jeder dieser Zentralstelle wurden die einlaufenden Meldungen in große Landkarten eingezeichnet und auf Grund der aus einer derartigen Darstellung gewonnenen Daten über Zugrichtung und Zugeschwindigkeit der Gewitter die Wetterdienststellen, deren Gebiet von einem Gewitterzuge bedroht war, durch eine Warnung benachrichtigt. Durch die Wetterdienststellen wurden

dann die Luftfahrer gewarnt. Da die Kosten dieser Organisation so groß waren, daß die bereitgestellten Mittel nicht ausreichten, wurde ein Gebührentarif aufgestellt, der am 1. Juli 1912 in Kraft trat. Eine telegraphische Prognose kostete 8 Mark, eine telephonische Auskunft oder eine Gewitterwarnung 2 Mark.

Die beiden, der Bongardsschen Arbeit entnommenen Tabellen I und II zeigen, wie häufig die Organisation im Jahre 1912 benutzt worden ist. Außerdem wurde bei dem Kaisermanöver 1912 der im Interesse der mitwirkenden Luftfahrzeuge durch die Militärverwaltung eingerichtete Manöverwetterdienst in vier Fällen von herannahenden Gewittern und Böen benachrichtigt.

Tabelle I. Prognosen 1912.

Monat	Militär- behörden	Luftschiffe		Vereine und Private	Zu- sammen
		Schütte- Lanz	Parseval		
Januar	—	—	6	10	16
Februar	12	—	—	7	19
März	—	—	—	17	17
April	—	49	8	22	79
Mai	1	53	3	25	82
Juni	7	55	—	38	100
Juli	2	29	—	21	52
August	7	33	4	8	52
September	6	6	1	12	25
Summa	35	225	22	160	442

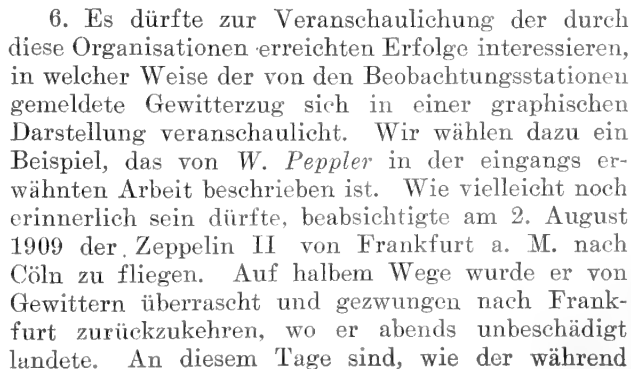
Tabelle II. Gewitterwarnungen 1912.

Monat	Gewarnt wurden		Zusammen
	Wetter- dienststellen	Militär- behörden, Vereine usw.	
Juni	28 mal	12 mal	40
Juli	17 "	4 "	21
August	21 "	—	21
September	6 "	6 "	12
Summa	72	22	94

5. Mit dem Beginn des Jahres 1913 trat an die in Betracht kommenden Körperschaften die Frage heran, ob die Organisation im neuen Jahre beizubehalten sei oder nicht. Daß man sich für das erstere entschlossen hat, ist oben erwähnt. In einem Artikel von *Aßmann* und *Linke* in Nr. 9 (1913) der Deutschen Luftfahrerzeitschrift wird eingehend über die Neuorganisation berichtet, die mit dem neuen Jahre in Tätigkeit trat. Neben den Pilotballonvisierungen und dem Gewitterdienst wurde in noch stärkerem Maße als bisher der gewöhnliche Wetterdienst für diese speziellen Zwecke herangezogen. Dies wurde dadurch ermöglicht, daß neben den schon vorhandenen Wetterkarten von 8 Uhr morgens und 2 Uhr mittags noch eine Abendwetterkarte von 8 Uhr abends hinzugefügt wurde. Da Ballonfahrten meist am frühesten Morgen beginnen, kommt für sie die Wetterkarte von 8 Uhr morgens nicht mehr in Betracht. Die neu eingeführte Wetterkarte von 8 Uhr abends des vorhergehenden Tages ermöglicht

Dabei ist für die Luftfahrer von besonderem Interesse, daß auf die Erhebung von Gebühren in Zukunft verzichtet wird. Man ging dabei von dem Gedanken aus, daß es in erster Linie dem Deutschen Luftfahrerverbände obliege, ein gut Teil der aus der Organisation entstehenden Kosten zu über-

An den Zentralstellen in Lindenberg und Frankfurt wird eine dauernde Dienstbereitschaft unterhalten, die sich auch über die Nachtzeit und die Sonn- und Festtage erstreckt.



der IIa eingerichtete Warnungsdienst ergab, ganz besonders viel und starke Gewitterzüge vorhanden gewesen. Die Figur veranschaulicht die erhaltenen Resultate. Ein erster Gewitterzug erscheint im Bereiche der Beobachtungsstationen gegen 10 Uhr vormittags nördlich von Karlsruhe, durchzieht Baden, löst sich aber bereits nach Überschreiten des Neckars auf. Fast zu gleicher Zeit erscheint ein anderer Gewitterzug in der Rheinpfalz, löst sich am Rhein in seinem südlichen Teil auf und geht in seinem nördlichen Teil über die hessische Provinz Starkenburg. Der Hauptgewitterzug entsteht um 1 Uhr am Rhein und überschreitet in breiter Front Norddeutschland. Dieser Gewitterzug erreichte das Luftschiff an der unteren Mosel und veranlaßte die Rückkehr.

Dieses Beispiel zeigt recht deutlich, wie überaus wichtig ein derartiger Meldedienst ist. Daß auch die wissenschaftliche Meteorologie an diesen Resultaten das größte Interesse hat, ist selbstverständlich.

Die Quantentheorie.

(Dargestellt im Anschluß an den Verhandlungsbericht¹⁾ des Solvay-Kongresses in Brüssel 1911.)

Von Dr. Fritz Reiche, Berlin.

(Schluß.)

§ 3.

Von den Strahlungserscheinungen aus war, wie wir sahen, der erste Anstoß erfolgt, der zur Aufstellung der Quantentheorie führte. Von ganz anderer Seite sollte dieser merkwürdigen Hypothese eine starke Stütze erwachsen: vom Gebiete der *spezifischen Wärme*.

Es ist bekannt, daß man zur Erwärmung eines Körpers um einen Grad eine Wärmemenge braucht, die man die Wärmekapazität des Körpers nennt. Erwärmt man speziell ein Gramm des Körpers um einen Grad, so heißt die dazu nötige Wärmemenge seine spezifische Wärme, erwärmt man ein Gramm-atom (bzw. ein Grammolekül) um einen Grad, so hat man dem Körper die Atomwärme (bzw. die Molekularwärme) zuzuführen. Da die zugeführte Wärme den Energieinhalt des Körpers erhöht, so kann man auch sagen: *die Atomwärme ist der Energiezuwachs eines Grammatoms bei Temperatursteigerung um einen Grad*.

Denken wir uns nun ein Grammatom eines einatomigen Gases bei der absoluten Temperatur T , so sind in ihm $N = 6 \cdot 10^{23}$ Gasatome enthalten (N heißt die Avogadro'sche Zahl). Jedem dieser Gasatome kommt, wie wir schon sahen, beim thermodynamischen Gleichgewicht nach dem Gesetz der gleichmäßigen Energieverteilung die Energie $\frac{3}{2} k T$ zu, dem ganzen Grammatom also die Energie $\frac{3}{2} k T N$. Erhöht man jetzt die Temperatur um

einen Grad, so wächst die Energie des Gases um $\frac{3}{2} k N = \frac{3}{2} R$ (wo R die absolute Gaskonstante ist). Es ist daher die Atomwärme des einatomigen Gases $= \frac{3}{2} R = 2,97$ cal. Diese schon von Boltzmann gezogene Folgerung aus der kinetischen Gastheorie hat sich gut bestätigt.

Sind die Atome nicht, wie bei einem Gase, frei beweglich, sondern an feste Punkte gebunden, um die sie schwingen können, so kommt ihnen bekanntlich außer der kinetischen noch potentielle Energie zu; das ist der Fall bei den *festen Körpern*, bei denen die Wärmebewegung nicht, wie bei den Gasen, in regellosem Durcheinanderschwirren der Atome besteht, sondern in Schwingungen der Atome um feste Gleichgewichtslagen. Sind die elastischen Kräfte, die die Atome in ihre Gleichgewichtslagen zurückziehen, der Entfernung aus dieser Lage proportional, so vollführen die Atome periodische Sinusschwingungen, und ihre mittlere potentielle Energie ist gleich ihrer mittleren kinetischen Energie. Ihre mittlere Gesamtenergie ist also das Doppelte der mittleren kinetischen Energie und daher nach dem Gesetz der gleichmäßigen Energieverteilung $= 3 k T$. Die Atomwärme des festen Körpers ergibt sich daher zu $3 R = 5,94$ cal. Diesem von Dulong und Petit aufgestellten Gesetz gehorchen nun in der Tat viele feste Körper. Dagegen war schon lange eine große Reihe von Körpern bekannt, die sich dem Gesetz nicht fügten, und besonders bei tiefen Temperaturen schienen systematische Abweichungen vorzuliegen. So hatte schon im Jahre 1875 H. F. Weber gefunden, daß die Atomwärme des Diamants bei -50° ungefähr 0,76 beträgt. Diesen niedrigen Werten der Atomwärme stand die klassische Theorie ratlos gegenüber. Einstein war es, der zuerst erkannte, daß auch hier die Plancksche Quantentheorie den Knoten lösen könnte. Wie man die mittlere Energie des Planckschen Oszillators nicht nach dem Gesetze der gleichmäßigen Energieverteilung berechnen durfte, wenn man zum richtigen Strahlungsgesetz gelangen wollte, so mußte man auch für die *Wärmeschwingungen der Atome des festen Körpers die gleichmäßige Energieverteilung fallen lassen*, wollte man richtige Werte für seine Atomwärme erhalten. Daher setzte Einstein die mittlere Energie der mit der Frequenz ν schwingenden Atome nicht $= 3 k T$, wie es die klassische Theorie forderte, sondern

$$= \frac{3 h \nu}{e^{k T} - 1} \quad (\text{erg})$$

wie es den Gesetzen der Quantentheorie entsprach. Er identifizierte also gleichsam ein linear mit der Frequenz ν schwingendes Atom mit einem linearen Planckschen Oszillator von der Frequenz ν . Da aber das Atom nach allen drei Dimensionen mit der gleichen Frequenz ν schwingen kann, so mußte der früher gegebene Ausdruck für die mittlere Energie U des Planckschen Oszillators hier noch mit 3 multipliziert werden. Die aus diesem Werte folgende Formel für die Atomwärme zeigte nun in der Tat, daß die Atomwärme der festen Körper keine von der Temperatur unabhängige Konstante ist, wie es das

¹⁾ La théorie du rayonnement et les quanta. Rapports et discussions de la Réunion tenue à Bruxelles du 30 Oct. au 3 Nov. 1911. Sous les auspices de M. E. Solvay. Publiés par Mrs. P. Langevin et M. de Broglie. Paris, Gauthier-Villars, 1912. Eine deutsche Übersetzung ist in Vorbereitung.

Dulong-Petitsche Gesetz verlangt, sondern von dem Quotienten ν/T abhängt in der Weise, daß die Atomwärme für $T = 0$, d. h. am absoluten Nullpunkt der Temperatur selbst gleich null ist, dann mit wachsender Temperatur ansteigt, um für hohe Temperaturen sich dem Wert der klassischen Theorie $3R = 5,94 \text{ cal.}$ zu nähern. Die Abweichungen vom Dulong-Petitschen Gesetz, die die Werte der spezifischen Wärme mit sinkender Temperatur allgemein zeigen, machen sich bei um so höherer Temperatur schon bemerkbar, je größer die Frequenz ν der Atomschwingungen ist.

Um die Einsteinsche Formel zu prüfen, unternahm W. Nernst in Gemeinsamkeit mit seinen Schülern eine groß angelegte Untersuchung über die Atomwärme fester Stoffe bei tiefen Temperaturen. Es zeigte sich stets eine qualitativ sehr bemerkenswerte Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment: Die Kurve, die die Atomwärme als Funktion der Temperatur darstellte, folgte in großen Zügen der Einsteinschen theoretischen Kurve. Allerdings zeigten sich bei sehr tiefen Temperaturen systematische Abweichungen, indem die theoretischen Kurven nach dem Nullpunkt hin schneller abfielen als die experimentellen Werte. Durch Aufstellung einer empirischen Formel — die nach dem heutigen Stande der Forschung allerdings als veraltet anzusehen ist — gelang es W. Nernst und F. Lindemann, auch die von der Einsteinschen Kurve abweichenden Werte darzustellen.

Es taucht hier von selbst die Frage auf: wie kann man denn überhaupt die theoretische Kurve (sei es die Einsteinsche, sei es die Nernst-Lindemannsche) zahlenmäßig berechnen? Steckt doch in diesen Formeln außer den bekannten universellen Konstanten R , h , k und der Temperatur T noch die unbekannte Größe ν , die Frequenz der Atomschwingungen! Ein stets gangbarer Weg, um ν zu finden, ist natürlich der folgende: man berechnet ν aus der Formel und irgend einem experimentell bekannten Wert bei bestimmter Temperatur. Es ist aber sehr bemerkenswert, daß es neben diesem empirischen Wege zur Berechnung der Schwingungsfrequenz der Atome noch eine ganze Reihe mehr theoretischer Methoden gibt, die zwischen recht verschiedenen Gebieten der Physik Brücken schlagen. So konnte Einstein die Schwingungszahl der Atome mit der Elastizität der Substanz verknüpfen; so fand Lindemann eine interessante Beziehung zwischen der Eigenfrequenz der Atome und der absoluten Schmelztemperatur, indem er von der Vorstellung ausging, daß die Schwingungsamplitude der Atome, die ja mit wachsender Temperatur zunimmt, beim Schmelzpunkt der Substanz so groß wird, daß benachbarte Atome zusammenstoßen. Endlich — und hierin liegt eine Erkenntnis von großer Tragweite — gelang es Nernst sogar, die optischen Eigenschaften gewisser Salze mit den thermischen zu verbinden, indem er die Hypothese aufstellte, daß bei diesen Stoffen die für die Atomwärme in Frage kommenden Atomschwingungen dieselben Schwingungen seien, die sich auch optisch im ultraroten Wellengebiet bemerkbar machen. Und zwar könne man die Frequenz ν der Atomschwin-

gungen direkt mit der Frequenz der von H. Rubens und H. Hollnagel bestimmten „Reststrahlen“ identifizieren, die von elektrisch geladenen Atomen (Ionen) emittiert werden.

Alle die genannten Methoden setzen uns in den Stand, die Schwingungsfrequenz der Atome aus bestimmten Substanzeigenschaften (thermischen, elastischen, optischen) zu berechnen und mit Hilfe der gefundenen ν -Werte die Atomwärme als Funktion der Temperatur darzustellen. Die Übereinstimmung der so berechneten Nernst-Lindemannschen Formel mit der Erfahrung ist durchweg sehr befriedigend.

Es bedeutete aber einen prinzipiellen Fortschritt, als man erkannte, daß es eigentlich nicht streng richtig sei von einer isolierten Schwingungsfrequenz ν der Atome im festen Körper zu sprechen. Vielmehr ist, nach A. Bravais, ein Kristall (den wir als typisches Beispiel wählen) aus einem Raumgitter regelmäßig angeordneter Atome aufgebaut. In einem solchen Gitter aber vollführen die einzelnen Atome nicht voneinander unabhängige Schwingungen von bestimmter Frequenz, sondern die Atome beeinflussen einander wie die benachbarten Teile einer schwingenden Saite. Und ebenso, wie die Saite eine große, praktisch unendliche Zahl verschiedenartiger Schwingungsbewegungen ausführen kann, die den Grundton und die Reihe der Obertöne erzeugen, genau ebenso besitzt auch das betrachtete Raumgitter des Kristalls eine große Fülle von verschiedenen Schwingungsarten. Besteht das Gitter aus N Atomen, so wird es im allgemeinen $3N$ verschiedene periodische Bewegungen (Eigenschwingungen) mit $3N$ verschiedenen Schwingungszahlen (Eigenfrequenzen) ausführen können. Die langsamsten dieser Schwingungen sind die Schallschwingungen, die schnellsten fallen in den Frequenzbereich des ultraroten Lichtes. Die Gesamtheit dieser $3N$ Eigenschwingungen heißt das akustische Spektrum des Körpers. Die Eigenfrequenzen rücken immer näher aneinander heran, wenn man, von niedrigen Frequenzen beginnend, zu immer höheren ansteigt, und häufen sich an der oberen Grenze des akustischen Spektrums (d. h. bei den höchst möglichen Frequenzen) stark an, ähnlich wie die Linien optischer Spektralserien. Die Bestimmung des akustischen Spektrums wurde einerseits von M. Born und Th. v. Kármán durchgeführt, die das tatsächliche Gitter mathematisch durch ein unendlich ausgedehntes approximierten, andererseits von P. Debye, der das Spektrum des aus N Atomen bestehenden Gitters durch dasjenige eines elastischen Kontinuums ersetzte und bei der $3N$ -ten Eigenschwingung abbrach.

Wie man nun, nach Kenntnis des akustischen Spektrums, im Sinne der Quantentheorie zu verfahren hat, um zu dem Ausdruck für den Energieinhalt des Körpers und von da zu seiner Atomwärme zu gelangen, ist ohne weiteres klar. Denn an Stelle des mit der Frequenz ν linear schwingenden Atoms, das Einstein, wie wir sahen, energetisch mit einem linearen Planckschen Oszillator identifizierte, tritt hier eben eine einzelne Eigenschwingung von der Frequenz ν . Daher hat man jeder einzelnen Eigen-

schwingung des akustischen Spektrums entsprechend ihrer Eigenfrequenz ν die Energie

$$\frac{h\nu}{e^{kT} - 1} \quad (\text{erg})$$

zu erteilen — wie einem Planckschen Oszillator — und über alle Eigenfrequenzen des akustischen Spektrums zu summieren. Der fundamentale Unterschied gegen die Einsteinsche Auffassung besteht darin, daß hier eine große Reihe verschiedener Frequenzen auftritt, während bei *Einstein* nur eine einzige Schwingungsfrequenz der Atome in Frage kommt.

Die Formeln von *Debye* und von *Born* und *v. Karmán* führen übereinstimmend zu dem experimentell bestätigten interessanten Resultat, daß die Atomwärme der festen Körper bei tiefer Temperatur der dritten Potenz der absoluten Temperatur proportional ist. Auch für höhere Temperaturen bewährt sich die Debyesche Formel aufs beste.

Trotz der erstaunlichen Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment darf man sich jedoch einem Gedanken nicht entziehen, der sich einem unwiderstehlich aufdrängt, wenn man die jüngste Entwicklung der Lehre von den Atomwärmern überblickt: So wenig es zweifelhaft sein kann, daß man mit den aufgestellten Formeln der Wahrheit recht nahe gekommen ist, ebenso wenig darf man sich darüber täuschen, daß im Grunde auch hier, wie bei der Strahlungstheorie, die beiden Grundlagen der Rechnung einander widersprechen. Denn die Schwingungszahl der Atome oder die Gesamtheit der im akustischen Spektrum enthaltenen Schwingungszahlen berechnet man nach den Prinzipien der klassischen Mechanik; die Energie aber, die man den einzelnen Eigenschwingungen zu erteilen hat, bestimmt man nach den Regeln der Quantentheorie, die mit der klassischen Mechanik unvereinbar ist. Vorläufig aber kann man sich den Satz, daß jeder Eigenschwingung eines festen Körpers von der Frequenz ν im thermodynamischen Gleichgewicht bei der Temperatur T die Energie

$$\frac{h\nu}{e^{kT} - 1} \quad (\text{erg})$$

zukommt — und dieser Satz trifft zweifellos den Kern der Sache — nicht anders deuten, als durch die befremdliche Hypothese, daß die Energie der Eigenschwingungen, die doch hier rein mechanischer Natur ist, nur ganze Vielfache von $h\nu$ beträgt. Vielleicht — und darauf wies *Nernst* in jüngster Zeit hin — kann man diese Schwierigkeiten lösen, wenn man annimmt, daß die Kräfte, die die Atome im Gitter zusammenhalten, nicht gewöhnliche elastische Kräfte, sondern chemische Valenzkräfte sind, deren Natur und Wirkungsweise ohne Zweifel von der der rein mechanischen Kräfte sehr verschieden ist. Hier können erst weitere Untersuchungen Klarheit schaffen.

§ 4.

Neben den bisher betrachteten Formen der Quantentheorie, die sich wesentlich auf periodische

Vorgänge (Oszillatorschwingung, Atomschwingung) bezogen, ist eine von *A. Sommerfeld* aufgestellte Quantenhypothese besonders bemerkenswert dadurch, daß sie sich auch auf nicht periodische Molekularprozesse, wie z. B. die Emission der Röntgenstrahlen und der γ -Strahlen anwenden läßt.

Sommerfeld wies mit Betonung darauf hin, daß die von *Planck* neu eingeführte Konstante h , die mit der Frequenz ν multipliziert, das Energiequantum ϵ ergibt, und die in der Strahlungstheorie wie in der Theorie der Atomwärme eine wesentliche Rolle spielt, kein Energiequantum von der Dimension einer Energie sei, sondern ein Wirkungsquantum von der Dimension Energie mal Zeit. Diese Tatsache führte ihn zu der Vermutung, daß für den Energieaustausch bei Molekularprozessen nicht gewisse Energiemengen von bestimmter Größe (ϵ) charakteristisch sind, sondern daß vielmehr der zeitliche Ablauf des Energieaustausches in universeller Weise geregelt ist. Allgemein werden große Energiemengen in kurzer Zeit von den Molekülen aufgenommen oder abgegeben, kleine Energien in langer Zeit, derart, daß im wesentlichen das Produkt aus der Energie und der Zeit des Energieaustausches konstant ist. In der Tat werden schnelle (d. h. mit großer Energie fliegende) Kathodenstrahlen beim Auftreffen auf Materie in kürzerer Zeit gebremst und erzeugen daher härtere Röntgenstrahlen als langsame Kathodenstrahlen. Auch sind die schnellen β -Strahlen radioaktiver Substanzen von härteren, d. h. in kürzerer Zeit emittierten γ -Strahlen begleitet, als die langsamen β -Strahlen.

Es würde zu weit führen, hier die allgemeine Formulierung der Sommerfeldschen Hypothese ausführlich darzustellen. In den meisten Fällen nimmt sie die folgende einfache Gestalt an: man denke sich einen beliebigen Molekularprozeß, dessen Ablauf eine gewisse Zeit τ in Anspruch nimmt. Multipliziert man dann die Energie des betrachteten Systems zu Anfang des Prozesses mit der Dauer τ des Prozesses, so ist dieses Produkt, das man die Wirkungsgröße des Prozesses nennt, eine Konstante, die dem Planckschen h proportional ist. (Der Proportionalitätsfaktor hängt von der speziellen Art des Molekularprozesses ab und ist in jedem Falle berechenbar.) Es ist also die Wirkungsgröße eines Molekularprozesses konstant; mit anderen Worten: Molekularprozesse gehen nach bestimmten Wirkungsquanten vor sich.

Betrachtet man z. B. die Entstehung von Röntgenstrahlen beim Auftreffen der Kathodenstrahlen auf die Antikathode eines Röntgenrohres, so erkennt man, daß der hier in Frage kommende Molekularprozeß in der Bremsung eines fliegenden Elektrons im Innern eines Atoms besteht; in diesem Falle gilt daher nach *Sommerfeld* die wichtige Beziehung:

Energie der Kathodenstrahlen mal Bremsdauer = $\frac{1}{2} h$

(der Proportionalitätsfaktor ist hier rund $\frac{1}{2}$), die uns erlaubt aus der bekannten Energie der erzeugenden Kathodenstrahlen die Bremsdauer τ und damit die „Impulsbreite“ $\lambda = c \cdot \tau$ der entstehenden Röntgenstrahlen zu berechnen ($c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec ist die

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum). Die Werte dieser Impulsbreite λ , die uns bekanntlich ein Maß für die „Härte“ der Röntgenstrahlen gibt, sind jedoch leider zurzeit noch wenig sichergestellt; daher mußte *Sommerfeld* zur Prüfung seiner Hypothese einen Umweg einschlagen, indem er aus der obigen Gleichung für eine bestimmte Kathodenstrahlgeschwindigkeit das Verhältnis der Energien der Röntgenstrahlung zu der der erzeugenden Kathodenstrahlung (den Nutzeffekt) berechnete und das Ergebnis mit dem Experiment verglich. Die Übereinstimmung war recht befriedigend. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei der Erzeugung der γ -Strahlen durch die Ausschleuderung der β -Strahlteilchen. Hier tritt an die Stelle der Kathodenstrahlenergie die Energie der β -Strahlen, an die Stelle der Bremsdauer τ die Emissionszeit der β -Strahlteilchen, d. h. die Zeit, in der ein β -Strahlteilchen von der Ruhe bis zu der Geschwindigkeit beschleunigt wird, mit der es am Ende des Loslösungsprozesses das Atom verläßt.

Ein weiterer Fall, auf den *Sommerfeld* seine Theorie mit Erfolg anwandte, war die Erscheinung des *lichtelektrischen Effekts*. Dieser Effekt besteht wesentlich im folgenden: bestrahlt man gewisse blanke Metallflächen mit Licht, so entsenden sie Elektronen. Nimmt diese Elektronenemission, bezogen auf die absorbierte Lichtmenge als Einheit, stetig zu, wenn man mit Licht immer höherer Frequenz bestrahlt, und ist sie wesentlich unabhängig von der Polarisation des Lichtes, so spricht man vom *normalen* lichtelektrischen Effekt. Zeigt dagegen die Elektronenemission ein scharfes Maximum, wenn das bestrahlende Licht eine bestimmte Frequenz und eine bestimmte Polarisation besitzt, so hat man den von *R. Pohl* und *P. Pringsheim* entdeckten *selektiven* lichtelektrischen Effekt vor sich. Auf diesen allein bezieht sich *Sommerfelds* Theorie.

Der hier vorliegende Molekularprozeß besteht darin, daß durch die Wirkung des Lichtes Elektronen aus dem Atom losgelöst und fortgeschleudert werden. Dementsprechend bildet sich *Sommerfeld* die folgende Vorstellung: Die elastisch gebundenen „lichtelektrischen“ Elektronen im Atom beginnen unter dem Einflusse des Lichtes zu schwingen (genau wie es in der Theorie der Dispersion und Absorption angenommen wird); stehen sie in vollständiger Resonanz mit dem Licht (d. h. ist die Frequenz des erregenden Lichtes genau gleich der Eigenfrequenz der Elektronen), so wächst ihre Schwingungsamplitude allmählich an, proportional der Zeit. Nach Ablauf einer gewissen Zeit τ , der Akkumulationszeit (so genannt, weil das Elektron der äußeren Lichtwelle Energie entzieht und in sich „aufspeichert“), löst sich das Elektron vom Atom los und fliegt mit der Energie, die es gerade besitzt, von ihm fort. Die Größe dieser Akkumulationszeit bestimmt nun *Sommerfeld* wiederum aus seiner Hypothese des Wirkungsquantums. Die Loslösung tritt demnach erst ein, wenn die Wirkung einen bestimmten Betrag erreicht hat. Auf diesem Wege gelangt *Sommerfeld* zu dem schon von *Einstein* auf Grund der Lichtquantentheorie abgeleiteten Gesetz: *die kinetische Energie der Elektronen im Augen-*

blick ihrer Loslösung ist gerade gleich einem Energiequantum $h\nu$, wenn ν die Frequenz des am stärksten erregenden Lichtes ist. Hieraus folgt: *die Geschwindigkeit der emittierten Elektronen ist von der Intensität des auffallenden Lichtes unabhängig und der Wurzel aus der Frequenz des maximal erregenden Lichtes proportional.* Ob diese Sätze für den selektiven Effekt zutreffen, müssen weitere Experimente lehren. Vorläufig sind sie nur für den normalen Effekt bewiesen worden, für den allerdings die vorangehenden Entwicklungen kaum gelten dürften.

Es sei erwähnt, daß die *Sommerfelds*che Theorie auch auf eine Reihe anderer Erscheinungen mit Erfolg angewandt worden ist, so z. B. auf die Stoßionisation, d. h. die Lossprengung eines Elektrons von einem Atom durch den Stoß fremder Elektronen, und ferner auf die Berechnung der kleinsten in magnetischen Substanzen vorkommenden Magnetismen (Magnetonen).

Wir müssen uns nun die Frage vorlegen: wie verhält sich die *Sommerfelds*che Theorie, die man die Theorie des „elementaren Wirkungsquantums“ nennen kann, zur Planck-Einsteinschen Quantentheorie? Beide Theorien fallen aus dem Rahmen der klassischen Mechanik und Elektrodynamik heraus, das ist sicher! Während aber die Planck-Einsteinsche Theorie stets an einem Punkte diesen beiden Disziplinen widerspricht, ist *Sommerfelds* Theorie mit ihnen verträglich. Bei der Berechnung der Energie der Röntgenstrahlen, der γ -Strahlen oder der lichtelektrischen Elektronen folgt *Sommerfeld* genau den klassischen Gesetzen der Mechanik und Elektrodynamik. Unbestimmt aber bleibt nach der klassischen Theorie die Bremsdauer der Kathodenstrahlen, die die Röntgenstrahlen erzeugen, unbestimmt ist ferner die Emissionsdauer der β -Strahlteilchen, die die γ -Strahlen hervorrufen, und auch über die Akkumulationszeit der lichtelektrischen Elektronen vermögen weder Mechanik noch Elektrodynamik irgend etwas auszusagen. Hier greift die *Sommerfelds*che Hypothese ergänzend ein, indem sie die von den klassischen Theorien unbestimmt gelassenen Größen zu berechnen erlaubt.

Diesen Vorteilen gegenüber darf man sich jedoch darüber nicht täuschen, daß vorläufig noch der Weg von der *Sommerfelds*chen Hypothese bis zur Strahlungsformel des schwarzen Körpers und zur Theorie der Atomwärmen recht weit und dunkel ist. Zwar sahen wir, daß auch nach *Sommerfeld* beim lichtelektrischen Prozeß Energiequanten von der Größe $h\nu$ abgesondert werden, und so könnte man daran denken, gerade lichtelektrischen Prozessen bei der Herstellung des thermodynamischen Gleichgewichts eine wesentliche Rolle beizulegen. Wie man sich aber diese Dinge im einzelnen vorstellen soll, darüber läßt sich zurzeit noch recht wenig sagen. —

Überblicken wir nun zum Schlusse noch einmal die Entwicklung und Ergebnisse der Lehre, die man unter dem Namen Quantentheorie zusammenfaßt, so muß man gestehen, daß diese Theorie in der kurzen Zeit ihres Bestehens eine erstaunliche Fülle schöner Erfolge gezeitigt hat. Die wechselnden Formen der Theorie zeigen uns zwar, daß die Ideen

noch in starkem Flusse sind und daß wohl noch einige Zeit vergehen wird, bis man der Quantentheorie eine endgültige Fassung geben kann. Inhaltlich aber trifft die Quantentheorie zweifellos den Kern der Sache, und als sicheres Resultat darf man wohl die Worte aussprechen, mit denen *M. Brillouin* die Ergebnisse des Brüsseler Solvay-Kongresses zusammenfaßte: „*Es ist zur Notwendigkeit geworden, in unsere physikalischen Vorstellungen eine Unstetigkeit einzuführen, ein Element, das sich nur sprungweise ändern kann, und von dessen Existenz wir bis vor wenigen Jahren nichts ahnten.*“

Die Geltung des Mendelschen Gesetzes beim Menschen.

Von Privatdozent Dr. Th. Mollison, Heidelberg.

Wie das Individuum, so verdankt auch die Rasse ihre Gestaltung zwei Reihen von Faktoren, erblichen Anlagen und äußeren Einwirkungen. Wer die Bedingungen der Rassenbildung untersuchen oder die rassiale Zusammensetzung der Völker analysieren will, der muß vor allem versuchen, die Gesetze kennen zu lernen, nach denen die Merkmale sich vererben. Das Studium der Vererbungsvorgänge bildet deshalb eine Grundbedingung der anthropologischen Forschung.

Wenn man heute in wissenschaftlichem Sinne von Vererbung redet, dann denkt man in erster Linie an jene Bastardierungsversuche, die ein so helles Licht auf dieses schwierige Gebiet geworfen haben. Dabei ist es immer wieder die von *Mendel* (1866) gefundene Gesetzmäßigkeit, die sich in den Vordergrund des Interesses drängt. *Mendel* entdeckte dieselbe bekanntlich an Pflanzen, indem er weißblühende und rotblühende Erbsen miteinander kreuzte. Er bemerkte, daß in der ersten Tochtergeneration alle Individuen rotblühend waren. Wurden die Individuen dieser Generation durch Selbstbefruchtung fortgepflanzt, so waren von den Nachkommen 75 % rotblühend, 25 % weißblühend, und bei Weiterzucht erwiesen sich die weißen als dauernd rein weiß, während von den 75 % rotblühenden 25 % rein rot weiterzüchteten und die übrigen 50 % wieder 25 % weiße und 75 % rote Nachkommen lieferten. Die Erscheinung erklärt sich in folgender Weise.

Bei Merkmalspaaren, die, wie man sagt, „mendeln“, d. h. dem Mendelschen Gesetz folgen, handelt es sich eigentlich nicht um zwei Merkmale, die einander gegenüber treten, sondern um ein solches, das im einen Falle vorhanden ist, im andern fehlt. Diese Anschauung, die sogenannte „presence and absence-Theorie“ von *Bateson* erklärt die Erscheinungen ganz zwanglos. So ist bei den roten Erbsenblüten die Anlage zur Bildung des roten Farbstoffes vorhanden, bei den weißen fehlt sie. Das läßt sich in einem Schema nebenstehender Art darstellen. Wählen wir zur Bezeichnung des positiv vorhandenen Merkmales schwarz, seines Fehlens weiß, so ist selbstverständlich, daß ein von rein

schwarzer Aszendenz stammendes Individuum nicht nur selbst schwarz ist, sondern auch nur „schwarze“ Keimzellen, d. h. solche mit der Anlage für schwarz, enthält, während bei einem Individuum von rein weißer Abstammung die Anlage auch in den Keimzellen fehlt. Paaren sich die beiden Individuen (Fig. 1a), so kann immer nur eine „schwarze“ Keimzelle mit einer „weißen“ zusammentreffen. Es wird also jedes der entstehenden Individuen die Anlage für schwarz erhalten und infolgedessen selbst schwarz aussehen; in seinen Keimzellen aber trennen sich die Anlagen in der Weise, daß nicht etwa sämtliche Keimzellen etwas von der Anlage für schwarz erhalten, sondern daß die Hälfte der Keimzellen die Anlage für schwarz erhält, die andere nicht. Diese Erscheinung hängt mit bestimmten Vorgängen der Karyokinese bei der Reduktionsteilung der reifenden Keimzellen zusammen, auf die hier nicht eingegangen werden kann. Werden nun solche Bastard-Individuen wieder unter sich gepaart (Fig. 1b), so sind vier

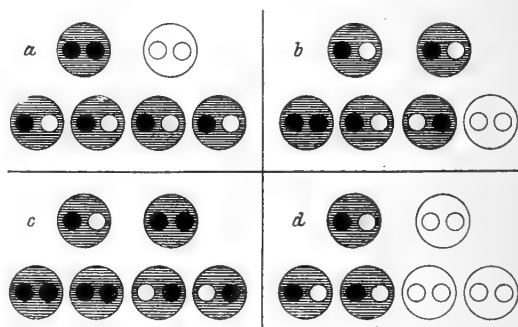


Fig. 1. Schema der Vererbung nach *Mendel*.

Die großen Kreise bedeuten die Individuen, die kleinen darin ihre Keimzellen. Die zwei oberen Kreise bedeuten immer zwei gepaarte Individuen, die vier darunter befindlichen ihre Nachkommen. Schraffierung bedeutet das Erscheinen der Eigenschaft „Schwarz“ (dominantes Merkmal) im Individuum.

Möglichkeiten der Kombination der Keimzellen gegeben. Entweder trifft eine „schwarze“ Keimzelle mit einer „schwarzen“ zusammen, oder eine „schwarze“ mit einer „weißen“, oder eine „weiße“ mit einer „schwarzen“, oder eine „weiße“ mit einer „weißen“. Da sämtliche Keimzellen gleiche Chance zur Vereinigung haben, wird nach der Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{4}$ der Nachkommen aus je zwei schwarzen Keimzellen hervorgehen, $\frac{2}{4}$ aus je einer schwarzen und je einer weißen, und $\frac{1}{4}$ aus je zwei weißen. Die drei Viertel, welche die Anlage für schwarz mitbekommen haben, werden dann schwarz aussehen, gleichviel, ob sie die Anlage nur von einem Elter oder von beiden, also doppelt geerbt haben; man sagt in diesem Falle, schwarz ist *dominant*, weiß ist *rezessiv*. Die rezessive Eigenschaft kann demnach nur dann hervortreten, wenn sie von beiden Eltern geerbt wurde, wenn also das Individuum *homozygotisch* rezessiv ist. In anderen Fällen besitzen die dominant-rezessiven, oder, wie man besser sagt, *heterozygotischen* Individuen, die also die Anlage (den Faktor, das Gen) für das betreffende Merkmal nur von

einem Elter geerbt haben, das dominante Merkmal nicht in so ausgesprochener Weise, wie die homozygotisch dominanten, sondern bilden eine Zwischenform.

Findet eine Rückkreuzung statt zwischen einem Heterozygoten und der homozygotisch dominanten Elternrasse (Fig 1 c), dann sind die Nachkommen zur Hälfte homozygotisch dominant, zur anderen Hälfte heterozygot. Bei einer Rückkreuzung mit dem rezessiven Typus (Fig. 1 d) wird die eine Hälfte der Nachkommen homozygotisch rezessiv, die andere heterozygotisch.

Die Geltung des Mendelschen Gesetzes wurde, wie gesagt, zunächst an Pflanzen erkannt, bald aber auch bei den verschiedenartigsten Tieren, z. B. bei Schnecken, Schmetterlingen, Käfern, Salamandern, Mäusen, Hunden und auch beim Menschen für gewisse Merkmale nachgewiesen. Freilich ist der Nachweis beim Menschen nicht so leicht zu führen, wie bei Versuchstieren, die nach Belieben gekreuzt werden können und in kurzer Zeit mehrere Generationen liefern. Zwar wurde die Geltung des Mendelschen Gesetzes beim Menschen

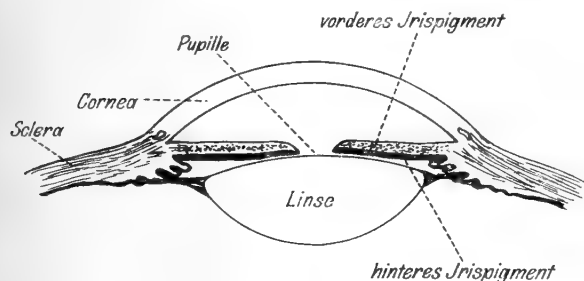


Fig. 2. Schnitt durch den vorderen Teil des Auges.

zuerst für pathologische Erscheinungen erkannt; doch wollen wir in unserer Betrachtung die normalen Merkmale vorangehen lassen.

Zuerst stellte *Davenport* (1907) für die Vererbung der Augenfarbe die Erscheinung von Dominanz und Rezessivität fest, die sich bei der Kreuzung von helläugigen und dunkeläugigen Individuen insofern geltend macht, daß z. B. die braune Augenfarbe über die blaue dominiert. Braune und blaue Augenfarbe stellen in der Tat einen Unterschied dar, der nur durch das Vorhandensein oder Fehlen eines und desselben Pigmentes hervorgerufen wird. Denken wir uns einen Querschnitt durch den vorderen Teil des Auges gelegt (Fig. 2), so finden wir auf dem Querschnitt der Iris bei einem dunkeln Auge zwei Arten von Pigment: auf der hinteren Fläche der Iris, in dem Stratum pigmenti iridis und der pars iridica retinae, ein Pigment, das in jedem

nicht albinotischen Auge vorhanden ist, und außerdem ein im Stroma und in der vorderen Grenzschicht in verschiedener Anordnung verteiltes Pigment. Bei rein blauen Augen fehlt dieses vordere Pigment, so daß dasjenige des Stratum pigmenti und der pars iridica retinae durch die darüber liegende trübe Schicht hindurch den Eindruck von blau hervorruft. Die zahlreichen Verschiedenheiten der Augenfarbe erklären sich durch Unterschiede in der Menge und Anordnung des vorderen Irispigmentes. So wird ein Auge, das die Anlage zur Bildung vorderen Pigmentes besitzt, sich immer dominant erweisen gegenüber einem solchen, das sie nicht besitzt.

Dominanz und Rezessivität sind noch kein ganz sicherer Beweis für die Geltung des Mendelschen Gesetzes. Aber *Davenport* konnte zeigen, daß die Nachkommen von Hybriden den Zahlen von Hell- und Dunkelaugigen zu entsprechen scheinen, die das Mendelsche Gesetz fordert; so z. B., daß zwei blauäugige Eltern, die also homozygotisch rezessiv sein müssen, niemals dunkeläugige Kinder haben, ferner, daß die Kinder eines blauäugigen, also rein rezessiven Elters und eines homozygotisch dunkeläugigen niemals blaue Augen haben, endlich, daß Kinder, deren eines Elter heterozygotisch dunkeläugig ist, das andere aber blauäugig, also rein rezessiv, zur Hälfte hell-, zur Hälfte dunkeläugig sind. Es dominiert dabei nicht allein braun gegen blau, sondern auch braun gegen grau und grau gegen blau, also immer die dunklere Farbe über die hellere.

Mit etwas anderem Vorgehen hat *Hurst* (1908) die Ergebnisse von *Davenport* bestätigt. Er kam zu den in untenstehender Tabelle dargestellten Resultaten. 20 Ehen von helläugigen mit helläugigen Individuen lieferten 101 Kinder, die alle helläugig waren. 50 Ehen von Dunkelaugigen mit Dunkelaugigen zerfielen in zwei Gruppen; in 37 von diesen Familien waren alle Kinder (und zwar 195) dunkeläugig, bei 13 Familien waren hell- und dunkeläugige Kinder vorhanden, und zwar 45 dunkel- und 18 helläugige. Zu der ersten Familiengruppe, die lauter dunkeläugige Kinder hervorbrachte, gehören natürlich die Ehen zweier homozygotisch Dunkelaugigen, ferner die Ehen zwischen einem homozygotisch und einem heterozygotisch dunkeläugigen Individuum. Die zweite Gruppe, in der auch helläugige Kinder vorkamen, wird gebildet durch die Ehen zwischen zwei heterozygotisch dunkeläugigen Individuen. Theoretisch zu erwarten wären dabei 75 % dunkeläugige und 25 % helläugige; der wirkliche Prozentsatz betrug 71 und 29, eine Abweichung, die bei mäßiger Individuenzahl natürlich bedeutungslos ist.

Vererbung der Augenfarbe nach Hurst.

20 Ehen hell—hell lieferten		101 Kinder sämtlich helläugig	= 100%
von 50 Ehen dunkel—dunkel lieferten	37 Ehen	195 Kinder sämtlich dunkeläugig	= 100%
	13 Ehen	45 Kinder dunkeläugig	= 71%
		18 Kinder helläugig	= 29%
von 69 Ehen dunkel—hell lieferten	17 Ehen	66 Kinder sämtlich dunkeläugig	= 100%
	52 Ehen	121 Kinder dunkeläugig	= 47%
		137 Kinder helläugig	= 53%

69 Ehen eines dunkelaugigen und eines hellaugigen Individuums zerfielen ebenfalls in zwei Gruppen; in 17 Familien waren alle Kinder (66) dunkelaugig, in 52 Familien fanden sich auch hellaugige, und zwar unter 258 Kindern 121 dunkel- und 137 hellaugige. Die erste Gruppe wird eben durch Vereinigungen eines homozygotisch dunkelaugigen und eines hellaugigen, also rein rezessiven Elters gebildet, die zweite durch Ehen heterozygotisch Dunkelaugiger mit Hellaugigen, also rein Rezessiven. Zu erwarten wären dabei 50 % hell- und 50 % dunkelaugige Kinder; die Wirklichkeit betrug 47 bzw. 53 %. Nach diesen frappanten

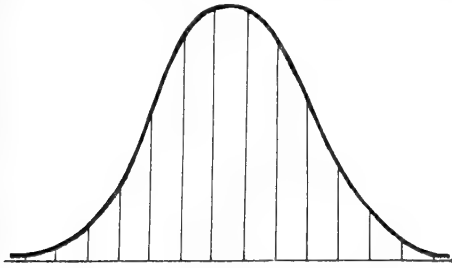


Fig. 3. Ideale Frequenzkurve.

Zahlenübereinstimmungen darf als gesichert gelten, daß die Augenfarbe mendelt.

Dadurch erklärt sich eine Erscheinung, die man schon lange kannte, aber nicht richtig deutete. Untersucht man irgend ein Merkmal bei den Individuen einer Rasse, stellt die einzelnen Grade des Merkmales nebeneinander und errichtet für jeden Grad eine Senkrechte, deren Höhe der Zahl von Individuen entspricht, die diesen Grad des Merkmals besitzen, und verbindet man dann die Endpunkte dieser Höhen, so erhält man in der Regel eine Kurve, die etwa das in Fig. 3 wiedergegebene Aussehen hat. Diese Frequenzkurve gleicht durchaus der Kurve des Gaußschen Fehlergesetzes. Findet sich an der Kurve irgendwelche beträchtliche Ab-

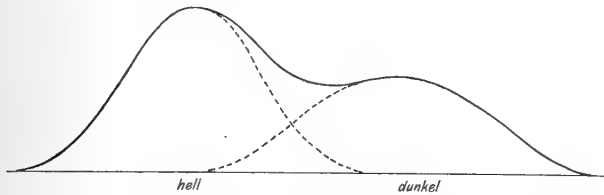


Fig. 4. Frequenzkurve für die Augenfarbe der badischen Rekruten nach Ammons Untersuchungen.

weichung von dieser Form, so muß ein besonderer Grund vorliegen, der die Abweichung bedingt. Nun fand Ammon (1899) bei seiner ausgedehnten Untersuchung an badischen Rekruten für die Augenfarbe eine Verteilung, die der in Fig. 4 gezeichneten Kurve entspricht¹⁾. Die Kurve hat, wie man sieht, einen zweiten seitlichen Gipfel oder doch

¹⁾ Ammon gibt in seinem Buche nicht diese Kurve, die ich aus seinen Zahlen konstruierte, sondern diejenige für die Gesamtpigmentierung; da er jedoch dabei auf die Augenfarbe den Hauptwert legt, ist die Kurve der hier gezeichneten sehr ähnlich.

ein seitliches Plateau. Ammon deutete die Erscheinung dahin, daß sie von einer unvollständigen Mischung von Dunkelaugigen und Hellaugigen herrühre, und daß mit zunehmender Mischung sich eine einheitliche Kurve herausbilden werde, deren Durchschnitt dann etwas mehr nach der Seite der dunkeln Augen hin liegen müßte, so daß also die Augenfarbe in Baden mit der Zeit an Dunkelheit zunehmen werde. Ammon war zu seinem Schlusse berechtigt, weil er von der Annahme ausging, daß bei Kreuzung von Hell- und Dunkelaugigen eine Zwischenform gebildet werde. Nachdem wir aber die mendelnde Eigenschaft der Augenfarbe erkannt haben, begreifen wir, daß eine Ausgleichung des seitlichen Gipfels nicht zu erwarten ist. Es stecken in der Kurve für die badische Population eben die Kurven für zwei Typen, die mit einander mendelnd gemischt sind, eine für die Hellaugigen und eine für die Dunkelaugigen, und diese beiden Gruppen werden auch in Zukunft immer wieder herausmendeln. Eine Bestätigung dafür bildet die Tatsache, daß die Augenfarbe in Schweden, wo die nordische Rasse mit Lappen und Finnen sich gemischt hat, eine ganz ähnliche Verteilung darbietet.

Daß dieser Vererbungsmodus der Augenfarbe auch bei anderen Rassen gilt, wird durch die Untersuchungen von Fischer (1912) an den südwestafrikanischen Bastards, also Mischlingen von Buren und Hottentotten, bewiesen.

Als weiteres mendelndes Merkmal erwies sich die Haarform, indem die krause Form dominiert, die schlichte rezessiv ist. Dabei besteht jedoch kein strenges Alternieren, sondern die heterozygotischen Individuen haben in der Regel lockiges Haar, das also gewissermaßen eine Zwischenform darstellt. Diese von Davenport (1908) gefundene Tatsache konnte Fischer (1912) an den Bastards bestätigen.

Für die Hautfarbe läßt sich die Geltung des Mendelschen Gesetzes bis jetzt nicht völlig klar nachweisen, es ist aber immer zu bedenken, daß gerade solche Merkmale, die innerhalb der Species Homo eine so reiche Abstufung aufweisen, vielleicht nicht durch ein Gen, sondern durch eine ganze Reihe von solchen hervorgerufen sein können. Da die einzelnen Gene dann durchaus unabhängig voneinander sich vererben werden, so wird es wegen der großen Zahl der möglichen Kombinationen nicht durchführbar sein, den Nachweis für eine gesetzmäßige Vererbung zu führen.

Dagegen gelang es Fischer, bei den Bastards die Vererbung der Nasenform nach dem Mendelschen Gesetz nachzuweisen, und zwar dominiert die hohe schmale Europäernase über die niedere, breite Negernase. Ebenso dominiert nach den Untersuchungen von Salaman die schmale, starkgebogene Nase der Sephardim (des südeuropäischen Zweiges der Juden) über die breite Nase.

Die europäische Form der Lidspalte dominiert nach Fischers Untersuchungen an den Bastards über die schiefe hottentottische Form. Ebenso dominiert die relativ breite Stirn über die relativ schmale.

Als ein mendelndes Merkmal ist zweifellos auch das Geschlecht zu betrachten, und zwar scheint es sich beim Menschen so zu verhalten, daß ein Faktor

existiert, bei dessen doppeltem Vorhandensein im befruchteten Ei das weibliche Geschlecht entsteht, während bei einfachem Vorhandensein aus dem Ei ein männliches Individuum hervorgeht, oder, wie *Wilson* (1909) es ausdrückt, eine Dosis X bedingt männliches Geschlecht, zwei Dosen X weibliches Geschlecht. Für diese Annahme sprechen auch die cytologischen Befunde von *Montgomery* (1901) und anderen. Während die Chromosomen im allgemeinen paarweise vorhanden sind, existiert bei vielen Tieren noch ein Paar durchaus ungleicher Chromosomen, sogenannter Heterosomen, oder sogar ein einzelnes Chromosom ohne Partner, ein Monosom. Speziell beim Menschen scheinen es nach den Untersuchungen von *Guyer* (1910) zwei Chromosomen zu sein, bei deren doppeltem Vorhandensein weibliches Geschlecht entsteht. Dementsprechend enthält also die menschliche Ovocyte unter ihren 24 Chromosomen vier, welche der Geschlechtsbestimmung dienen und die doppelte Dosis X darstellen, während die Spermatocyte im ganzen nur 22 Chromosomen besitzt, darunter die zwei, welche als einfache Dosis X das männliche Geschlecht hervorrufen.

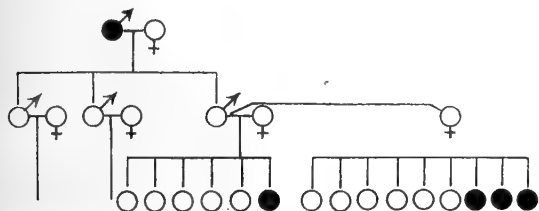


Fig. 5. Vererbung von totalem Albinismus nach *Farabee*. Die albinotischen Individuen sind schwarz gezeichnet.

Infolgedessen erhält jedes Ei einen Faktor X , von den Spermatozoen dagegen erhält nur die eine Hälfte den Faktor X , die andere erhält ihn nicht. Wird nun ein Ei, das den Faktor X immer besitzt, von einem Spermatozoon befruchtet, das ebenfalls ein X enthält, so kommen zwei X zusammen, es entsteht weibliches Geschlecht. Befruchtet dagegen ein Spermatozoon ohne den Faktor X das Ei, so enthält das befruchtete Ei nur ein X , es entsteht männliches Geschlecht. Das männliche Geschlecht ist also in bezug auf den Besitz von X heterozygot, das weibliche ist homozygot. Es ist begreiflich, daß aus der Paarung eines Heterozygoten und eines Homozygoten immer 50 % Heterozygoten, also diesmal männliche, und 50 % Homozygoten, in diesem Fall weibliche Nachkommen hervorgehen müssen. Daß in Wirklichkeit die Zahl der Knabengeburt etwas höher ist, deutet auf eine bessere Befruchtungsfähigkeit der männlich prädestinierten Spermatozoen. Jedenfalls liegt hierin kein zahlenmäßiges Gesetz, wie ja auch bekanntlich die Sexualproportion der Geburten durch Einflüsse des Milieus verändert werden kann. Daß das weibliche Geschlecht in der Tat homozygotisch ist, dafür werden wir später noch einen weiteren Beweis finden.

In bedeutend größerer Zahl, als normale Merkmale sind pathologische Erscheinungen am Men-

sehen auf die Art ihrer Vererbung untersucht worden.

Der Albinismus, der angeborene Pigmentmangel, hat sich bis jetzt bei Nagetieren, auf welche sich die meisten vorliegenden Beobachtungen beziehen, immer als rezessiv erwiesen. Auch beim Menschen scheint solcher rezessiver Albinismus zu bestehen. Wenigstens läßt sich ein Stammbaum einer Negerfamilie, den *Farabee* mitgeteilt hat (Fig. 5), in diesem Sinne deuten. Ein albinotischer Neger heiratete eine normale Negerin und hatte mit derselben drei Söhne. Zwei dieser Söhne erzeugten mit normalen Negerinnen lauter normale Kinder. Der dritte Sohn dagegen erhielt von zwei Frauen, die er nacheinander heiratete, 15 Kinder, von denen vier Albinos waren. Wenn der erste Albino homozygotisch rezessiv war, dann ist verständlich, daß seine sämtlichen Kinder mit einer normalen, also wohl homozygotisch dominanten Frau Heterozygoten sein mußten mit dominierender normaler

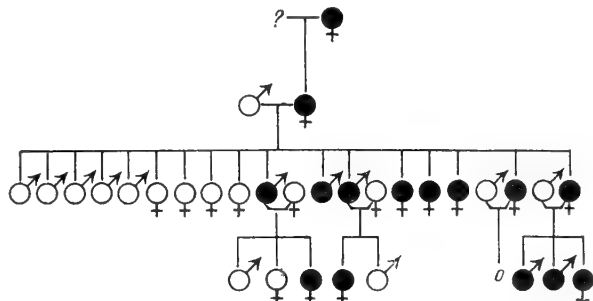


Fig. 6. Vererbung von partiellem Albinismus nach *Frassetto*.

Die albinotischen Individuen sind schwarz gezeichnet. Nach einer neueren Berichtigung beträgt die Zahl der normalen Individuen der dritten Generation nur 7. Die Reihenfolge der Geburten ist hier außer acht gelassen.

Färbung. Ein Wiedererscheinen des Albinismus war nun nur möglich, wenn ein solcher Heterozygot sich mit einem Individuum paarte, das ebenfalls als Heterozygot einen latenten Albinismus besaß. Das scheint bei beiden Frauen des dritten Bruders der Fall gewesen zu sein. Die Unwahrscheinlichkeit dieser Annahme verschwindet, wenn man erfährt, daß in der betreffenden Umgebung noch verschiedene Fälle von Albinismus vorhanden waren. Aus der Paarung der beiden Heterozygoten waren $\frac{1}{4}$ normale und $\frac{3}{4}$ albinotische Kinder zu erwarten. In Wirklichkeit sind es vier unter fünfzehn, die Zahlen könnten also kaum besser stimmen.

Ganz anders verhält sich der partielle Albinismus der Familie *Anderson*, deren Stammbaum *Frassetto* (1910) mitteilt (Fig. 6). Es handelt sich wieder um eine Neger- und Mulattenfamilie, deren albinotische Glieder neben einer Fleckung des Rumpfes und der Extremitäten vor allem durch einen charakteristischen keilförmigen, annähernd symmetrischen albinotischen Streifen über Kopf und Gesicht ausgezeichnet sind. Eine solche partiell albinotische Negerin heiratete einen Neger, über dessen Hautfarbe nichts bekannt ist, vermutlich wird er normal gewesen sein. Die Tochter dieses Paares war albinotisch. In der Ehe mit einem

normalen Neger gebar sie 17 Kinder⁴⁾, von denen 8 Albinos waren. Von den albinotischen Kindern heiratete ein Mädchen einen Weißen; diese Ehe blieb kinderlos. 3 Individuen verheirateten sich mit normalen Mulatten, und unter ihren 8 Kindern waren 5 Albinos. In diesem Falle folgt der Albinismus in klarer Weise dem Mendelschen Gesetz als dominantes Merkmal und trat infolgedessen bei dem ersten Bastardindividuum hervor, obwohl dieses die Anlage als Heterozygot nur von der Mutter geerbt hatte. Bei einer Paarung dieses Heterozygoten mit einem normalen Individuum, also unserem Fall d (Fig. 1) entsprechend, sind unter den Nachkommen 50 % normale und 50 % albinotische zu erwarten; die Wirklichkeit könnte dazu gar nicht besser stimmen. Auch die Albinos dieser Generation sind natürlich sämtlich Heterozygoten, die mit normalen Individuen 50 % Albinos erzeugen sollten. Beobachtet sind 5 Albinos und 3 Normale; eine in Anbetracht der geringen Zahl völlig genügende Übereinstimmung. Wollte man annehmen, daß es sich auch in diesem Fall um rezessiven Albinismus handele, so würde daraus folgen, daß sämtliche 5 Individuen, die in die Familie hineinheirateten, Heterozygoten mit latentem Albinismus gewesen seien. Wir haben also hier ein besonders klares Beispiel von dominantem Albinismus. Demnach haben wir beim Menschen zwei verschiedene Arten von Albinismus zu unterscheiden, dominanten und rezessiven. Wir müssen annehmen, daß bei der rezessiven Form das Gen für die Pigmentbildung fehlt, während bei der dominanten ein Gen vorhanden ist, das die Pigmentbildung verhindert. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der rezessive Albinismus immer ein totaler ist, während der partielle Albinismus dominiert. Übrigens hat auch *Bateson* einen Fall von Dominanz einer weißen Haarlocke beschrieben.

Nach dem Albinismus mag eine zweite Art abnormaler Pigmentbildung erwähnt werden, der Rutilismus, die Rothaarigkeit. Wenn es auch im großen und ganzen scheint, daß die Rothaarigkeit sich als ein rezessives Merkmal verhält, so sind doch die Untersuchungen zu sehr erschwert, um sichere Resultate zu geben. Nimmt man an, daß das rote, sogenannte diffuse (in Wirklichkeit wohl sehr feinkörnige) Pigment sich von dem grobkörnigen Pigment wirklich chemisch unterscheidet, so haben wir 2 Pigmentarten, die unabhängig voneinander sich vererben, wobei das körnige Pigment das etwa gleichzeitig vorhandene diffuse verdecken kann. Infolgedessen läßt sich über die Vererbung des Rutilismus ein abschließendes Urteil bis jetzt nicht fällen.

Die Sommersprossen scheinen nach den Untersuchungen von *Hammer* mit einiger Wahrscheinlichkeit ein dominantes Merkmal darzustellen.

Eine zweite Gruppe von Merkmalen bietet die eigentümliche Erscheinung, daß weibliche Individuen das Merkmal nur in sehr seltenen Fällen aufweisen, trotzdem aber dasselbe auf ihre männlichen

Nachkommen übertragen können, während Männer, denen das Merkmal fehlt, niemals eine Weitervererbung verursachen. Es handelt sich da um Merkmale, die in deutlicher Weise dem Mendelschen Gesetz folgen, wobei aber die Dominanz und Rezessivität des Merkmals sich bei den beiden Geschlechtern verschieden verhält, so daß es beim Mann dominant ist, bei der Frau rezessiv. Dahin gehört vor allem die häufigste Form der Farbenblindheit, die Rotgrünblindheit. Infolge des Dominanzwechsels dieses Merkmals ist der Mann farbenblind, auch wenn er die Farbenblindheit nur von einem seiner Eltern geerbt hat, die Frau muß sie von beiden Eltern geerbt haben, damit sie in Erscheinung tritt. Dadurch wird begreiflich, daß Männer etwa zehnmal so oft farbenblind sind als Frauen. Die Tatsache erklärt sich durch die einfache, von *Lenz* (1912) stammende Annahme, daß die Ursache für die Farbenblindheit in einem Defekt jener Erbinheit besteht, die, wie oben erwähnt, wenn sie in doppelter Zahl vorhanden ist, das weibliche Geschlecht bedingt, wenn sie dagegen nur einfach vorhanden ist, männliches Geschlecht hervorruft. *Lenz* (1912) bezeichnet diese Erbinheit mit dem Buchstaben W. Da der Mann nur 1 W besitzt, so muß er farbenblind sein, sobald dieses eine W den betreffenden Defekt aufweist. Die Frau dagegen besitzt 2 W, wird also nur dann farbenblind sein können, wenn diese beiden W defekt sind, das heißt eben, wenn sie die Farbenblindheit als Homozygot geerbt hat. Daraus folgt aber weiter: jede farbenblinde Frau besitzt zwei defekte W und kein intaktes. Sie wird also auf ihre Nachkommen nur defekte W vererben können; folglich werden ihre sämtlichen Söhne mit defektem W ausgestattet sein und infolgedessen farbenblind. Man hat nun 17 Söhne farbenblinder Mütter untersucht und sie in der Tat sämtlich als farbenblind befunden.

Dem gleichen Vererbungstypus folgt, wie es scheint, ein Merkmal, das nicht direkt als pathologisch bezeichnet werden kann, die vorstehende Unterlippe der Habsburger, für welche *Häcker* (1911) nachweisen konnte, daß sie beim männlichen Geschlecht dominiert, beim weiblichen dagegen höchst selten auftritt.

Ebenso folgen diesem Typus gewisse Formen der progressiven Muskelatrophie sowie die gewöhnliche Form der mit Myopie gepaarten Hemeralopie, während eine andere Form der Nachtblindheit als einfaches dominantes Merkmal mendelt. Ein gutes Beispiel dieser einfach dominant-rezessiven Form der Nachtblindheit bildet der von *Nettleship* (1907) veröffentlichte Stammbaum der Familie Nougaret, von dem ein Teil in Fig. 7 dargestellt ist. Ein Nachtblinder hat mit einer normalen Frau zwei nachtblind Töchter und einen normalen Sohn. Die Töchter müssen Heterozygoten mit dominanter Nachtblindheit gewesen sein. Die eine dieser Töchter bringt in der Ehe vier gesunde Kinder hervor, die in sieben Generationen eine große Reihe von durchweg gesunden Nachkommen erzeugen. Daß die Kinder dieses weiblichen Individuums alle normal waren, zeigt, daß von seinen gemischten Keimzellen zufälligerweise nur normale zur Fort-

⁴⁾ Nach einer mir soeben (31. März 1913) zu Gesicht kommenden Berichtigung (1912) nur 15.

pflanzung gelangten, und damit war in dieser Linie die Nachtblindheit endgültig erloschen. Unter den Kindern der anderen Tochter befand sich eine Nachtblinde, und diese hatte wieder drei nachtblinde Söhne. Wir wollen die einzelnen Familien nicht weiter verfolgen; es besteht meist nur eine mäßige Kinderzahl, so daß die Zahlenverhältnisse an den einzelnen Familien nicht klar ausfallen. Da aber die Familienglieder nicht unter sich heirateten, so waren natürlich sämtliche nachtblinde Individuen Heterozygoten, die sich mit normalen Individuen rückkreuzten. Wir haben also immer unseren Fall Fig. 1 d, wonach unter den Kindern der Nachtblinden 50 % Nachtblinde und 50 % Normale zu erwarten wären. In Wirklichkeit sind 23 der Kinder nachtblind und 24 normal. Von Wichtigkeit ist, daß die Nachkommen eines normalen Gliedes dieser

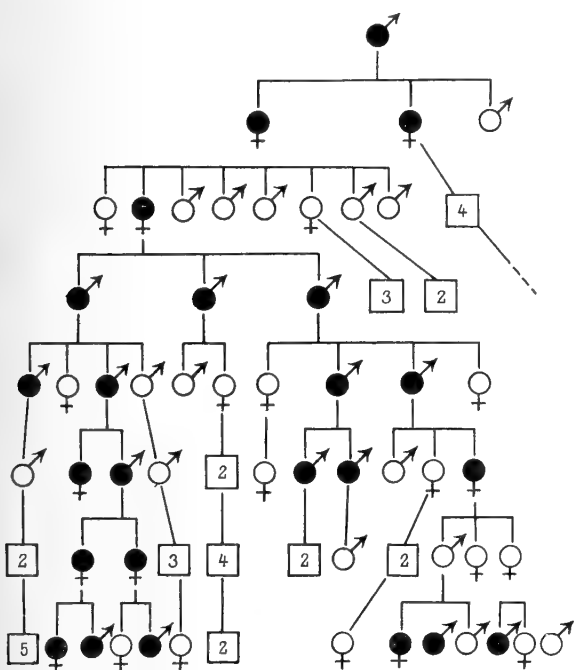


Fig. 7. Vererbung der Nachtblindheit (einfach dominante Form) nach Nettleship.

(Die Zahlen in Quadraten bedeuten normale Individuen.)

Familie immer normal sind; das ist selbstverständlich, denn ein normales Individuum kann diese Form der Nachtblindheit auch nicht latent geerbt haben, da sie ja als dominantes Merkmal sich manifestieren müßte. Das ist von Bedeutung, wenn es sich darum handelt zu entscheiden, ob man einem normalen Individuum aus einer Familie mit erblicher morphologischer oder funktioneller Mißbildung die Ehe gestatten soll oder nicht. Es hängt dies davon ab, ob das Merkmal dominant ist, oder rezessiv. Ist es dominant, so können wir jedem normalen Individuum normale Nachkommen voraussagen. Ist es aber rezessiv, so können wir nicht wissen, ob das fragliche Individuum es nicht als Heterozygot geerbt hat.

Ein weiterer Typus der Vererbung, der sich von demjenigen der Farbenblindheit wieder in einigen

Zügen unterscheidet, wird durch die Hämophilie vertreten. Die von Lossen aufgestellte Regel für die Vererbung der Hämophilie lautet: „Die Anlage zur Blutung wird nur durch die Frauen übertragen, die selbst keine Bluter sind. Nur Männer sind Bluter, vererben aber, wenn sie Frauen aus gesunder Familie heiraten, die Bluteranlage nicht.“ Diese eigentümlichen Vererbungserscheinungen haben zahlreiche Erklärungsversuche veranlaßt, und nachdem man die alternative Vererbung kennen gelernt hatte, war es naheliegend, auch die Hämophilie als ein dem Mendelschen Gesetz folgendes Merkmal zu betrachten. Das Freibleiben der Frauen erklärte man sich dadurch, daß man einen Dominanzwechsel annahm, also eine Erscheinung, wie wir sie bei der Farbenblindheit kennen lernten. Diese Annahme bietet aber keine völlige Erklärung der Tatsachen. Denn wenn die Hämophilie auch bei Frauen sich rezessiv verhielte, also nur bei solchen weiblichen Individuen sich manifestierte, die es als Homozygoten von beiden Eltern geerbt hätten, so müßten solche Homozygoten doch hier und da einmal auftreten, um so mehr, als in Bluterfamilien die Verwandtenheiraten nicht gerade selten zu sein pflegen. In Wirklichkeit aber haben sich die Fälle von angeblichen weiblichen Blutern durchweg als zweifelhaft herausgestellt; es handelt sich um Metrorrhagien und ähnliche Erscheinungen, die nicht mit echter Hämophilie zusammengeworfen werden dürfen. Weiterhin geht aus den Stammbäumen hämophiler Familien hervor, daß ein Bluter seine Eigenschaft niemals auf seine Nachkommen vererbt, weder auf seine Söhne, noch auf seine Töchter; heiratet er eine normale Frau, so sind seine Nachkommen immer normal. Am einfachsten erklären sich diese Erscheinungen durch die Annahme von Lenz (1912), daß jedes Spermatozoon, welches die Anlage für Hämophilie mitbekommt, zugrunde geht, so daß also von den Keimzellen eines Bluters nur diejenigen überleben, die das schädliche Gen nicht mitbekommen haben, so daß er aus diesem Grunde nur gesunde Nachkommen haben kann. Diese Erklärung ist von den bis jetzt gegebenen die verhältnismäßig einfachste und findet ein Analogon bei einer Levkojen-Varietät, die in bezug auf gefüllte und einfache Blüten heterozygot ist, und bei der die Pollenkörner mit dem Gen für einfache Blüten befruchtungsunfähig sind.

Der Dominanzwechsel erklärt sich bei der Hämophilie in ganz der gleichen Weise, wie bei der Farbenblindheit. Da aber ein Bluter seine Eigenschaft niemals vererbt, so kann eine Tochter immer nur von ihrer Mutter eine defekte Erbinheit *W* erhalten; vom Vater erhält sie immer ein intaktes *W*, so daß die Hämophilie bei ihr nicht in Erscheinung tritt. Dagegen wird ein Sohn, der von seiner Mutter ein defektes *W* erbte, notwendig ein Bluter sein, da er ja überhaupt nur ein *W* besitzt.

Es ist natürlich nicht möglich, hier auf alle die Merkmale einzugehen, für welche bis jetzt eine Vererbung nach dem Mendelschen Gesetz nachgewiesen oder wahrscheinlich gemacht wurde. Namentlich haben gewisse Mißbildungen und konstitutionelle Erkrankungen zur Klärung der Vererbungsfragen

wesentlich beigetragen; ich nenne von den bisher nicht erwähnten nur die Hyperdactylie, die Brachydactylie, den Spaltfuß, die Tylosis palmaris et plantaris, die Alkaptonurie, die erbliche Polyurie, die präsenile Cataract.

Endlich mag noch ein Komplex von Merkmalen Erwähnung finden, der von den bisher behandelten morphologischen und funktionellen Merkmalen zu trennen ist und gewissermaßen eine Gruppe für sich bildet. Bringt man zu verdünntem Blut eines Menschen eine kleine Menge von Blutserum eines anderen, so werden in einem gewissen Prozentsatz der Fälle die Blutkörperchen agglutiniert, sie ballen sich zu Klumpen zusammen. Das Eintreten dieser Reaktion ist, wie von *Dungern* und *Hirschfeld* (1909) gezeigt haben, von dem Zusammentreffen bestimmter chemischer Strukturen in den Blutkörperchen mit darauf wirkenden Isoagglutininen bedingt. Es lassen sich zwei Bestandteile *A* und *B* unterscheiden und ebenso zwei gegen diese gerichtete Agglutinine α und β . Nun ist es von *Dungern* gelungen, nachzuweisen, daß der Besitz der Strukturen *A* und *B* mit größter Wahrscheinlichkeit dem Mendelschen Gesetze folgt, wobei natürlich immer der Besitz der betreffenden Struktur dominant ist, der Nichtbesitz rezessiv. Damit ist zum ersten Male gezeigt, daß biochemische Strukturen den gleichen Vererbungsgesetzen gehorchen, wie morphologische Merkmale. Es ist recht wohl möglich, daß uns später einmal die Vererbung der Form und der Funktion als eine Folgeerscheinung der Kontinuität des Eiweißaufbaues sich darstellt.

Zitierte Arbeiten.

- Ammon*, O., Zur Anthropologie der Badener. Jena 1899.
Bateson, W., Mendels principles of heredity. Cambridge 1909.
Davenport, C. and B., Heredity in eye-colour in man. Science N. S. vol. 26, 1907.
Davenport, C. and B., Heredity in hair-form in man. Amer. Natur. vol. 42, 1908.
v. Dungern, E., und L. *Hirschfeld*, Über Nachweis und Vererbung biochemischer Strukturen. Zeitschr. f. Immunitätsforschung u. experim. Therapie, I, Originale, Bd. 4, 1909, S. 531, u. Bd. 6, 1910, S. 284.
Farabee, Notes on Negroe Albinisme. Science N. S. vol 17, 1903.
Fischer, E., Rassenkreuzung und Vererbung nach Beobachtungen an den Bastards in Deutsch-Südwest-Afrika. Sitzungsbericht der Physik.-med. Ges. Würzburg, 1912.
Fischer, E., Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem. Jena 1913.
Frassetto, F., Casi di Albinismo parziale ereditario nella famiglia Anderson. Atti della Soc. Romana di Antropol. Bd. XV, 1910.
Frassetto, F., A proposito di Albinismo parziale ereditario nella famiglia Anderson. Rivista di Antropologia Bd. XVII, 1912.
Guyer, M. F., Accessory chromosomes in man. Biological Bulletins 1910 (cit. b. Lenz).
Hammer, Die Bedeutung der Vererbung für die Haut und ihre Erkrankungen. Verh. d. dermatol. Ges. 1908.
Häcker, V., Allgemeine Vererbungslehre. Braunschweig 1911.
Hurst, C. C., Inheritance of eye-colour in man. Proc. Roy. Soc. London vol 80, 1908.

- Lenz*, Fr., Über die krankhaften Erbanlagen des Mannes und die Bestimmung des Geschlechts beim Menschen. Jena, 1912.
Lossen, H., Die Bluterfamilie Mampel bei Heidelberg. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 1877 (cit. b. Lenz).
Mendel, Gr., Versuche über Pflanzenhybriden. Verh. Naturf. Ges. Brünn, 1866 und in Ostw. Klass. d. ex. Wiss. Nr. 121. Leipzig, 1901.
Montgomery, Th., A study of the chromosomes of the germ cells of Metazoa. Transact. of the American Philos. Soc. 1901 (cit. b. Lenz).
Nettleship, E., A history of congenital stationary Night Blindness in nine consecutive generations. Ophthalmol. Soc. Transact. 1907. Ref. in Arch. f. Rass. u. Ges. Biol. 1908.
Wilson, E. B., Recent researches on the determination and heredity of sex. Science 1909.

Die Chondriosomenlehre als ein Problem der pflanzlichen Zellforschung.

Von Dr. V. Vouk, Zagreb-Agram (Kroatien).

Seit etwa zwei Jahren ist die Chondriosomenfrage in der pflanzenanatomischen Literatur an der Tagesordnung. In kurzem Zeitraum ist eine Reihe von interessanten Arbeiten von hervorragenden Forschern über dieses Problem der pflanzlichen Zellforschung erschienen und ein jeder Fachgenosse sucht sich auch darüber ein abschließendes Urteil zu bilden, wenngleich dies nach dem heutigen Stand der Forschung noch kaum möglich ist. Einige zusammenfassende Arbeiten (*Schmidt*¹), *Guilliermond*²), *Rudolph*³)) geben uns eine Übersicht über die gesamte, nun schon zahlreiche Literatur. Aus ihr den Kern herauszusuchen und die Nichtbotaniker mit diesem Problem bekannt zu machen, ist der Zweck der folgenden Zeilen.

Mit dem Namen *Mitochondrien* oder *Chondriosomen* bezeichnet man schon seit längerer Zeit in der tierischen Zellenlehre ganz spezifische, charakteristisch geformte Körperchen, die mit bestimmten Farbstoffen tingierbar sind und die als bald als spezifische Bestandteile der tierischen Zellen erkannt wurden. Dieselben Körperchen sind eigentlich zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Forschern unter verschiedenen Namen beschrieben worden. Granula von *Altmann*, Chondriomiten von *Benda*, Chromidien von *Hertwig*, Chromidialapparat von *Goldschmidt*, Histomeren von *Heidenhein* sind wahrscheinlich alles Namen für ein und dieselbe Art von fädigkörnigen Inhaltsbestandteilen von Protoplasma der tierischen Zellen,

¹) E. W. Schmidt, Pflanzliche Mitochondrien. Progressus rei botanicae, Bd. IV, Heft 2, 1912.

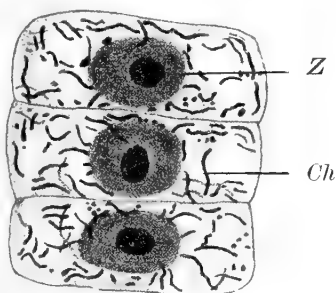
²) A. Guilliermond, Recherches sur le mode de formation de l'amidon et sur les plastes des végétaux (leuco-, chloro- et chromoplastes). — Contribution à l'étude des mitochondries chez les végétaux. (Archives d'anatomie microscopique, Tome XIV, Fasc. III, 1912.)

³) K. Rudolph, Chondriosomen und Chromatophoren. Beitrag zur Kritik der Chondriosomentheorien. Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. Jahrg. 1912, Bd. XXX, Heft 9, 1912.

die *Meves* unter dem Namen *Chondriosomen* oder *Mitochondrien*¹⁾ zusammenfaßt.

Es erschien nun vom Standpunkte der allgemeinen Zellforschung sehr wichtig, die Frage zu untersuchen, ob die Chondriosomen auch in den pflanzlichen Zellen vorkommen. Tatsächlich konnte *Meves* in den Zellen der Pollensäcke einer Seerose nach Fixierung mit Chromosmiumessig und Färbung mit Eisenhämatoxylin chondriosomenartige Strukturen auffinden. Mit dieser im Jahre 1904 gemachten Beobachtung wurde die pflanzliche Chondriosomenlehre begründet. Es wurden später von anderen Forschern (*Tischler*, v. *Derschau*, *Lundegard*) in den verschiedenen Zellen ähnliche fädige Körperchen beobachtet, die aller Wahrscheinlichkeit nach nur Chondriosomen sind.

Den Chondriosomen hat man in der zoologischen Literatur verschiedene Bedeutung zugeschrieben. Nach der Meinung einiger Forscher



Jugendliche Zellen aus der Wurzel von der Gerste.
Z = Zellkern, Ch = Chondriosom. Nach *Guilliermond*.

spielen sie bei der Spermatogenese eine wichtige Rolle, nach den anderen sollen sie die Stoffwechselvorgänge in der Zelle einleiten oder sollen sogar für die Vererbung als Träger der Qualitäten des Plasmas im Gegensatz zu den Chromosomen als Träger der Qualitäten des Zellkernes von Bedeutung sein. Man ist also über die Funktion der Chondriosomen im Zellgetriebe noch völlig unorientiert. Ebenso ist es in der botanischen Literatur. *Zimmermann* hat seine Granula als Inhaltskörper der Pflanzenzellen, noch bevor die Chondriosomen bekannt waren, entdeckt, und man konnte über diese höchstwahrscheinlich mit den Chondriosomen identischen Inhaltskörper der Pflanzenzelle keinen funktionellen Aufschluß geben. Die Chondriosomenlehre wäre aus dem letzten Grunde gewiß nicht während der letzten zwei Jahre in den Vordergrund der pflanzlichen Zellforschung getreten und man hätte sich wahrscheinlich mit der Konstatierung des Vorkommens und mit der gelegentlichen Beobachtung begnügt, hätten nicht inzwischen *Pensa*, *Lewitsky* und *Guilliermond* durch fast gleichzeitig ausgesprochene neue Ideen über die Rolle der Chondriosomen in der Pflanzenzelle die ganze Lehre in neue Bahnen gelenkt. Dieser neue Gedanke wurde später

durch neue Beobachtungen von *Forenbacher* unterstützt.

Alle diese Autoren beobachteten in den Schnitten verschiedener Pflanzenteile Chondriosomen in verschiedenen Größen, vom kleinsten Körnchen im Cytoplasma bis zur Größe der Farbkörper oder Chromatophoren. In der ersten Linie waren dies die Träger des grünen Farbstoffs, Chlorophyll oder Chloroplasten genannt, welche nach *Bendas* Methode in den Präparaten dieselbe Färbung annehmen wie die Chondriosomen. Daraus zog man den Schluß, daß die Chloroplasten aus Chondriosomen entstehen. Was war nun eigentlich in diesem Gedanken Neues?

Als ein fast bestfundiertes Theorem der pflanzlichen Zellenlehre galt bisher das Theorem von der Kontinuität und Individualität der pflanzlichen Farbkörper oder Chromatophoren, das in den Jahren 1833—1885 von *A. Meyer* und von *Schimper* begründet wurde. Es gilt das Prinzip, daß alles Organisierte aus dem Organisierten hervorgeht, die Zelle aus der Zelle, der Zellkern aus dem Zellkern, der Chromatophor aus dem Chromatophor usw. sogar bis zur letzten lebendigen Einheit, sagen wir z. B. dem Wiesnerschen Plasom. Die Kontinuität der Chromatophoren kann man während der ganzen Entwicklung der Pflanze verfolgen und man nennt die gemeinsamen Anlagen der Chromatophoren (Chloro-, Chromo- und Leukoplasten) — Plastiden, folglich entstehen auch Plastiden nur aus Plastiden.

Nun wurde durch die Chondriosomenlehre der alten Plastidenlehre der Krieg erklärt. „Die Chondriosomen als Chromatophorenbildner“ ist die Devise der neuen Theorie, die sich hauptsächlich auf die gleiche Färbbarkeit der Chondriosomen und Chromatophoren stützt. Vor kurzem erschien eine ausführliche Arbeit von *Guilliermond*, der die Chromatophorenlehre auf breiter Basis einer Nachprüfung unterzieht und eigentlich zu demselben Resultate wie *Schimper* und *Meyer* gelangt; die Chromatophoren können ineinander umgewandelt werden, nur entstehen sie nicht aus deren Anlagen oder Plastiden, sondern aus Chondriosomen.

Woher kommen nun und wie entstehen die Chondriosomen? In dieser Frage sind die Begründer der Chondriosomenlehre verschiedener Meinung. *Pensa* kommt wieder zu der alten, längst aufgegebenen Anschauung, die seinerzeit *Belzung* und *Mikosch* vertreten haben, daß die Chromatophoren, folglich nach *Pensa* die Chondriosomen durch Neudifferenzierung aus dem Protoplasma entstehen¹⁾; *Lewitsky* hält sie für Bestandteile des Grundgerüsts des Protoplasmas und *Guilliermond* läßt ihre Individualität bzw. Kontinuität unangetastet, indem er „die Chondriosomen aus Chondriosomen“ entstehen läßt, schließlich ganz vereinsamt bleibt die Ansicht vom nuklearen Ur-

¹⁾ Ich möchte hier bemerken, daß *Guilliermond* in der anfangs zitierten Arbeit mir irrtümlich dieselbe Anschauung zuschreibt, indem er sagt (p. 325):

„*Vouk* (1908) admet, que les chloroplastes naissent par différenciation cytoplasmique.“ Dies beruht jedenfalls auf einem Mißverständnis, denn ich habe diese Meinung nirgends ausgesprochen.

¹⁾ In Fäden (*μῖτρος*) aneinandergereihte Körner (*χόνδριον*).

sprung der Chondriosomen, nach welcher dieselben aus dem Zellkern entstehen sollten. Ähnliches behauptete *Schiller* für Chromatophoren.

Es ist selbstverständlich, daß die neuen Arbeiten von *Pensa*, *Lewitsky*, *Forenbacher* und *Guilliermond* nicht ohne Widerspruch blieben. *A. Meyer*, *E. W. Schmidt* und neuerdings *K. Rudolph* haben verschiedene, auch schwerwiegende Momente gegen den Satz „die Chromatophoren entstehen aus Chondriosomen“ erhoben.

Daß die verschiedenen Zellbestandteile oft mit denselben Farbstoffen sich tingieren lassen, ist eine Tatsache, doch kann man nicht aus der gleichen Färbbarkeit auf ihre Identität schließen. Daher kann man ja auch die Chondriosomen von jugendlichen Chromatophoren nicht unterscheiden; wenn auch beide morphologisch und färberisch den gleichen Charakter haben, so müssen sie doch nicht chemisch und physiologisch gleichwertig sein.

Der zweite Einwand, erhoben von *Schmidt* und von *Rudolph*, beruht auf dem Befunde, daß in den ausgewachsenen Zellen Chromatophoren und Chondriosomen ohne Übergänge vorkommen. *Rudolph* glaubt daher, daß „Chromatophoren und Chondriosomen von vornherein Gebilde verschiedener Natur sind“. Diese wohl auch berechtigte Anschauung scheint eine vermittelnde Rolle zwischen der alten Plastiden- und der neuen Chondriosomenlehre einzunehmen; die Existenz der Chondriosomen wird zwar nicht geleugnet, doch haben sie mit den Chromatophoren nichts gemeinsames. Solange es aber nicht gelingt, ein sicheres Unterscheidungsmerkmal zwischen Chondriosomen und Chromatophoren bzw. deren Anlagen zu finden — so lange bleibt auch diese Anschauung nur eine Anschauung.

Rudolph machte noch weitere Erwägungen gegen die Chondriosomentheorie, die sich auf phylogenetische Basis gründen. Die Regel „Chromatophoren aus Chondriosomen“ muß auch für die Kryptogamen gelten, die Chondriosomen müssen also auch bei Algen vorhanden sein. *Rudolph* konnte nur in den zwei Fällen (*Achlya* und *Vaucheria*) färberisch ähnliche Gebilde bei Kryptogamen finden, jedoch bei einer Reihe von untersuchten Moosen, Algen und Pilzen konnte er sie nicht nachweisen. Bei Braunalgen (*Fucus*) sind sie nach den Untersuchungen von *Nicoloso-Roncati* vorhanden.

Am nächsten steht der alten Meyer-Schimper'schen Theorie *Guilliermond*, indem er die Kontinuität der Chromatophoren zuläßt, nur mit dem Unterschied, daß Plastiden durch die Mitochondrien zu ersetzen sind. Die Plastiden sind ebenso wie Chondriosomen die Anlagen der Chromatophoren und wir sind heutzutage mit unseren Methoden nicht imstande sie voneinander zu unterscheiden. Daraus könnte man zwar auch folgern, daß sie vollkommen identisch sind.

Wir sehen nun, wie das Chondriosomenproblem verschiedenartig diskutiert wurde und wie verschiedenartige Meinungen daraus resultieren. Es wird noch einige Zeit vergehen, bis in dieser Frage das letzte Wort gesprochen sein wird. Wenn auch der Schwerpunkt der Chondriosomenlehre in der Frage der Chromatophorenentstehung sehr schwankend zu

sein scheint, so haben die Forschungen in dieser Richtung auch wahre Tatsachen zutage gebracht.

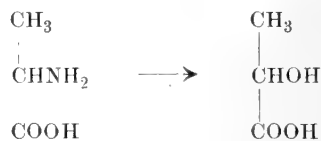
Es ist zunächst sichergestellt, daß in den Pflanzenzellen plasmatische Gebilde vorkommen, die eine Homologie mit den tierischen Chondriosomen besitzen, daher auch als pflanzliche Chondriosomen zu bezeichnen sind.

Mit der Einführung von *Bendas* Mitochondrienfärbung hat die pflanzliche mikroskopische Technik eine ausgezeichnete Methode der Chromatophorenfärbung in die Hand bekommen. Dies sind die wenigen Erfolge der Chondriosomenforschung, und es ist zu hoffen, daß die nächste Zeit die noch unentschiedene Frage der Chromatophorenentstehung aus Chondriosomen beantworten wird — wobei aber nach meiner bescheidenen Meinung die alte Meyer-Schimper'sche Theorie ihre Rechte behalten wird.

Zuschriften an die Herausgeber.

Über die Genesis der Kohlenhydrate.

Emil Baur, Zürich, schreibt in Heft 20 dieser Zeitschrift: „... und die Milchsäure ist ein Produkt des absteigenden Stoffwechsels und wird in der Pflanze wohl ebenso wie im tierischen Muskel und bei den bekannten Gärungen von der Zersetzung des Zuckers herühren.“ Dazu möchte ich bemerken, daß die meisten Physiologen gegenwärtig der Ansicht sind, daß die Milchsäure nicht aus Zucker, sondern aus Eiweiß entsteht. Man hat an einen Ursprung aus desamidierten Alaninkomplexen gedacht:



Darmstadt, 20. Mai 1913.

Dr. Lenk.

Besprechungen.

Voigt, Alwin, Exkursionsbuch zum Studium der Vogelstimmen. Praktische Anleitung zum Bestimmen der Vögel nach ihrem Gesänge. Sechste vermehrte und verbesserte Auflage. Leipzig, Quelle u. Meyer, 1913. V, 327 S. 8°. Preis geb. M. 3,—.

Die Beobachtung des Freilebens der Vögel und die Bestimmung der einzelnen Arten in der Natur bietet, gegenüber anderen Ordnungen der Wirbeltiere, große Schwierigkeiten. Nicht bodenständig, ausgerüstet mit der Fähigkeit des Fluges und der schnellen Veränderung des Aufenthaltsortes, entschwinden die Vögel dem Auge des Beobachters und verbergen sich überall, wo sie Deckung finden. Nur die Stimme, Gesang, Lock- oder Warnrufe verraten ihre Anwesenheit. Nach diesen nun die verschiedenen Arten richtig ansprechen zu lernen ist die Aufgabe des vorliegenden Buches, welches soeben in sechster Auflage erschienen ist.

In dem einleitenden Abschnitt gibt der Verf. verständige Ratschläge für Beobachtungen in freier Natur und schließt daran einige Bemerkungen über die Sangeszeit der Vögel. Er bespricht dann eingehender die Methode der schriftlichen Darstellung der Vogelstimmen durch Laute und Silben der menschlichen

Sprache, wobei er nur in seltenen Fällen sich der Notenschrift bedient. Er stellt sich hierbei in Gegensatz zu den neuesten Arbeiten von *Cornel Schmitt* und *Hans Stadler* (Journ. f. Ornith., 1913, u. Verhandl. d. Ornith. Ges. in Bayern, 1913), welche durch eine Kombination des lautlichen Ausdrucks mit der Notenschrift eine wissenschaftliche Nachprüfung des Gesanges anzubahnen suchen. In dem speziellen Teil behandelt Prof. Voigt 225 in Deutschland nachgewiesene Arten. Neben der Darstellung des Gesanges finden sich hier Mitteilungen über das Vorkommen im Gelände und Beobachtungen biologischer Natur. Den Wert dieses Teils der Voigtschen Arbeit möchte ich darin erblicken, daß der Verf., bei kritischer Anlehnung an ältere Ornithologen wie *Naumann*, *Brehm*, *Wurm* u. a. fast ausschließlich eigene Beobachtungen, die auf mühseligen Wanderungen in allen Teilen Deutschlands gesammelt wurden, gibt. Den Schluß des Buches bildet eine Tabelle zum Bestimmen der Vogelstimmen. Ich pflichte dem Verf. vollkommen bei, daß erst ein tieferes Eindringen in den Gegenstand die Benutzung dieses tabellarischen Versuches möglich machen dürfte.

Ich bin davon überzeugt, daß die vorliegende Auflage wie die früheren, die in den Fachkreisen allgemeine Anerkennung gefunden haben, schnell ihren Weg machen wird und bald wieder vergriffen sein dürfte.

H. Schalow, Berlin.

Kobells Lehrbuch der Mineralogie in leichtfaßlicher Darstellung. Mit besonderer Rücksicht auf das Vorkommen der Mineralien und ihre technische Verwendung verfaßt von *K. Oebbeke* und *E. Weinschenk* in München. 7. neu bearbeitete Auflage. Leipzig, Friedrich Brandstetter, 1913. VII, 405 S., 344 Abbild. u. 1 Tafel. Preis geh. M. 7,75, geb. M. 8,50.

Entsprechend dem Titel des Buches ist die allgemeine Mineralogie nur oberflächlich behandelt, was z. B. bei der praktisch wie wissenschaftlich so wichtigen Mineraloptik besonders ins Auge springt. Der Studierende wird daher gut tun, eins der zahlreichen sonstigen Lehrbücher der Mineralogie gleichzeitig zur Hand zu nehmen. Dagegen sind die Abschnitte über das Vorkommen der Minerale, die Mineralagerstätten, mit großer Sachkenntnis und dankenswerter Ausführlichkeit zusammengestellt, ohne den Charakter des Lehrbuchs zu verlieren.

Die Systematik der Minerale ist nach einem recht eigenartigen Grundsatz durchgeführt: es wurde weder eine chemische, noch eine genetische (natürliche) Einteilung zugrunde gelegt, sondern eine Behandlung nach den *technisch wichtigen* Eigenschaften der Stoffe. Dieser stark schwankende Begriff bringt es mit sich, daß diesem Hauptteile des Buches etwas Verwirrendes anhaftet. Um einige Beispiele herauszugreifen: der gewöhnliche Magnesiatonspinell ist unter Aluminium behandelt, der damit durch Übergänge verbundene Zinkspinell, Franklinit, dagegen unter Eisen. Das Beryllsilikat Beryll findet sich unter Beryllium; Phenakit, ein anderes Beryllsilikat, dagegen unter Silicium. Apatit steht unter Phosphor, der eng damit verbundene Pyromorphit jedoch unter Blei usw. Über den pädagogischen Wert dieser Einteilung wird man sich wohl erst durch die Erfahrung ein Urteil aneignen können.

Auf Einzelheiten des Werkes soll hier nicht eingegangen werden.

H. E. Boeke, Halle a. S.

Lassar-Cohn, Einführung in die Chemie in leichtfaßlicher Form. Vierte, verbesserte Auflage, mit 60 Abbildungen im Text. X, 301 S. Leipzig und Hamburg, Leopold Voß, 1913. Preis geb. M. 4,—.

Aus Volkshochschulvorträgen ist diese leichtfaßliche Einführung in die Chemie entstanden, die 1899 zuerst

erschien und nun bereits in vierter Auflage vorliegt; sie soll hauptsächlich dazu dienen, das in derartigen Vorlesungen übermittelte Material zu befestigen und zu ergänzen. Darüber hinaus soll sie aber auch die Möglichkeit bieten, *selbständig* — ohne erhebliche Vorkenntnisse — in die schwierigen Grundlehren der Chemie einzudringen und ihren Geist zu erfassen.

Lassar-Cohns Kunst der gemeinverständlichen Darstellung verwickelter chemischer Vorgänge haben die Leser dieser Zeitschrift in seinem Aufsatz über die Margarine (Heft 11, S. 249) kennengelernt. Sie besteht hauptsächlich darin, daß er in geschickter Weise die Punkte des allgemeinen Vorstellungs- und Wissenskreises aufzufinden versteht, an die sich zwanglos die besonderen wissenschaftlichen Betrachtungen anknüpfen lassen.

Diese Art der Darstellung bedingt denn auch die besondere Anordnung des Stoffes, die in mancher Beziehung von der allgemein üblichen abweicht. So werden z. B. im Anschluß an den Schwefelwasserstoff sogleich die Prinzipien der qualitativen Analyse erörtert; die Besprechung des Kohlenstoffs enthält auch einen in knappster Form gefaßten Abriß der wichtigsten Tatsachen und Theorien der organischen Chemie; bei den Metallen werden zuerst die — allgemein bekannten — Schwermetalle behandelt, und dann erst folgen die Leichtmetalle und ihre Verbindungen. Einen sehr geeigneten Abschluß des Ganzen findet der Verfasser in der Erörterung über das periodische System der Elemente.

Bei der großen Wertschätzung, deren sich *Lassar-Cohns* populär-chemische Werke erfreuen — sie kommt am deutlichsten in den hohen Auflageziffern und den zahlreichen Übersetzungen zum Ausdruck —, ist es überflüssig, noch ihre Vorzüge zu rühmen; es wäre aber verfehlt, aus denselben Gründen zu verschweigen, daß sich mir bei der Durchsicht der „Einführung“ mancherlei Bedenken aufgedrängt haben. Sie betreffen im wesentlichen die Darstellung und Entwicklung der allgemeinen Begriffe, Definitionen und Gesetze. Ich glaube, man kann heute manche dieser Dinge klarer und schärfer formulieren, als es hier geschehen ist, und daß man gerade in einem populären Werk in dieser Beziehung das Äußerste zu erreichen suchen muß, wird mir der Verfasser sicherlich gern zugeben. Ich möchte nicht einzelne Punkte hervorheben, die mir der Abänderung bedürftig zu sein scheinen, weil zur Begründung ein sehr großer Aufwand an Worten notwendig wäre und weil eine derartige Auseinandersetzung nicht das allgemeine Interesse beanspruchen kann. — Vielleicht berücksichtigt der Herr Verfasser bei der sicherlich demnächst notwendigen neuen Auflage bereits die hier gegebene Anregung.

J. Koppel, Berlin.

Dölter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. III.

Lieferung 1 (Bogen 1—10). Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff, 1913. Preis M. 6,50.

Die neue Lieferung bringt zunächst einen Abschnitt von *C. Dölter: Allgemeines über das Vorkommen der Elemente Ti, Zr, Sn und Th*. Hier finden namentlich auch die gesetzmäßigen kristallographischen Beziehungen der Oxyde dieser Elemente nach den Arbeiten *Beckenkamp*s und anderer Erwähnung. — Eine größere Anzahl von Artikeln, die von verschiedenen Autoren herrühren, behandeln dann die als Mineralien vorkommenden *Titanoxyde*, *Titanate*, *Silicotitanate*, *Silicotitanoniobate*, *Germanium* und *Germaniumminerale*, die *Zirkonoxyde* und den *Zirkon* sowie die *Silicozirkoniate*. Es werden da der Reihe nach besprochen: Chemische Zusammensetzung und Analysen, sonstiges chemisches Verhalten, die physikalischen Eigenschaften, Synthesen, Vorkommen, Genesis und Umwandlung. Besonderen

Anklang werden auch die dazwischen eingeschalteten Abschnitte über die *Analysenmethoden zur Bestimmung und Trennung der Titansäure*, ferner des *Niobs und Tantals*, sowie des *Zirkonoxids* von K. Peters und über die *Analysenmethoden für Lavenit, Eudialyt, Johnstrupit, Katapleit* von R. Mauzelius finden, da es hierüber bisher nur wenige zusammenfassende Darstellungen gibt. Im übrigen entspricht die Ausstattung derjenigen früherer Lieferungen.

J. Uhlig, Bonn.

Hübl, Arthur Freiherr von, Die Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochromplatten. 3. Auflage. Halle, Wilhelm Knapp, 1912. VIII, 92 S. und 6 Abbild. 8°. Preis M. 2,—.

Von allen Methoden zur Erzeugung farbenrichtiger photographischer Abbildungen hat einzig und allein die Lumière'sche „Autochromphotographie“ in Dilettantenkreisen in größerem Maßstabe Eingang gefunden, weil sie erlaubt, mit einer einzigen Aufnahme und ohne besonders großen Arbeitsaufwand direkt ein naturfarbiges Bild herzustellen. Die dritte Auflage des vorliegenden Werkchens, das von einem der hervorragendsten Fachmänner auf diesem Gebiete geschrieben ist, wird nicht nur den bisherigen Anhängern des Verfahrens willkommen sein, sondern wird zweifellos den Kreis der Freunde dieser genialen Methode vergrößern. Von den ersten Auflagen unterscheidet sich die vorliegende namentlich insofern, als die zur Verwendung gelangenden Lichtfilter mit Rücksicht auf die zunehmende Bedeutung von Autochromaufnahmen bei künstlicher Beleuchtung ausführlicher besprochen werden. Im ganzen ist das Buch nach wie vor in erster Linie für die Praxis bestimmt. Es bespricht ausführlich und klar alle bei der Anwendung der Methode notwendigen Manipulationen, wobei den neueren Anschauungen über die Art der Entwicklung Rechnung getragen wird. Auch die in der Praxis wirklich benutzten Nachbildungen der Autochromplatte werden berücksichtigt. Die theoretische Einleitung beschränkt sich auf das zum Verständnis des Verfahrens Notwendige, behandelt aber die Herstellung und Wirkungsweise der Autochromplatten sehr anschaulich. Auch auf das Kopieren von Autochrombildern geht das Buch ein, wenigstens soweit dies für die Praxis zufriedenstellend möglich ist, das heißt unter erneuter Benutzung einer Autochromplatte.

Th. Posner, Greifswald.

Dunbar, Direktor des hygienischen Instituts in Hamburg, Leitfaden für die Abwässerreinigungsfrage. Zweite Auflage. Berlin und München, R. Oldenbourg, 1912. 8°. XLVII, 643 S. u. 257 Abbildungen. Preis geb. M. 16,—.

Der Autor des jetzt in der zweiten Auflage vorliegenden berühmten Buches hat sich seit langen Jahren um die Entwicklung der Abwässerbeseitigung große Verdienste erworben. Insbesondere ist die Klärung der verwickelten Vorgänge bei der biologischen Abwässerreinigung, einem Verfahren, welches heute im Vordergrund des Interesses steht, den exakten und vielseitigen Versuchen Dunbars und seiner Schüler zu danken. Aber auch manche andere Kapitel der Abwasserfrage verdanken Dunbars Untersuchungen wertvolle Bereicherung und Förderung. Ein von einem solchen Fachmanne verfaßtes Buch darf daher auch von vornherein auf die Beachtung der weitesten Kreise rechnen.

Ein Studium des Buches erfüllt denn auch die größten Erwartungen. Überall ist der gegenwärtige Stand der Fragen nach den neuesten Errungenschaften von Wissenschaft und Technik dargestellt. Sehr wertvoll sind die zahlreichen Abbildungen, welche den Text sehr anschaulich erläutern und das Buch gleich nützlich für den Ingenieur wie für den Chemiker oder Hygieniker machen.

Die Ausführungen beginnen mit einer Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Abwasserfrage, wobei die Mißstände der Flußverunreinigung und die Versuche der verschiedenen Länder, sie auf gesetzgeberischem Wege zu bekämpfen, eingehend dargelegt sind.

Die Verfahren der Abwässerreinigung gliedert Dunbar in Methoden zur Ausscheidung der ungelösten Stoffe und Methoden zur Beseitigung der Fäulnisfähigkeit. Im ersten Kapitel wird eine Zusammenstellung und Beschreibung der einzelnen bekannten Konstruktionen von Sandfängen, Rechen, Gittern, Sieben, Absitzbecken und Absitzbrunnen gegeben, wie sie in dieser Vollständigkeit bisher nirgendwo vorliegt, stets durch Abbildungen klar erläutert. Daran schließen sich Kapitel über die Ausräumung und Beseitigung des Schlammes. Die Methoden der Beseitigung der Fäulnisfähigkeit stellt der Verfasser der historischen Entwicklung folgend dar. Er beginnt daher mit dem Berieselungsverfahren, geht dann auf die intermittierende Bodenfiltration über und zeigt, welchen Einfluß die Versuche Franklands auf die Entwicklung der künstlichen biologischen Abwässerreinigung genommen haben. Bei der Reinigung des Abwassers in biologischen Füll- oder Tropfkörpern entwickelt uns Dunbar an Hand der Ergebnisse seiner zahlreichen Hamburger Versuche seine Adsorptionstheorie, welche heute wohl, nachdem sie manche Angriffe und Mißdeutungen zu bestehen hatte, allgemein als richtig anerkannt wird. An die Entwicklung der Theorie schließt sich jedesmal die praktische Anwendung der Verfahren.

Die Methode der Reinigung des Abwassers in Fischteichen, welche noch jungen Datums ist, und Rothe-Degeners Kohlebreiverfahren werden ihrer Bedeutung entsprechend in den folgenden Kapiteln gewürdigt. Es folgen dann noch Abschnitte über die Desinfektion des Abwassers, Prüfung und Beurteilung der Abwässerreinigungsanlagen, Beurteilung der Flußverunreinigung und eine vergleichende Zusammenstellung der Leistungen und Kosten der verschiedenen Abwässerreinigungsverfahren. Das Buch enthält ferner eine allgemeine, sowie detaillierte Inhaltsübersicht, eine sehr reichhaltige Zusammenstellung der benutzten Literatur, ein Verzeichnis der Abbildungen und am Schlusse ein ausführliches Orts-, Namen- und Sachregister.

Wer von den Lesern dieser Zeitschrift sich in die verwickelte Materie der Abwässerbeseitigung einarbeiten will, dem kann das Buch des verdienten Hamburger Hygienikers nicht warm genug empfohlen werden.

J. Tillmans, Frankfurt a. M.

Levenstein, Adolf, Die Arbeiterfrage, mit besonderer Berücksichtigung der sozialpsychologischen Seite des modernen Großbetriebes und der psychophysischen Einwirkungen auf die Arbeiter. München, Ernst Reinhardt, 1912. IV, 406 S. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,50.

Die unaufhaltsame und glänzende Entwicklung in der Industrie, im Verkehrswesen und im Handel wird neben manchen anderen Ursachen mit Recht dem Zug in das Große zugeschrieben, den unsere ganze Entwicklung in den letzten Jahrzehnten genommen hat. Das Aufgehen vieler kleiner Betriebe und mancher Zweige des Handwerks in die Großbetriebe hat uns in wirtschaftlicher Beziehung auf eine hohe Stufe gebracht. Die Kehrseiten dieser Entwicklung in sozialer, hygienischer und ethischer Beziehung haben zu ernststen Betrachtungen unserer Nationalökonomien und Sozialpolitiker mit Recht Veranlassung gegeben und sowohl die Gesetzgebung, als auch die menschenfreundlich gesinnten Elemente unserer führenden Kreise des Wirtschaftslebens sind bemüht, den schädlichen Wirkungen

der gekennzeichneten Tendenzen auf unsere Volkswohlfahrt durch geeignete Maßnahmen entgegen zu wirken. Es ist durchaus notwendig, daß nunmehr auch die seelischen Wirkungen auf unsere Arbeiter in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden.

Das vorliegende Buch von *Levenstein* befaßt sich ausschließlich mit der Arbeiterfrage aus diesen Gesichtspunkten; und zwar hat *Levenstein* einen eigenartigen Weg gewählt; er läßt die Arbeiter selbst sprechen. Er hat es versucht, unbefangene Äußerungen aus der Seele der Arbeiter über ihr Los, ihr außerberufliches Familien- und Gedankenleben, über die Wirkungen der monotonen Beschäftigung auf ihr Geistes- und Gemütsleben, über ihr Interesse an der Arbeit usw. in großer Zahl zu erhalten, um hieraus die für unser ganzes Kulturleben bedeutsamen Fragen:

- a) „Was für Menschen prägt die moderne Großindustrie unter dem Drucke privatwirtschaftlicher Ökonomie?“
- b) „Welche Kräfte bilden das Gegengewicht einer etwaigen psychischen und physischen Entartung?“

die Antwort zu erhalten.

Levenstein schlug einen geschickten Weg zur Durchführung dieser Umfrage ein, um der naheliegenden Gefahr zu entgehen, daß die Antworten in der Form boshafter Witze dem durch die planmäßige Verhetzung geschürten Klassenhaß Ausdruck gäben, so daß darüber die tieferen seelischen Empfindungen nicht zur Äußerung gelangen würden. Er sandte die Anfragen nicht direkt an die Arbeiter, sondern er ließ durch ihm befreundete oder ergebene Arbeiter die Antworten gruppenweise von den Kameraden einholen. Es versteht sich von selbst, daß von den vielen Antworten trotzdem noch eine erhebliche Zahl in boshafter Weise entstellte Gedankenäußerungen wiedergeben. Es sind aber auch viele ehrliche und offene Bekenntnisse und Äußerungen tieferer seelischer Regungen zu finden.

Die Antworten der Arbeiter machen den Hauptteil des Buches aus; die zwischen den einzelnen Kapiteln eingeschalteten kritischen Bemerkungen und erläuternden Textworte treten dagegen zurück. Nach einem Überblick ist es außerordentlich schwer, vielleicht unmöglich, eine gemeinsame Richtung der Gedankenäußerungen, sozusagen einen roten Faden in dem außerordentlich verschiedenartigen Inhalt der Antworten zu finden. Neben lauten Klagen über ihr hartes Los, über das ewige Einerlei der geisttötenden Beschäftigung, über die ungerechte Behandlung der Leitenden finden wir auch ganz gegenteilige Versicherungen in nicht geringer Zahl, welche ein tiefes Interesse der Arbeiter an ihrer Tätigkeit oder an der kunstvollen Wirkung der von ihnen bedienten Maschine bezeugen. Viele erkennen rückhaltlos an, daß die moderne Maschine dem Arbeiter den größten Teil der mühseligen Arbeit abgenommen habe, daß ihnen die gegen die frühere schwere Arbeit erleichterte Tätigkeit des Ingangsetzens und der Beaufsichtigung von Maschinen genügend Zeit lasse, ihren Gedanken in mancher Richtung freien Lauf zu lassen.

Die Beantwortungen über das außerberufliche Familien-, Gedanken- und Gemütsleben lassen zum Teil auf ernste, tiefveranlagte Naturen schließen. Viele freuen sich, ihren seelischen Empfindungen einmal Ausdruck geben zu können, was in einigen Fällen mit staunenswertem Geschick im Gebrauch der Sprache geschehen ist. Inhaltlich lassen viele Äußerungen auf ein sicheres Urteil und auf eine gute Gedankenklarheit schließen. Hervorzuheben ist ferner, daß Regungen der Vaterlandsliebe kaum zu finden sind, während religiöse Empfindungen doch vereinzelt hervortreten.

Die Veröffentlichung ist nach den Angaben des Verfassers als vorläufiges Bruchstück aufzufassen, weil zunächst die Umfrage nur an Metallarbeiter, Bergleute und Textilarbeiter gesandt wurde; auch sind die Antworten nicht vollständig abgedruckt worden. Es ist jedoch mit Dank anzuerkennen, daß eine Vorveröffentlichung bereits jetzt erfolgte, weil das Buch geeignet ist, das Interesse der Sozialpolitiker, der Psychologen und der Leitenden im Wirtschaftsleben wach zu rufen und zu weiteren Studien in der gezeichneten Richtung anzuregen.

A. Wallichs, Aachen.

Astronomische Mitteilungen.

Über das Spektrum des neuen Sterns in den Zwillingen (Nova Geminorum II) macht Prof. *Küstner* in den *Astron. Nachr.* Nr. 4654 sehr wichtige Mitteilungen, die auf besonderen spektroskopischen Messungsreihen an der Bonner Sternwarte beruhen. Schon bei den vorjährigen Ausmessungen der feinen Absorptionslinien im Spektrogramm der Nova Geminorum II, aufgenommen im Bonner Dreiprismen-Apparat, machte sich ein auffälliges Koinzidieren einiger Linien mit Linien gewisser radioaktiver Elemente bemerkbar. Um nun dieser wichtigen Frage weiter nachzugehen, war es leider nicht möglich, die gleichzeitigen spektroskopischen Messungen an den Instrumenten der Potsdamer, Yerkes-, Lick- oder Mount-Wilson-Sternwarte heranzuziehen, da nirgends die feinen, scharfen Absorptionslinien wie in den Bonner Spektrogrammen erkennbar waren. Deshalb wurden in Bonn die Wellenlängen aller in jenen Spektrogrammen vorkommenden feinen Linien scharf bestimmt und auf diese Weise versucht, zu entscheiden, ob dieselben wirklich zu radioaktiven Elementen gehören. Diese Untersuchung wurde in umfassender Weise durchgeführt, wobei die Spektren von Radium, Uran, Eisen, Titan, Vanadium, Mangan, Zirkon, Argon, Calcium, Helium und Magnesium zum Vergleich herangezogen worden sind. Die interessanten Schlussergebnisse dieser mustergültigen Untersuchungen über den Ursprung der 241 in den Bonner Spektrogrammen des neuen Sterns Nova Geminorum II vom Jahre 1912 vorkommenden feinen Absorptionslinien sind folgende: Emanation, Eisen oder Vanadium hat sich nicht feststellen lassen, Radium, Mangan und Zirkon kommen wahrscheinlich vor und Uran, Titan sowie Argon lassen sich ziemlich sicher nachweisen. Auch von den Elementen Calcium, Helium und Magnesium sind sichere Spuren in einigen der feinen Absorptionslinien festgestellt worden. Prof. *Küstner* macht mit Recht am Schluß seiner wichtigen Untersuchungen darauf aufmerksam, daß es sich empfiehlt, das Spektrum eines jeden neuen Sterns von nun ab vor allem auch in einem besonderen Dreiprismen-Spektrographen auf das Vorkommen feiner Absorptionslinien aufzunehmen. Dies würde zur Erkenntnis der Vorgänge bei den plötzlichen enormen Lichtausstrahlungen der neuen Sterne sehr wichtig sein und vor allem auch die Kritik der geistreichen Hypothese von Prof. *Kayser* ermöglichen, ob wirklich radioaktive Prozesse beim Aufleuchten jener neuen Sterngebilde maßgebend sind.

Über die Oberflächenbeschaffenheit des Planeten Mars liegen neue Untersuchungen von *Antoniadi* vor, die auf Messungen in ganz großen Fernrohren beruhen und die Ansicht derjenigen Astronomen bestätigen, die in den scheinbar geradlinigen Kanälen nur unregelmäßige Gebilde auf unserem Nachbarplaneten vermuten, die lediglich in mittleren Fernrohren, wie sie z. B. auch der berühmte Marsforscher *Schiaparelli* benutzte, sich in Form geradliniger

Streifen darstellen. Ganz entsprechende Ergebnisse liefern auch die Messungen an den größten amerikanischen Teleskopen, so daß es keinem Zweifel unterliegt, daß die vielumstrittenen Kanalgebilde auf dem Mars wirklich nur unregelmäßig geformte Gebilde, vielleicht kontinentalen Charakters, auf jenem der Erde allerdings in mancher Hinsicht recht ähnlichen Planeten sind.

Das Vorkommen von Protuberanzen (Wasserstoff-eruptionen) am Sonnenrande untersucht aus einer großen Zahl von solaren Beobachtungen der Astronom *Evershed* und kommt dabei zu dem Resultat, daß zweifellos am östlichen Sonnenrande die Häufigkeit der Protuberanzen größer sein dürfte als am westlichen Rande unseres Tagesgestirns. Woher diese ungleiche Verteilung, falls sie wirklich reell sein sollte, bei dem Auftreten jener Wasserstofferuptionen besonders am östlichen Sonnenrande kommt, läßt sich bisher noch nicht mit Sicherheit feststellen.

Über die magnetische Vermessung der Erde, insbesondere auf den Ozeanen, eine nicht nur für die geographisch-astronomische Ortsbestimmung, sondern auch ganz allgemein kosmisch wegen der innigen Beziehungen der erdmagnetischen Elemente zu den Eruptionsvorgängen auf der Sonne interessante Frage, hat neuerdings Prof. *Bauer* (Washington) während seines Aufenthaltes in Berlin äußerst wichtige Mitteilungen gemacht. Die magnetische Vermessung der ganzen Erde, eine der gewaltigsten erdumfassenden Aufgaben des menschlichen Geistes, wird seit acht Jahren von einem einzelnen nord-amerikanischen Institut durchgeführt, dem Carnegie-Institut zu Washington, das mit sehr reichen Geldmitteln von *Carnegie* ausgestattet worden ist und bereits im Jahre 1902 begründet wurde. Zunächst wurden auf einem besonderen eisenfreien Segelschiff, an dessen Stelle seit 1908 die magnetische Yacht „Carnegie“ getreten ist, im Bereiche des Stillen, Atlantischen und Indischen Ozeans umfassende Messungen der erdmagnetischen Elemente ausgeführt, eine auch für die nautischen Orientierungen außerordentlich wichtige Aufgabe. Auch nach solchen Erdregionen, wo keine erdmagnetischen Institute bestehen, sendet die magnetische Abteilung des Carnegie-Instituts besondere wissenschaftliche Expeditionen aus, die magnetische Landesaufnahmen auszuführen haben. Gegenwärtig wird außerdem in Washington ein besonderes Gebäude für die magnetische Abteilung des Carnegie-Instituts errichtet, in dem auch für auswärtige Gelehrte besondere Zimmer zur Ausführung von erdmagnetischen Forschungsarbeiten eingerichtet sind.

Über die chilenische Nationalsternwarte Santiago de Chile und ihren letzten Direktor, den freiwillig aus dem Leben geschiedenen Prof. Dr. *F. Ristenpart*, macht der Herausgeber der *Astron. Nachr.*, Prof. *H. Kobold*, in Nr. 4654 jener Fachzeitschrift wichtige und allgemein interessierende Mitteilungen. Prof. *Kobold* beginnt seinen warmempfundenen und zugleich ausführlichen Nachruf folgendermaßen: „Ein frühzeitiger, selbstgesuchter Tod beendete am 9. April d. J. den Lebenslauf des Direktors der Nationalsternwarte zu Santiago de Chile. Diese erschütternde, so unvermittelt kommende Kunde rief in weiten Kreisen schmerzliche Bestürzung hervor, sie stellt die dem Verstorbenen Näherstehenden, sein tiefes religiöses Empfinden kennenden vor ein schwer zu lösendes und noch nicht gelöstes Rätsel.“ Nunmehr folgt die ausführliche Beschreibung des erfolgreichen wissenschaftlichen Lebenslaufs von Prof. *Ristenpart*, der bereits alle Pläne zu einer großen, neuen Sternwarte entworfen hatte und sie demnächst zur Ausführung bringen

wollte. „*Ristenparts* Enthusiasmus,“ so fährt Prof. *Kobold* fort, „half ihm über alle Schwierigkeiten hinweg, aber er hinderte ihn auch, die Verhältnisse seiner Umgebung richtig zu beurteilen. Und hier ist vielleicht die Klippe zu vermuten, an der er vor dem Ziele scheiterte. Es entstand eine immer mehr wachsende Opposition gegen ihn, die sich schließlich in offenen, ihn aufs tiefste verletzenden öffentlichen Angriffen äußerte und ihn zwang, seinen Kontrakt mit der dortigen Regierung zu lösen. Dieser Entschluß überstieg aber die Grenzen seiner Willenskraft und die bittere Empfindung, keinen besseren Lohn dort empfangen zu haben, störte sein seelisches Gleichgewicht vollends.“ — Diese vom Herausgeber der *Astron. Nachr.* geäußerten Gedanken haben eine über die einzelne Person weit hinausgehende allgemeine Bedeutung für die Bestrebungen mancher deutschen Forscher in Südamerika. Hätte *Ristenpart* den tragischen Ausgang seiner eigenen Bestrebungen geahnt, er hätte z. B. nicht in seiner, bald nach Ankunft in Santiago verfaßten Geschichte der chilenischen Nationalsternwarte einem anderen, unter wesentlich ungünstigeren Bedingungen nach Chile berufenen deutschen Gelehrten, der etwa zwanzig Jahre vor ihm sich auch redliche Mühe dort gegeben und gleichfalls Pläne für eine neue Sternwarte entworfen hatte, ganz ungerechte persönliche Vorwürfe gemacht. Jedenfalls ist *Ristenparts* Tod ein schwerer Verlust für die Astronomie der südlichen Halbkugel.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

O. Flammarion hatte behauptet, daß in Paris der jährliche Regenfall seit dem 17. Jahrhundert und auch seit Anfang des 19. Jahrhunderts bedeutend zugenommen habe. Diese Behauptung ist von *Angot* widerlegt worden durch den Nachweis, daß *Flammarion* die Regemengen von zwei verschiedenen Aufgangsorten für seinen Vergleich benutzt hat, in denen noch jetzt der jährliche Regenfall ganz verschieden ist. *Angot* gibt als mittlere jährliche Regenmenge für die Jahre 1806—1840 502 mm, für 1841—1875 521 mm und für 1876—1910 508 mm an, sodaß hiernach keine Zunahme seit 1806 stattgefunden hat. Von diesen 105 Jahren war 1910 mit 724 mm das regenreichste. (*Meteor. Z.* 30, 45, 1913.)

Mk.

Für die nördlichen österreichischen Alpenländer hat v. *Myrbach-Rheinfeld* den Einfluß der täglichen Luftdruckänderungen untersucht und gefunden, daß in diesem Gebiete, entgegen den bisher im allgemeinen angenommenen Regeln, steigendem Druck schlechteres, fallendem aber schöneres Wetter entspricht. Dieses auffallende Ergebnis ist auf die Lage des Gebietes im Norden der Alpenkette zurückzuführen. (*Meteor. Z.* 30, 27, 1913.)

Mk.

In London hat die Verwendung des Gases zu Heizzwecken in den letzten Jahrzehnten ganz bedeutend zugenommen, so daß dort gegenwärtig 1 574 000 Gasheizungen in Betrieb sind. Dies bedeutet, daß in der Themsestadt 1½ Millionen Tonnen Kohlen weniger verbrannt werden als früher, und daß dort der Rauch von 1½ Millionen Kaminen beseitigt wurde. Infolge hiervon hat der Londoner Nebel an Stärke in den letzten Jahren mehr und mehr abgenommen. Im Jahrzehnt 1883—92 zählte man durchschnittlich 30 Nebeltage im Jahre, 1902—11 dagegen nur noch 10 Tage. (*J. f. Gasbel.* 54, 165, 1913.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 25.

20. Juni 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Der gegenwärtige Stand der Lehre von der Krebskrankheit. Von *Prof. Dr. Carl Lewin, Berlin.* S. 585.

Spezifische Nahrungsstoffe. Von *Prof. Dr. med. Ivar Bang, Lund.* S. 591.

Ziele und Strömungen der modernen Pharmakologie. Von *Geh. Med.-Rat Prof. Dr. J. Pohl, Breslau.* S. 593.

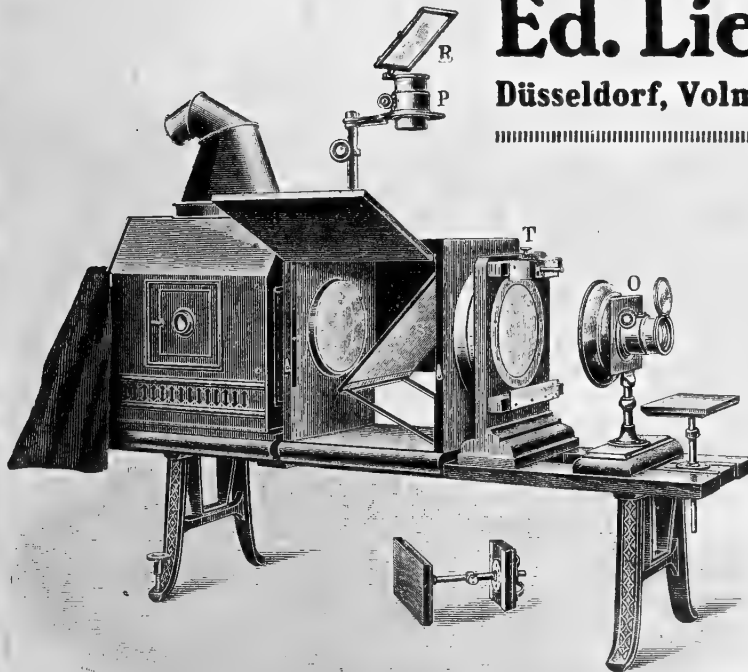
Die physiologische Lösung des Raumproblems. Von *Dr. Franz Eifler, Berlin.* S. 595.

Die Generatoren für ungedämpfte Schwingungen in der drahtlosen Telegraphie. Von *Dr. E. Hupka, Berlin-Charlottenburg.* S. 598.

Besprechungen S. 602.

Astronomische Mitteilungen. S. 606.

Kleine Mitteilungen. S. 607.



Ed. Liesegang
Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite III.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

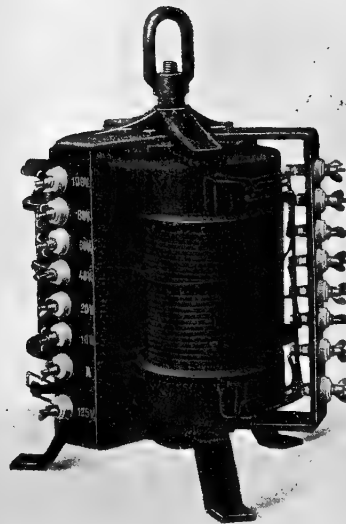
Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären
Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bezw. Wechselstrom

Der gegenwärtige Stand der Lehre von der Krebskrankheit.

Von Prof. Dr. Carl Lewin, Berlin.

40 000 Menschen sterben in Deutschland alljährlich noch immer an bösartigen Geschwülsten, eine ungeheure Zahl, trotz aller Fortschritte der klinischen Diagnostik, trotz aller Erfolge der operativen Chirurgie. Welch ein enormer Verlust für das Land! Wieviel geistige und materielle Kräfte, die da vorzeitig verloren gehen, vorzeitig dem Vaterlande entrissen werden! Kaum eine andere Krankheit, die Tuberkulose nicht ausgenommen, schlägt der Allgemeinheit größere Wunden. Und doch wird weder vom Staat noch von der Gesellschaft auch nur im entferntesten dem Kampfe gegen den Krebs ausreichende Unterstützung gewährt, wo doch selbst das denkbar größte materielle Opfer dem Nationalvermögen tausendfach wieder zugute kommen würde. Niemals ist die Erkenntnis von der Notwendigkeit größerer materieller Unterstützung im Kampfe gegen die Krebskrankheit notwendiger als jetzt, wo Fortschritte allenthalben sich anbahnen und die Hoffnung auf einen Erfolg größer ist als je. Gewinnen wir doch jetzt erst allmählich einen Einblick in das Wesen der bösartigen Geschwülste, und auch in praktischer Beziehung sind die Fortschritte, welche die Diagnostik und Therapie des Krebses gerade in den letzten Jahren gemacht haben, vielverheißend.

Betrachten wir zunächst *das Wesen und die Natur der bösartigen Geschwülste*, so verdanken wir einen erheblichen Fortschritt erst unseren Arbeiten mit den verimpfbaren Geschwülsten der Tiere. Man hat ja zuerst alle Mitteilungen über die bösartigen Tiertumoren in den Kreisen der Pathologen ziemlich geringschätzend behandelt. Dieses Urteil gründete sich auf die Anschauungen namentlich v. *Hansemanns*, welcher die Vergleichbarkeit des am meisten bearbeiteten Mäusekrebses mit dem Krebs des Menschen leugnete (Fig. 1). Es kann jetzt aber als festgestellt erachtet werden, daß die bösartigen Mäusegeschwülste ihrer Art nach unstreitig dem menschlichen Krebs gleichen, daß Abweichungen, die bestehen, lediglich auf den verschiedenen biologischen Verhältnissen und nicht auf prinzipiellen Differenzen beruhen. *Apolant* hat das zuerst klar durch anatomische Untersuchungen erwiesen, und ich habe noch kürzlich zeigen können, daß der Mangel an infiltrativem Wachstum, d. h. des Wachstums unter Zerstörung der Nachbargewebe, bei den Ratten- und Mäusetumoren lediglich auf dem Fehlen jeglicher Wachstumshindernisse in dem lockeren Unterhautbindegewebe beruht. Impft man in die inneren Organe oder in die Muskulatur, so zeigt sich das die Nachbarschaft zerstörende Wachstum, eines der wichtigsten Zeichen jeder bösartigen Wucherung, in jedem

Falle und bei allen untersuchten Geschwülsten. Ein zweites Zeichen der bösartigen Geschwulst ist ihre Fähigkeit, durch Verschleppung kleiner Zellgruppen auf dem Wege der Blut- und Lymphbahnen zur Entstehung von Tochtergeschwülsten (Metastasen) zu führen (Fig. 2, 3 und 4). Auch diese Fähigkeit haben die Tiergeschwülste. Wenn sie seltener bei den Impfgeschwülsten sich zeigt, so beruht das wahrscheinlich auf den Erscheinungen, die *Ehrlich* als Atrepsie bezeichnet hat. *Ehrlich* hat das Ausbleiben der Tochtergeschwülste beim Mäusekrebs

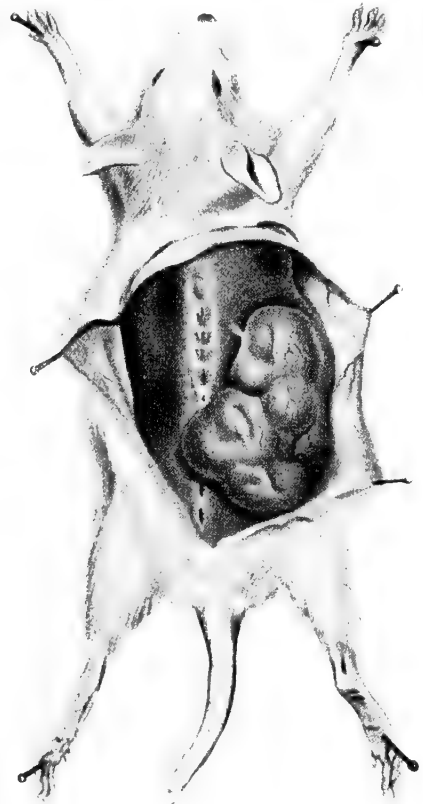


Fig. 1. Mäusekrebs. Impfung unter die Haut.

damit erklärt, daß die primäre üppig wuchernde Geschwulst alles verfügbare spezifische Nährmaterial für sich verbraucht, so daß eine zweite Geschwulst infolge des Mangels an diesen Nährsubstanzen nicht mehr wachsen kann. Die nach den Untersuchungen des Londoner Institutes (*Bashford* und *Haaland*) in fast 50 % mikroskopisch in den Lungen sich findenden, aus der Muttergeschwulst fortgeschleppten Zellgruppen können aus diesem Grunde nicht zu sichtbarer Größe heranwachsen und gehen infolge von Schädigungen, die das Blut auf sie ausübt, zugrunde. Die Richtigkeit dieser Tatsache erweist eine Beobachtung von mir, wo ein Mäusekrebs nur so lange Tochtergeschwülste bil-

dete, als die primäre Geschwulst langsam und nur in geringer Ausdehnung wuchs. Als die Wachstumsenergie sehr erheblich sich vermehrte, blieb die Bildung von Metastasen aus, da nunmehr die Bedingungen der Atrepsie eingetreten waren. Endlich ist durch neuere Untersuchungen erwiesen worden, daß auch der beim Krebs des Menschen niemals ausbleibende charakteristische Kräfteverfall (Kachexie) beim Tierkrebs sich zeigt. Er äußert sich besonders in schweren Blutveränderungen, welche auf die Störung des gesamten Stoff-

Organismus, also das, was wir Disposition nennen, hat sich bei den Tiergeschwülsten in ausgezeichnetem Grade studieren lassen. Zunächst hat sich herausgestellt, daß die Fähigkeit des Körpers, einer einmal entstandenen Geschwulst günstige Wachstumsbedingungen zu bieten, scharf getrennt werden muß von der Empfänglichkeit des Organismus für diejenigen Schädlichkeiten, welche zur Umwandlung einer normalen Zelle in eine Krebszelle führen, d. h. also, es sind andere Bedingungen, welche zur Entstehung einer Spontangeschwulst führen, als diejenigen, welche den Körper für eine verimpfte Geschwulst empfänglich machen. So wissen wir, daß der jugendliche Organismus relativ selten an Krebs erkrankt, während gerade jugendliche Individuen der eingepfunden malignen Geschwulst die besten Wachstumsbedingungen liefern. Die Empfänglichkeit für den Impfkrebs läßt sich künstlich variieren, sie läßt sich verstärken oder abschwächen, und diese Eigenschaften haben zu erfolgreichen Versuchen geführt, den Körper überhaupt gegen den Impfkrebs unempfindlich, immun zu machen. Diese Immunität hat zuerst

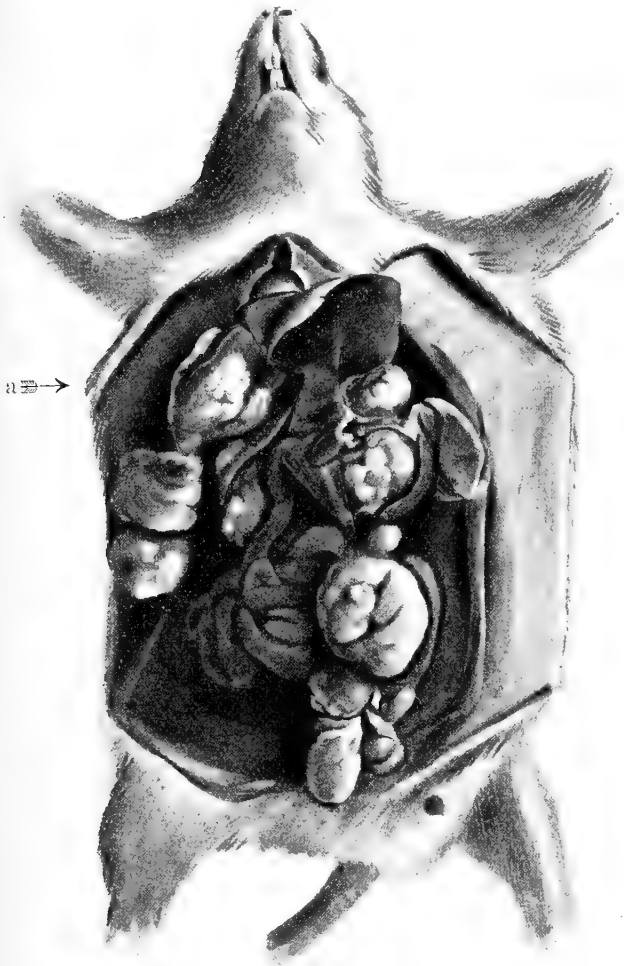


Fig. 2. Rattenkrebs. Nach der Impfung unter die Haut. Bildung von Tochtergeschwülsten in der Bauchhöhle. Bei a) Krebsknoten in der Leber.

wechsels hinweisen. So haben wir also die Berechtigung, diese Tiergeschwülste mit dem Krebs des Menschen zu vergleichen, und die mit ihnen gewonnenen Resultate auf die menschlichen Verhältnisse — selbstverständlich mit aller bei solchen Versuchen gebotenen Vorsicht — zu übertragen.

Betrachten wir danach das Wesen der bösartigen Tumoren, so zeigt sich uns die Tatsache, daß zum Zustandekommen einer bösartigen Geschwulst zwei Faktoren nötig sind: einmal die Empfänglichkeit des Organismus und zweitens die veränderte Biologie einer Körperzelle. Die Empfänglichkeit des



Fig. 3. Rattenkrebs. Tochtergeschwülste in der Lunge nach der Impfung unter die Haut.

Fig. 4. Krebsknoten in der Milz einer Ratte nach der Impfung unter die Haut.

Ehrlich durch die Vorimpfung mit einem Tumor, der nicht weiter wächst, erreichen können, gerade so wie wir in der Bakteriologie eine Immunisierung durch die Impfung mit künstlich abgeschwächtem Virus erzielen. Dabei hat sich ferner gezeigt, daß eine gegen den Krebs gerichtete Immunisierung auch gegen das Sarkom, die bösartige Bindegewebeschwulst, in gleicher Weise wirksam ist und umgekehrt. *Ehrlich* nennt das eine *Panimmunität*. Diese Panimmunität ist eine gegen die bösartige Zelle gerichtete, denn wir können sie auch durch Vorimpfung mit normalen Körperzellen, besonders mit Blutzellen, embryonalen oder Milzzellen erreichen. Selbst durch Vorimpfung mit artfremden Tumorzellen, ja sogar mit artfremden normalen Körperzellen lassen sich, wie *Schöne*, *Moreschi* und ich selbst zeigen konnten, Immunitätsreaktionen auslösen. Indessen ist doch zu bemerken, daß diese künstliche Immunität zweifellos nur auf Impftumoren sich bezieht, nicht aber die Entstehung einer spontanen Geschwulst zu hindern vermag. Wir haben in der künstlichen Immunisierung vorläufig noch kein Mittel, den Körper gegen die Entstehung einer spontanen Geschwulst zu schützen. Wohl aber sind wir in der Lage, die in der experimentellen Krebsforschung beobachteten Immunisierungsvorgänge gegen ein

Wiederauftreten der Erkrankung nach Operationen, gegen die Recidive zu verwerfen oder sie zu Maßnahmen gegen Krankheitskeime zu gestalten, die noch irgendwo im Körper zurückgeblieben sind. Das ist, wie wir noch sehen werden, in der Tat schon geschehen. Welcher Art diese Immunität ist, konnte bisher einwandfrei nicht nachgewiesen werden. Es liegen aber gewichtige Gründe vor, an eine anticelluläre Antikörperbildung zu denken, obwohl solche Antikörper mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen werden konnten. Die Disposition zur spontanen Erkrankung ist durch neuere Untersuchungen von *Neuberg* und von *Freund* und *Kaminer* dem Verständnis näher gebracht worden. Es hat sich gezeigt, daß der normale Organismus in seinem Blutserum Substanzen besitzt, welche die Krebszellen zu zerstören fähig sind. Diese Substanzen fehlen im Körper des Geschwulstkranken, sein Blutserum vermag die Krebszellen nicht zu zerstören. Es sei bei dieser Gelegenheit daran erinnert, daß auch *v. Leyden*, *Bergell* und *ich* die Disposition zur Krebserkrankung in dem Fehlen oder dem Mangel an gewissen Substanzen gesehen haben, welche wir als Fermente ansahen, über die der gesunde Organismus verfügt. So ist zu hoffen, daß die Verhältnisse, welche den Körper zur Entstehung einer Geschwulst eignen, bald genauer erforscht sein werden.

Weniger geklärt ist die Frage, was die eigentliche Ursache des Krebses ist, wodurch also eine vorher normale Körperzelle Eigenschaften gewinnt, die sie biologisch zu einer bösartig wuchernden Zelle umwandeln. Wir haben gesehen, daß die veränderte Biologie der Zelle der zweite Faktor ist, der zum Zustandekommen einer malignen Geschwulst nötig ist. Auch dieser Faktor ist Veränderungen unterworfen. So kann, wie *Ehrlich* gezeigt hat, die Bösartigkeit der Tumorzelle künstlich gesteigert werden durch die Tierpassage. Es wird also ein Tumor im Verlaufe der Überimpfung bösartiger. In gleicher Weise kann die Virulenz der bösartigen Zellen künstlich, z. B. durch Kälteeinwirkung, vermindert werden. Die Steigerung der Virulenz durch Tierpassage ist ein Beweis für die Anschauung, daß die bösartige Zelle aus einer ursprünglich normalen Körperzelle durch Veränderung ihrer biologischen Eigenschaften entstehen kann. Denn auch die Steigerung der Virulenz bedeutet ja gegen den bisherigen Zustand eine biologische Veränderung. Als Zeichen einer solchen veränderten Biologie der Krebszelle gegenüber der normalen Zelle gelten auch die von *Blumenthal*, *Wolff*, *Neuberg*, *Abderhalden* und *Brahn* festgestellten Veränderungen der fermentativen Tätigkeit der Krebszelle. Die intracellulären Fermente der Tumorzelle wirken auch heterolytisch, d. h. sie bauen das Eiweiß anderer Körperorgane ab, während im allgemeinen die intracellulären Fermente der normalen Körperzellen nur auf das eigene Organeiweiß auflösend wirken, wie *Salkowski* und *M. Jacoby* in ihren grundlegenden Studien über die Autolyse, d. i. die Selbstauflösung der Organzellen, festgestellt haben. Ebenso ist die Fähigkeit der Tumorzelle, an jedem Ort, wohin der Säftestrom sie trägt, weiter zu wachsen und

neue Geschwülste zu bilden, ein Zeichen ihrer veränderten Biologie.

Was verursacht aber diese veränderte Biologie der Tumorzelle? Diese die eigentliche Ursache der bösartigen Wucherung berührende Frage ist lange Zeit Gegenstand lebhafter Diskussion gewesen. Erst jetzt scheinen wir uns der Lösung des Rätsels zu nähern.

Lange Zeit herrschte die Cohnheimsche Theorie, welche auf Grund klinischer Tatsachen die Ursache des Krebses in Zellversprengungen aus der Embryonalzeit erblickte. Die embryonalen Zellgruppen sollen im späteren Alter durch irgendwelche äußere Veranlassung, z. B. Reizung chronischer Art, in Wucherung geraten und dann zur bösartigen Geschwulst werden. Obwohl diese Theorie manches Bestechende hatte und obwohl auch noch in neuerer Zeit besonders von Wiener Forschern biologische Parallelen mannigfacher Art zwischen Tumorzellen und embryonalen Zellen aufgedeckt worden sind, wird die Cohnheimsche Theorie doch in ihrer Verallgemeinerung heute allgemein abgelehnt. Auch die embryonale Zelle zeigt stets die Neigung, in den Bahnen der normalen Entwicklung auszureifen, niemals wuchert sie schrankenlos in der Weise der bösartigen Geschwulst, so daß ein Vergleich von Tumorzelle und embryonaler Zelle doch wesentliche Unterschiede ergibt. Ebenso wenig vermochten sich die Anschauungen *Ribberts* über das Wesen der Krebskrankheit allgemeine Anerkennung zu verschaffen. *Ribbert* hat auf Grund anatomischer Studien die Meinung entwickelt, daß der Krebs dadurch entsteht, daß Zellen sowohl in embryonaler wie in postembryonaler Zeit aus ihrem normalen Zusammenhange gerissen werden. Diese Loslösung aus dem Verbande macht die Zellen völlig unabhängig und bewirkt das schrankenlose Wachstum, wie wir es bei den Tumorzellen sehen. Sie kommt zustande auf Grund entzündlicher Vorgänge in dem unterhalb der Epithelschichten gelegenen lockeren Bindegewebe, welche zu Abschnürungen von Epithelzellen und damit zur Loslösung von einzelnen Zellen aus dem Zellverbande führen. Experimentelle Versuche, die Ribbertsche Krebstheorie zu stützen, sind bisher immer fehlgeschlagen. Auch eine Reihe von klinischen Erfahrungen sprechen gegen sie und endlich sind die als Hauptstütze der Ribbertschen Theorie beschriebenen anatomischen Befunde von den meisten Pathologen abgelehnt worden. So bleibt denn als Theorie, welche das bösartige Wachstum von Zellen erklären kann, nur eine einzige übrig, die schon *R. Virchow* angenommen hatte, die Theorie der chronischen Reizwirkung.

Auf sie gehen alle diejenigen Theorien zurück, welche, wie die von *v. Hansemann*, *Benecke* und *Hauser*, die Krebsentstehung auf eine biologische Umänderung der normalen Zelle (Bildung neuer Zellrassen) zurückführen. Seit jeher steht auch die parasitäre Entstehung der bösartigen Geschwülste zur Diskussion. Sie ist besonders von klinischer Seite (*v. Leyden*, *Olshausen*, *Czerny*) immer verfochten worden, erfuhr aber von den Pathologen stets eine scharfe Zurückweisung.

Man erklärte eine parasitäre Entstehung maligner Geschwülste für eine vollkommene Unmöglichkeit. Wie so oft zeigt sich auch hier aber die Richtigkeit der alten Erfahrung, daß es ein „Unmöglich“ in der Wissenschaft nicht gibt. Die letzten Jahre haben eine Reihe von experimentellen Arbeiten gezeitigt, welche die parasitäre Entstehung mancher bösartigen Geschwülste erweisen. Ich habe schon seit Jahren auf Grund eigener Beobachtungen sowohl wie anderer Ergebnisse der experimentellen Krebsforschung den Standpunkt vertreten, daß eine parasitäre Entstehung von Tumoren im Rahmen der

so, daß sie annahmen, von der überimpften Geschwulst werde ein chemischer Reiz auf die Zellen des Bindegewebes des neu geimpften Tieres ausgeübt, der diese Zellen zur Produktion eines *Sarkoms* veranlaßt. Ich habe mich dieser Deutung angeschlossen, aber hervorgehoben, daß auch der Reiz eines Parasiten in Frage kommt, der mit der geimpften Geschwulst übertragen wird. Immer aber konnte gegen diese Anschauung geltend gemacht werden, daß in allen diesen Fällen vielleicht eine Umwandlung der einen Zellart in die andere (also von Epithelien zu Bindegewebszellen) stattgefunden

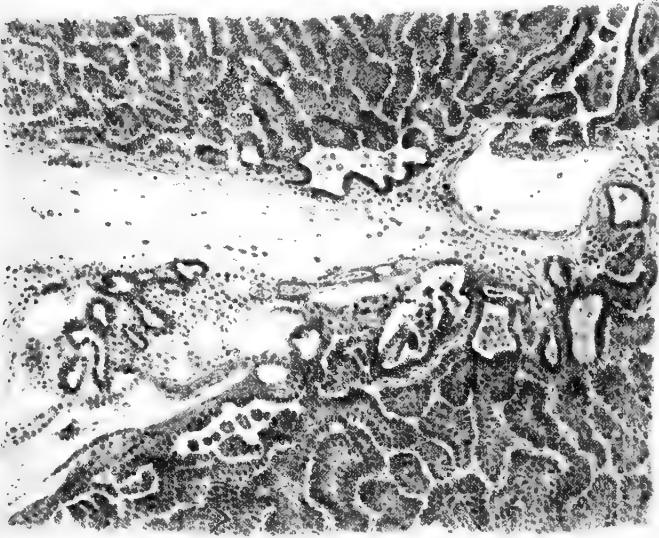


Fig. 5. Drüsenkrebs der Maus.

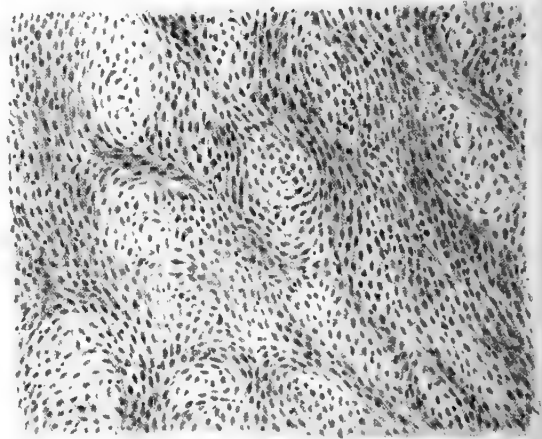


Fig. 6. Sarkom der Maus, nach der Impfung mit Drüsenkrebs entstanden.

Reiztheorie durchaus logisch erscheint. Als Grundlage dieser Anschauung betrachtete ich die Tatsache, daß eine Reihe einwandfreier Beobachtungen über das *endemische Vorkommen von Tierkrebs* vorlagen und daß auch von manchen Autoren über das endemische Vorkommen von Krebs beim Menschen (Krebshäuser, Krebsorte usw.) berichtet wird. Als beweisend habe ich ferner immer die Beobachtung angesehen, daß nach der Überimpfung einer Geschwulst bei Tieren die Entstehung einer neuartigen bösartigen Wucherung zu verzeichnen war. Diese grundlegende Feststellung haben zuerst *Ehrlich* und *Apolant* machen können. Sie konnten mitteilen, daß im Verlaufe der Überimpfung eines *Mäusekrebses* (Brustdrüsenkrebs) ein *Sarkom*, also eine bösartige von den Bindegewebszellen ausgehende Geschwulst entstanden war. Das erschien zuerst als Zufall. Bald aber häuften sich die Beobachtungen des gleichen Vorganges (*Bashford*, *Lubarsch*, *Stahr*, *Lewin*) so, daß man heute von einer durchaus gesetzmäßigen Erscheinung sprechen kann (Fig. 5 und 6). Den gleichen Vorgang konnte ich auch bei einem Rattenkrebs beschreiben. Hier aber konnte ich auch zu gleicher Zeit die Entwicklung eines Hautkrebses unter dem Einflusse der Impfung des Brustdrüsenkrebses beobachten (Fig. 7). *Ehrlich* und *Apolant* erklärten diese Erscheinungen

haben könnte. Dann handelte es sich also nicht um *neu* entstandene, sondern nur um *umgewandelte* Geschwülste. Obwohl dieser Vorgang allen unseren Anschauungen über die Konstanz der Zellarten

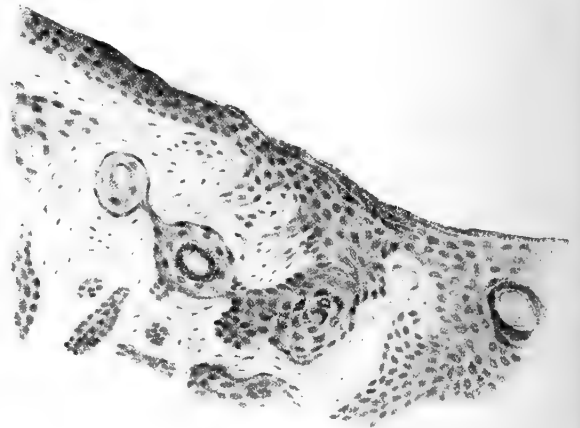


Fig. 7. Hautkrebs der Ratte, entstanden nach Impfung mit Drüsenkrebs.

widerspricht, ist er doch von manchen Seiten so gedeutet worden. Dieser Einwand ist aber hinfällig angesichts der Tatsache, daß es mir nun schon in zwei Fällen gelungen ist, auch den umgekehrten

Prozeß zu beobachten. Nach der Impfung eines Spindelzellensarkoms der Ratte konnte ich zweimal die Bildung von echtem Brustdrüsenkrebs beschreiben (Fig. 8 und 9). Hier kann von der Umwandlung einer Zellart in die andere nicht gesprochen werden. Es liegt vielmehr die Entstehung von Krebs unter dem Einflusse des Reizes des überimpften Sarkoms un-

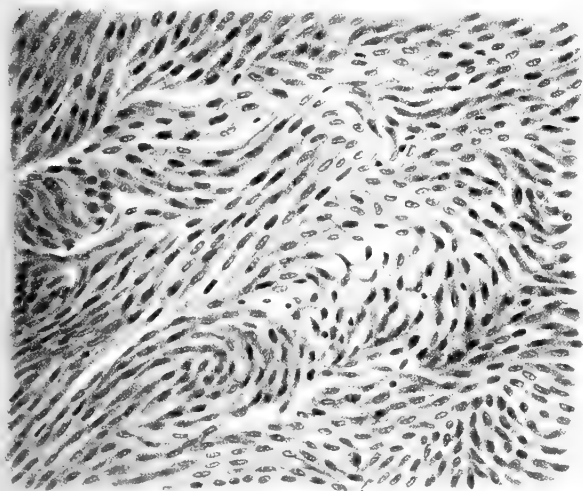


Fig. 8. Sarkom der Ratte (Bindegewebsgeschwulst).

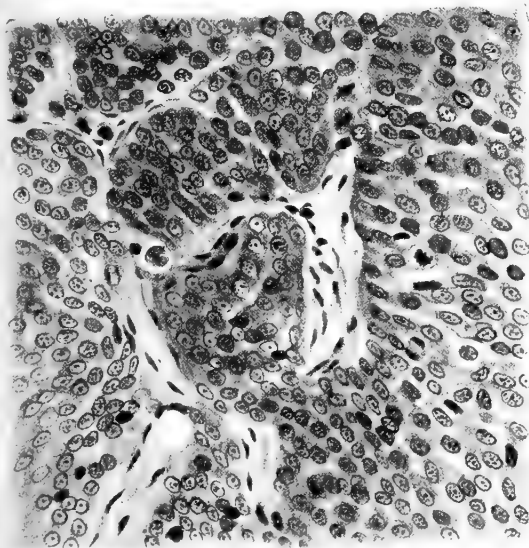


Fig. 9. Drüsenkrebs der Ratte, nach der Impfung mit Sarkom entstanden.

zweifelhaft vor und ich habe das als einen erneuten Beweis für eine parasitäre Entstehung des Krebses bezeichnet. Auch Borrel hat für die parasitäre Theorie sich eingesetzt. Er fand wiederholt in bösartigen Geschwülsten des Menschen und der Tiere Nematoden, Helminthen und andere Schmarotzer, die entweder selbst oder als Überträger von unbekannten Erregern die Ursache der bösartigen Wucherung sein sollten. Gleiche Beobachtungen machte auch Saul. Eine Stütze erhielt diese An-

schauung durch die Mitteilungen von Haaland, welcher nicht nur Nematoden in Geschwülsten der Maus fand, sondern auch nachwies, daß im normalen Unterhautbindegewebe der gesunden Mäuse außerordentlich häufig Nematoden oder ihre Eier zu finden sind. Damit schien die Tatsache erklärt, warum gerade bei den Mäusen der Brustdrüsenkrebs eine so überaus häufige Erscheinung ist, die sich außer bei Ratten bei den anderen Laboratoriumstieren doch so überaus selten findet. Nunmehr ist es aber Fibiger gelungen, den letzten Schlußstein in diesem Gebäude von Beweisen zu legen. Fibiger fand in einer gutartigen Geschwulst des Magens einer Ratte eine Nematode, die sich bei zahlreichen daraufhin untersuchten Ratten nicht nachweisen ließ. Er kam auf die Idee, daß diese Nematode vielleicht durch einen Zwischenwirt übertragen worden war und glaubte, daß ein solcher Zwischenwirt die Küchenschabe — *Periplaneta orientalis* oder *americana* — sein könnte. Bei seinen Untersuchungen fand er nun im Magen von Ratten, welche aus einer bestimmten Zuckerraffinerie stammten, die gleiche Nematode, häufig in Verbindung mit anatomischen Veränderungen des Magens von derselben Art wie die seiner Ausgangsbeobachtung. Verfütterte er nun die in dieser Zuckerraffinerie gefangenen Küchenschaben an gesunde Ratten, so konnte er bei diesen nicht nur die Nematoden und die seinen ersten Beobachtungen gleichenden Veränderungen der Magenschleimhaut nachweisen. Es kam vielmehr in fünf Fällen zur Bildung von echten Karzinomen der Magenschleimhaut, darunter zweimal mit der Ausbildung von echten Tochtergeschwülsten (Metastasen). Die Küchenschabe war der Zwischenwirt, in dessen Körper die Nematodeneier nachweisbar waren, und deren sie zu ihrer Entwicklung zum krankmachenden Parasiten bedurften. Fibiger glaubt, daß ein chemischer Reiz von den Nematoden resp. von ihren Stoffwechselprodukten auf die Zellen der Magenschleimhaut die Entwicklung des Krebses bewirkt hat. Indessen deutet er doch an, daß auch die Übertragung eines mit unseren bisherigen Hilfsmitteln noch nicht nachweisbaren Virus die Ursache der Geschwulstbildung sein könne. Diese Vermutung hat ihre Begründung in Versuchen von Peyton Rous im Rockefeller-Institut in New York. Er konnte eine bösartige Geschwulst des Huhnes (Sarkom) übertragen, wenn er ein absolut von Zellen befreites Material zur Impfung verwendete. Er stellte sich Extrakte des Tumors her, die er durch ein für *Bazillus prodigiosus* undurchlässiges Berkefeld-Filter filtrierte und konnte mit diesem Filtrat den Tumor bei gesunden Hühnern erzeugen, besonders wenn er gleichzeitig Kieselgur einspritzte, um künstlich eine Reizung der Zellen hervorzurufen. Auf diese Weise ist der Beweis geliefert, daß durch eine von außen kommende Ursache, also durch lebende Erreger, bösartige Geschwülste hervorgerufen werden können, daß also die bösartige Geschwulst durchaus nicht nur inneren, in dem Zelleben des Organismus irgendwie bedingten Verhältnissen ihre Entstehung verdankt. Dabei sei daran erinnert, daß Jensen schon vor einigen Jahren durch die Verimpfung von säurefesten

Bakterien einer Rinderenteritis bei zwei Ratten multiple Sarkome erzeugen konnte. Ob auch hier die verimpften Bakterien selbst oder als Zwischenwirt eines filtrierbaren Virus wirkten, bleibt noch unklar. Immerhin aber sehen wir hier auf dem bisher so dunklen Gebiet der Ursache der bösartigen Geschwülste sich Fortschritte von außerordentlicher Wichtigkeit anbahnen.

Das zweite wichtige Gebiet, wo sich jetzt endlich auch Erfolge zeigen, ist die *Diagnostik* der malignen Tumoren.

Bekanntlich ist es häufig erst möglich, die Erkrankung an Krebs mit unsern klinischen Methoden zu erkennen, wenn eine Therapie — als solche kommt bisher nur die Operation in Frage — nicht mehr aussichtsvoll erscheint. Soll aber eine Krebsbehandlung Aussicht auf Erfolg haben, so bedürfen wir eines Verfahrens, das uns den Krebs in seinen ersten Anfängen erkennen läßt, also einer Methode der *Frühdagnostik*. Dieses schwierige Problem ist verschiedentlich in Angriff genommen worden. *Freund* und *Kaminer* haben die Eigenschaft des karzinomatösen Serums, die Krebszellen nicht zur Auflösung zu bringen, zu einer diagnostischen Methode ausgestaltet. Sie stellen sich eine Zell-emulsion von karzinomatösem Gewebe her, zählen die in einer gewissen Verdünnung dieser Emulsion enthaltenen Zellen und setzen dann einige Tropfen des zu prüfenden Serums zu. Die Mischung wird einige Zeit im Brutschrank gelassen und alsdann die Zahl der Zellen von neuem festgestellt. Ist das Serum von einem normalen oder nicht geschwulstkranken Menschen, so sind die Zellen meistens aufgelöst. Stammt aber das untersuchte Serum von einem Krebskranken, so bleibt die Zahl der Zellen unverändert, da das Krebsserum die Zellen ja nicht auflöst. Mit dieser Methode und einer auf denselben Eigenschaften der Sera beruhenden Präzipitierungsmethode — Extrakte von Tumorzellen geben mit dem Krebsserum eine Fällung, mit normalem Serum aber nicht — sind in einer großen Reihe von Fällen exakte Diagnosen möglich gewesen. Freilich leisten diese Methoden noch nichts Vollkommenes, obwohl sie anscheinend einen Schritt vorwärts bedeuten. Besser noch hat sich bisher — obwohl die Schwierigkeit ihrer Anwendung vorläufig noch ihrer allgemeinen Verbreitung hinderlich ist — die *Meiostagminreaktion* von *Ascoli* und *Igar* bewährt. Sie beruht auf der von *Traube* festgestellten Tatsache, daß sich bei der Vermischung von Antigen und Antikörper die Oberflächenspannung der aufeinander reagierenden Flüssigkeiten ändert. Das zeigt sich in einer Veränderung ihrer Tropfenzahl, die in der Zeiteinheit durch einen von *Traube* konstruierten Apparat, das Stalagmometer, gezählt werden. Wird die Zahl der Tropfen nach der Vermischung eines Tumorextraktes mit dem zu untersuchenden Blutserum größer, so bedeutet das, daß in dem untersuchten Serum Antikörper gegen den Tumorextrakt sind, daß es sich also um ein Karzinomserum handelt. Auch diese Methode ist, soweit die bisherigen Untersuchungen ergeben, zwar noch keine Lösung des Problems, wohl aber ein erheblicher Fortschritt.

Endlich hat *von Dungern* eine Methode angegeben, welche auf den Prinzipien der bekannten von *v. Wassermann* zur Syphilisdiagnostik verwendeten Komplementablenkung beruht. Sie ist indessen noch klinisch nicht ausreichend erprobt, so daß ein Urteil vorläufig nicht möglich ist. Ob die von *Abderhalden* entdeckte biologische Methode der Schwangerschaftserkennung entsprechende Anwendung auch für die Diagnostik der Tumoren finden wird, bedarf ebenfalls noch weiterer Arbeiten. Jedenfalls sehen wir aber auch auf diesem schwierigen Gebiete verheißungsvolle Anfänge.

Endlich bleibt uns noch übrig, von der *Therapie* der malignen Geschwülste zu sprechen, soweit sie einer operativen Behandlung nicht zugänglich sind. Es sei gleich von vornherein bemerkt, daß alle auf spezifischen Wirkungen angeblich beruhenden Krebssera einer ernsthaften Kritik überhaupt nicht standhalten. Es gibt bisher kein Krebsserum, welches ernsthaft behandelt zu werden verdient. Auch die Therapie mit irgendwelchen Chemikalien ist bisher ohne besonderen Erfolg geblieben. Obwohl nach der Anwendung mancher Arsenpräparate Besserung, vereinzelt sogar Heilung von malignen Geschwülsten, besonders von Sarkomen gesehen wurde, handelt es sich doch immer nur um Einzelfälle, die hie und da mit allen möglichen Methoden der Behandlung Erfolge erkennen lassen, niemals aber um gesetzmäßige Vorgänge. Besser sind die Resultate nach der Bestrahlung mit Röntgen, Radium und Mesothorium. Besonders in letzter Zeit sind durch die Arbeiten von *Krönig* und *Gauß* beachtenswerte Erfolge erzielt worden durch Verwendung so großer Strahlendosen, wie sie bisher nicht angewendet worden sind, weil man Schädigungen des Körpers befürchtete. *Aschoff* hat indessen mitgeteilt, daß auch nach Verwendung großer Strahlendosen nur eine elektive Schädigung der Tumorzellen, nicht aber eine Störung der Körperorgane hervorgerufen wird. So ist zu hoffen, daß diesen physikalischen Heilmethoden größere Erfolge im Kampfe gegen den Krebs beschieden sein werden. Einen endgültigen Erfolg freilich können wir nur von einer spezifischen Beeinflussung der Tumorzellen erwarten, die alle im Körper befindlichen sichtbaren oder unsichtbaren Keime abtötet. Die Herstellung eines spezifischen gegen die Tumorzellen gerichteten Serums ist bisher noch nicht geglückt, obwohl in manchen Fällen durch eine Behandlung mit Tumorextrakten Heilung erzielt worden ist. Sie hat ihre tierexperimentelle Grundlage in Versuchen von *Fichera*, *Blumenthal* und *mir*, die eine Heilwirkung des Autolysates von Rattengeschwülsten bei demselben Tumor angewendet erkennen ließen. Inwieweit diese Heilmethode zur Verhütung von Recidiven nach Operationen oder zur Beseitigung von Metastasen sich wird verwenden lassen, muß noch weiter geprüft werden. Vielleicht werden uns die bekannten chemotherapeutischen Arbeiten der letzten Jahre dem ersehnten Ziele näher bringen. *v. Wassermann* hat durch intravenöse Injektion von Eosin-Selen Mäusekrebs elektiv zur Erweichung und Heilung bringen können. *Neuberg* und *Cas-*

pari haben dasselbe durch die Einspritzung von Schwermetallen in die Blutbahn von geschwulstkranken Tieren erreicht. Sie beziehen diese Wirkung auf eine Verstärkung der fermentativen Vorgänge in den Tumorzellen durch die Metallverbindungen, wodurch es zur Erweichung des Tumors und damit zu seiner Zerstörung kommen muß. Es bleibt freilich zu bedenken, daß alle diese Heilungen bisher nur bei Tiergeschwülsten erreicht worden sind. Die Wirkung der Schwermetalle ist in erster Linie aber, wie ich zeigen konnte, eine die Kapillaren des Tumors schädigende und die Beeinflussung gerade der Tumorkapillaren kann auch durch besondere, in der Natur der Tiergeschwülste liegende Verhältnisse bedingt sein, die für die menschlichen Tumoren weniger, wenn überhaupt, zutreffen. Immerhin ist mit diesen chemotherapeutischen Arbeiten, denen sich auch die Beobachtungen von Werner anschließen, die Möglichkeit einer spezifischen Chemotherapie der bösartigen Geschwülste zum ersten Male im Experiment gegeben worden. Von der intensiven Mitarbeit so vieler hervorragender Forscher, die ihre ganze Kraft der Lösung dieses Problems widmen, ist zu hoffen, daß der Krebs, diese Geißel der Menschheit, endlich mit Aussicht auf Erfolg auch auf nichtoperativem Wege wird behandelt werden können.

Spezifische Nahrungsstoffe.

Von Dr. med. Ivar Bang,

o. Professor a. d. Universität Lund.

Wie bekannt, ist die Nahrung dazu bestimmt dem Organismus die notwendige Energie zu verschaffen, wodurch die Leistungen des Organismus bedingt sind. Der Nahrungswert eines Nahrungsmittels ist demzufolge direkt mit seinem Verbrennungswert proportional. Wenn z. B. 1 g Fett einem kalorischen Wert von 9,3 entspricht, während 1 g Zucker nur etwa 4 Kalorien abgibt, ist auch der Nahrungswert des Fettes mehr als doppelt so groß wie der des Zuckers. Die physiologischen Versuche haben direkt bewiesen, daß 100 Teile Fett 220 Teile Zucker zu ersetzen vermögen. Die dritte Gruppe der Nahrungsstoffe, das Eiweiß, besitzt ungefähr denselben physiologischen Verbrennungswert wie der Zucker.

Nun ist es aber bekannt, daß das Eiweiß *nicht* vollständig von Fett und Kohlehydraten (Zucker oder Stärke) ersetzt werden kann. Allerdings kann ein großer Teil von dem täglichen Eiweißbedarf (ca. 120 g) von den übrigen Nahrungsstoffen ersetzt werden. Für eine kurze Zeit genügen schon etwa 20 g Eiweiß pro Tag. Entfernt man aber das Eiweiß vollständig aus der Nahrung, tritt der Hungertod ungefähr ebenso schnell ein wie beim vollständigen Hunger. Die Ursache hierfür ist leicht zu erkennen. Auch beim Hunger oder bei eiweißfreier Nahrung wird das Organeiweiß destruiert, welches jetzt nicht ersetzt werden kann. Das Nahrungseiweiß dient also nur z. T. direkt als Verbrennungsmaterial. Dieser Teil kann vollkommen durch andere Brennstoffe

ersetzt werden. Ein anderer Teil ist dazu bestimmt das verbrauchte Organeiweiß zu ersetzen, wozu die übrigen Nahrungsstoffe nicht in Betracht kommen.

Bei der Untersuchung der verschiedenen Eiweißkörper hat es sich weiter herausgestellt, daß nicht jedes Eiweiß als solcher Ersatz dienen kann. Leim ist zwar Eiweiß, der Eiweißbedarf läßt sich aber nicht durch Leim decken. Nun ist das Organeiweiß sicher von dem Leim sehr verschieden, aber auch die Pflanzeneiweißstoffe sind von den tierischen sehr verschieden, und dennoch sind diese Eiweißkörper durchaus zureichend und werden im Organismus in körpereigene Eiweißverbindungen umgebildet.

Fragt man, warum dies mit dem Leim nicht eintreten kann, so haben die Untersuchungen über die *Konstitution* der Eiweißkörper sowie über ihr *Schicksal* im Darmkanal die Aufklärung gegeben. Die Eiweißkörper bestehen aus miteinander verbundenen *Aminosäuren*, welche mit einem Ammoniakrest substituierte Fettsäuren sind. Z. B. ist die mit dem Ammoniakrest substituierte Essigsäure eine Aminosäure (Glykokol). Die verschiedenen Eiweißkörper enthalten teils verschiedene Aminosäuren und teils verschiedene Quantitäten von den verschiedenen Aminosäuren. Im Darmkanal werden nun die Eiweißkörper zu Aminosäuren abgebaut und als solche aufgesaugt. Jenseits des Darmes wird das Eiweiß wieder aus diesen Aminosäuren neugebildet. Diese neugebildeten Eiweißkörper enthalten aber jedenfalls bei Pflanzenkost von dem ursprünglichen Eiweiß sowohl verschiedene Aminosäuren wie verschiedenen Gehalt von den einzelnen Aminosäuren. Der Organismus vermag folglich sowohl Aminosäuren (die aufgesaugten Aminosäuren werden in der Leber weiter in Ammoniak und Fettsäuren abgebaut) wie auch das Eiweiß selbst aufzubauen. Bestätigung hierfür bilden Versuche mit Fütterung von Aminosäuren allein *ohne* Eiweiß. Ebenfalls ist die Aminosäurebildung der überlebenden Leber direkt bewiesen.

Nun enthält Leim wie alle anderen Eiweißstoffe Aminosäuren und ist trotzdem kein Ersatz für das verbrauchte Organeiweiß. Die Ursache hierfür ist, daß gewöhnliches Eiweiß in geringer Menge gewisse *spezifische* Aminosäuren enthält, welche Leim entbehrt. Und *diese* Aminosäuren kann der Organismus *nicht* neubilden. Diese Aminosäuren besitzen außer dem Ammoniakrest auch eine Phenolgruppe oder eine Indolgruppe (Indol = Benzopyrrol). Leim enthält nun in geringer Menge phenolsubstituierte, aber keine indolsubstituierten Aminosäuren, kein *Tryptofan*. Leim ist also kein vollständiger Ersatz für Eiweiß, weil Tryptofan nicht hier vorkommt. Dagegen bilden Leim und Tryptofan zusammen eine zureichende Nahrung. Der Organismus bildet m. a. W. zwar seine eigenen Aminosäuren, aber kein Benzopyrrol, und ist in dieser Beziehung direkt oder indirekt an die Pflanzenwelt verwiesen.

Nicht alles Tryptofan — welches wie die übrigen Aminosäuren aus dem Eiweiß im Darm freige-macht wird — wird aufgesaugt. Ein Teil gelangt in den Dickdarm und verfault. Als Fäulnisprodukte resultieren die Riechstoffe *Indol* und *Methyl-*

indol (*Skatol*), welche den charakteristischen Fäkalgeruch bedingen, indem sie teilweise mit den Fäkalien ausgeschieden werden. Eine gewisse Quantität wird durch die Darmwand aufgesaugt und geht ins Blut über. Als starke Gifte werden sie, nach schwacher Oxydation, in der Leber durch Paarung hauptsächlich mit Schwefelsäure entgiftet. Nach *Metschnikoffs* bekannter Hypothese ist eben die chronische Vergiftung des Organismus durch diese Fäulnisprodukte (Indol, Skatol, Phenol, Kresol u.a.) die Ursache der Arteriosclerose (Verkalkung der Gefäße).

Es ist jedenfalls eine eigentümliche Tatsache, daß Stoffe, deren Gegenwart für das Leben unersetzlich ist, *giftig* wirken können. Viele andere körpereigene Verbindungen verhalten sich übrigens ganz analog.

Indol und Skatol sind also Giftstoffe, als Tryptofan (Indol-Aminopropionsäure bzw. Skatol-Aminoessigsäure) aber lebenswichtige Stoffe. Der Organismus vermag das Indol-Skatol durch Paarung mit Schwefelsäure (oder Glukuronsäure, ein Derivat des Zuckers) zu entgiften. Dagegen kann der tierische Organismus *nicht* das Tryptofan aufbauen, trotzdem sowohl Indol wie die Aminopropionsäure zur Verfügung stehen. In dieser Beziehung sind die Tiere an die *Pflanzen* verwiesen, wo sowohl diese Synthese, ebenso wie die Indolbildung selbst stattfindet. —

Es existiert eine Reihe Krankheiten, welche besonders in früheren Zeiten, z. T. aber auch in unseren Tagen als ungemein ausgebreitete und gefährliche Epidemien zahllose Menschenleben zum Opfer genommen haben. Die wichtigsten von diesen Krankheiten sind *Skorbut* und *Beri-Beri*. Jetzt treten sie vorzugsweise auf Schiffen auf und zwar so gut wie immer nur, wenn die Schiffe *längere Zeit* ohne Verbindung mit dem Lande gewesen sind. Charakteristisch ist auch, daß die Krankheiten gewöhnlich sofort aufhören, wenn die Mannschaft am Land *frisches Fleisch* und *frisches Gemüse* bekommt. Während man früher als Ursache dieser Krankheiten meistens an Infektion oder Intoxikation durch verdorbene Nahrung dachte, neigt man jetzt mehr und mehr der Auffassung zu, daß diese Krankheiten von einer *unzureichenden Nahrung* bedingt sind: die Nahrung entbehrt gewisse *spezifische Nahrungsstoffe*, und die Folge davon ist das Auftreten des Skorbut oder des Beri-Beri.

Besonders überzeugend ist dies für Beri-Beri konstatiert worden. Beri-Beri tritt in Indien, Japan und naheliegenden Ländern endemisch auf, wo die *Hauptnahrung aus Reis* besteht. In Indien hat man gefunden, daß der *geschälte* (und polierte) Reis Beri-Beri mitführt, während der nicht geschälte Reis als Nahrung keine deletäre Wirkung besitzt. Folgender Versuch (aus Indien) illustriert diese Verhältnisse sehr überzeugend: Von zwei Gruppen Kulien wurde die eine Gruppe (*a*) mit geschältem, die zweite Gruppe (*b*) mit ungeschältem Reis ernährt. In der Gruppe *a* traten viele Fälle von Beri-Beri ein, in der *b*-Gruppe kein Fall. Jetzt wurde die *b*-Gruppe mit geschältem, die *a*-

Gruppe mit ungeschältem Reis ernährt. Die Folge davon war Auftreten von Beri-Beri unter der *b*-Gruppe, während die Krankheit in der *a*-Gruppe aufhörte. Und noch mehr: die schon erkrankten Kühe der *a*-Gruppe wurden durch Ernährung mit ungeschältem Reis *geheilt*. Der ungeschälte Reis enthält folglich unentbehrliche Nahrungsstoffe, welche bei dem geschälten und polierten Reis entfernt worden sind. Diese Stoffe können nicht Eiweißstoffe sein. Übrigens hat Eiweiß keine kurative Wirkung auf Beri-Beri. Erst die Tierversuche haben nähere Auskunft über die Verhältnisse gegeben, indem die holländischen Forscher *Eijkmann* und *Grijns* bei Hennen eine beri-beriihnliche Krankheit (Polyneuritis gallinarum Eijkmann) durch Reisfütterung hervorrufen konnten. Es zeigte sich weiter, daß man durch *Alkoholextraktion* aus ungeschältem Reis die betreffenden Stoffe entfernen konnte. Umgekehrt besaß das Alkoholextrakt denselben kurativen Effekt wie der Reis selbst. Da nun das Eiweiß alkoholunlöslich ist, sind die betreffenden Stoffe unmöglich mit Eiweiß identisch. Infolgedessen kommen in der Nahrung auch andere lebenswichtige Stoffe als die Eiweißkörper vor, welche eine *spezifische Wirkung* besitzen müssen. Es zeigte sich nun weiter, daß man auch in den gewöhnlichen tierischen Nahrungstoffen ähnlich wirkende Stoffe annehmen muß. Besonders *Stepp* hat gefunden, daß eine Alkoholbehandlung von Milch, Ei, Fleisch usw. diese Nahrungsmittel für das Erhalten des Lebens unzureichend macht: Die spezifischen Stoffe werden entfernt. Man braucht sie aber nicht zu entfernen, sie können auch durch etwas *längeres Kochen* destruiert werden und eine solche Nahrung ist ebenfalls nicht mehr vollwertig. Ja schon die Aufbewahrung der Nahrungsmittel während längerer Zeit genügt, um diese Stoffe zu zerstören. Diese Tatsachen können auch die Ursache des Skorbut und Schiffs-Beri-Beri u. dgl. erklären. Die Mannschaften bekommen doch überall eine Nahrung, welche diese Stoffe enthalten hat. Durch die lange Aufbewahrung sind die Stoffe aber zerstört worden. Und ebenfalls bei der *hermetischen*, sterilen Nahrung bei dem Kochen für die Sterilisation. Hermetik ist folglich keineswegs als ausschließliche Nahrung am Platz. Dies zeigt sich auch bei der Ernährung des Säuglings mit gekochter Kuhmilch. Die Kuhmilch muß gewiß wegen der Gefahr der gefürchteten Gastroenteritis sterilisiert werden. Hierdurch können aber die oben genannten Stoffe auch zerstört werden, und der Säugling bekommt jetzt statt der Diarrhoe den Skorbut. Dieser Säuglings-skorbut ist wohl bekannt und nicht allzu selten. Er wird als *Morbus Barlowii* bezeichnet. Die Behandlung dieser Krankheit ist auch einfach. Das Kind bekommt ungekochte Milch, und die Krankheit geht schnell zurück.

Die große Verbreitung besonders von Beri-Beri, welche außerdem eine sehr schwere Krankheit ist, macht es natürlich, daß man schon aus praktischen Gründen versucht hat, die betreffenden Schutzstoffe rein darzustellen. Hierbei hat es sich überraschenderweise herausgestellt, daß man

wahrscheinlich mit recht verschiedenartigen chemischen Verbindungen zu tun hat. Jedenfalls sind die aus Pflanzen dargestellten Körper höchst wahrscheinlich von den aus tierischem Material dargestellten sehr verschieden. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Am weitesten sind wohl einige japanische Forscher gekommen, welche aus Reis eine kristallisierte Verbindung, das *Oryzanin*, dargestellt haben, welche schon in außerordentlich geringer Menge einen vollkommenen Schutzeffekt auf die Polyneuritis gallinarum auszuüben vermag. Dieses *Oryzanin* besitzt anscheinend eine sehr verwickelte Zusammensetzung und läßt sich in 4—5 verschiedene einfachere Stoffe abbauen. Aus tierischen Organen hat sich *Oryzanin* nicht darstellen lassen.

Fragt man schließlich, wozu eigentlich diese Stoffe dienen und warum sie für das Leben unentbehrlich sind, so kann man augenblicklich nur Vermutungen aussprechen. Etwas Sicheres wissen wir nicht. Allerdings scheint eine von dem englischen Forscher *Hopkins* ausgesprochene Hypothese recht plausibel. Erstens können wir feststellen, daß die betreffenden Stoffe als Energie nicht in Betracht kommen. Wenn zweitens *Oryzanin* nicht im Tierkörper vorkommt (was doch nicht ganz abgemacht ist), so kann dasselbe nicht direkt als Ersatz für gewisse verbrauchte Zellbestandteile dienen. Entweder bildet das *Oryzanin* (und dergl. Stoffe) die Muttersubstanz für solche spezifischen Stoffe der Zellen, welche doch tatsächlich vorkommen, da sie z. B. durch die Milch ausgeschieden werden, und diese Möglichkeit kann man nicht ohne weiteres von der Hand weisen. Oder auch spielt das *Oryzanin* (und die übrigen Stoffe) die Rolle als eigentümliche Reizstoffe der Zellen. Es ist schon für die Arbeit der Verdauungsdrüsen (z. B. Magensaftsekretion) erwiesen, daß viele — ja die meisten — Nahrungsstoffe überhaupt keine Sekretion hervorrufen, welche Sekretion für die Bearbeitung der aufgenommenen Nahrung aber ganz notwendig ist. Dagegen sind bestimmte Reizstoffe — z. B. für die Magensaftsekretion die Fleischextraktivstoffe — bekannt, welche eine ausgiebige Sekretion veranlassen. Die oben erwähnten spezifischen Stoffe besitzen keine solche Reizwirkung auf die Verdauungsdrüsen, dagegen wäre denkbar, daß sie nach der Aufnahme ins Blut als Reizstoffe für die Zellen des Organismus dienen und denselben einen Reiz zur Arbeit geben könnten, ohne welchen die Organe ihre Arbeit nicht ausführen könnten oder wollten. —

Diese Hypothese ist zwar kühn aber nicht unwahrscheinlich. Es ist nicht schwer Analogien hierfür zu finden. Bekanntlich sondern viele Drüsen außer dem gewöhnlichen Sekret auch „*inneres Sekret*“ zum Blut ab. Einige dieser Produkte der inneren Sekretion bilden eben den notwendigen Reiz für die Entwicklung und Arbeit anderer Zellen bzw. Organe. Z. B. bildet das innere Sekret der männlichen und weiblichen Generationsorgane den Reiz für die Entwicklung — z. T. auch Arbeit — der sogen. sekundären Geschlechtsorgane. Ähnliches ist auch für viele

andere Organe bekannt. Die Übereinstimmung zwischen der vermuteten Wirkung der spezifischen Nahrungsstoffe und der inneren Sekretion ist also einleuchtend. Der Unterschied bleibt, daß die „Schutzstoffe“ mit der Nahrung einverleibt werden. Und dieser Unterschied ist interessant und auch wichtig. —

Zwei verschiedene Kategorien von spezifischen Nahrungsstoffen sind erwähnt worden. Sie sind beide spezifisch, d. h. für das Leben unentbehrlich. Ihre Wirkungsweise ist aber durchaus verschieden und damit auch ihre Bedeutung. Trotzdem besitzen sie einige Berührungspunkte. Einige Produkte der inneren Sekretion sind nahe mit den aromatischen Aminosäuren verwandt. Das Sekretionsprodukt der Nebennieren, das Adrenalin, ist wahrscheinlich ein Umbildungsprodukt der aromatischen Aminosäure Tyrosin. Und weiter sind die vielleicht wichtigsten Bestandteile des *Oryzanins* aromatische und heterocyklische Säuren, welche vielleicht mit denselben der erwähnten Aminosäure eine nähere Verwandtschaft besitzen. Dies mag noch offen stehen, ebenso wie recht viel von dem oben Angeführten noch lange nicht als abgeschlossenes Ergebnis zu betrachten ist. Aber eben deswegen besitzen diese Forschungen einen besonderen „Reiz“ zum Nachdenken und für die Phantasie. Und sieht man die biologischen Ergebnisse recht kritisch an, muß man zugestehen, daß sie wohl meistens, ja immer auf demselben Plan stehen. Das hypothetische Moment haftet immer an und *muß* es tun. Dies bedeutet aber auch die beständige Möglichkeit des Fortschrittes.

Ziele und Strömungen der modernen Pharmakologie.

Von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. J. Pohl, Breslau.

Das Charakteristische der mittelalterlichen Medizin lag darin, daß sie erstarrt war zu einem dogmatischen System. Das medizinische Mittelalter dauert bis in den Anfang des 19. Jahrhunderts, bis zur allgemeinen Benutzung des Mikroskops, der Einführung der physikalischen Untersuchungsmethoden, der Benutzung des Experiments als Forschungs- und Unterrichtsmittel. Noch *Liebig* konnte sich folgenden Ausspruch leisten: „Was ist doch die Arzneikunde für eine elende, niederträchtige, miserable Sache; ist es durchaus unmöglich, daß ein Mensch nicht Neigung und Lust gewinnen sollte, eine Krankheiterscheinung im Körper zu verfolgen, daß er zuletzt zur Erkenntnis des Orts und der Natur des Übels und damit der Mittel gelange, die nötig sind, um dasselbe zu heben; sie ist nichts als die schalste Rezeptschreiberei.“ Und heute?? Die medizinische Wissenschaft ist in steter Bewegung, in unaufhörlichem Fluß, nichts absolut feststehend, und nur mit Mühe kann der Einzelne den ruhelosen Ab- und Aufbauprozess, der sich in einer uferlos anschwellenden Literatur niederschlägt, kritisch verfolgen, ihn zur Gänze mitleben. Da ist's wohl gut, von Zeit zu Zeit die Hauptströmungen seines Ge-

bietet zu überschauen, um, sich an der Größe des Ganzen erfreuend, neue Kraft für die naturgemäß kleine Einzelarbeit zu gewinnen.

Die Pharmakologie der Vergangenheit hat eine große Zahl von Einzelbeobachtungen in der Richtung gewonnen, daß sie die grobsinnlichen Veränderungen, die im Organismus nach Darreichung der verschiedensten Stoffe — meist wohl definierter chemischer Körper — sofort ablaufen, feststellte und vor allem die Angriffs- oder Auslösungspunkte desselben zu finden suchte. Diese Richtung brachte der Toxikologie das Übergewicht, die Beziehung der Pharmakologie zur Pathologie und Therapie trat in den Hintergrund. In dem Moment aber, wo man zur Erkenntnis gelangte, daß neben oder unabhängig von jenen direkt sichtbaren, akutesten Veränderungen — Zirkulations-, Innervationsstörungen — durch Summierung einzelner nicht wahrnehmbarer Effekte schließlich wahrnehmbare resultieren, daß sich der Chemismus des Körpers ändert, traten die rein physiologischen Arbeitsmethoden zurück und die chemischen in den Vordergrund. Schleichend einsetzende, anfangs insensible, allmählich anwachsende Wirkungen sind aus der älteren Pharmakologie nur durch den Arsenik- oder Eiseneffekt zu belegen; heute mit einer ganzen Reihe von Beispielen. Welch eine Revolution schafft die Injektion von Milli- oder Zentigrammen heterogenen Eiweißes in die Subkutis! Lokale Schwellung durch vermehrte Lymphbildung, Leucocytenanhäufung, lokale und allgemeine Temperatursteigerung, Fibrinvermehrung im zirkulierenden Blute, Leucocytose und Globulinzunahme im Serum, Änderung der Viskosität, des opsonischen Index, Präzipitinbildung und wohl noch manches andere. Wiederholt man die Injektion, so können jene Erscheinungen, die wir bald als Immunität oder Anpassung, bald als Überempfindlichkeit bezeichnen, eintreten. Nicht nur auf Eiweißkörper hin, sondern auch auf gewisse Alkaloide, ja anorganische Materialien spielen sich einzelne Szenen und Teile obiger Vorgänge ab. Die Pharmakologen haben sich mit Bakteriologen und Pathologen redlich um die angedeuteten Tatsachen und Fragen bemüht und besonders der systematischen, mühseligen Versuchsreihen über die Gewöhnung an Gifte von *Cloetta*, *Faust*, *Gottlieb*, *Hausmann* u. a. ist hier zu gedenken.

Die Lehre von der inneren Sekretion führte alsbald zu erfolgreichen therapeutischen Konsequenzen; während die Erkenntnis der Schilddrüsenfunktion Anlaß gab zur Erprobung des Organs und aus demselben dargestellter Präparate bei Über- oder Unterfunktion dieses Organs, ohne daß die nottuende volle chemische Erkenntnis der spezifisch wirksamen Stoffe erreicht wäre, ist ein zweites Organ mit innersekretorischer Funktion, die Nebenniere, der Mittelpunkt noch umfassenderer, weitergehender, weil glücklicherer Forschung gewesen. Mit der Krönung der Erkenntnis des wirksamen Prinzips, des Adrenalins, durch seine Synthese (*F. Stolz*) hat die Arbeitswelt mit diesem Körper nicht aufgehört. Im Gegenteil! Immer wieder werden neue überraschende Befunde über die Leistungsfähigkeit dieses Stoffes, resp. über das Ursprungsorgan des-

selben, die Nebennieren, erhoben. Eine Fülle von Einzelheiten wurde über künstliche Zuckerausscheidung durch den Harn nach Injektion von Adrenalin bekannt. Vieles spricht dafür, daß der berühmte Zuckerstich *Claude Bernards*, die Piquure, nur durch Mitwirkung der Nebenniere wirkt. Auch die Erstickungs-, die Kohlenoxydglycosurie erfolgen unter Mitarbeit des Adrenalins.

Noch überraschender und unerwarteter sind die experimentellen Erfahrungen mit einem seit Jahrhunderten vernachlässigten, man könnte sagen, verachteten Organ, dem Gehirnanhang, der Glandula Hypophysis. Dieses in den Türkensattel, eine knöcherne Nische des Schädels, versenkte Organ, von dem man bis vor wenigen Jahren kaum mehr wußte, als daß seine Erkrankung zu Riesenwuchs und Trommelschlägerfingern führt, erweist sich als Sitz einer chemischen Wunderreaktion: es bildet eine wasserlösliche Substanz mit unerwarteten Qualitäten. Vor allem ist es das beste, jetzt bekannte Wehenmittel! Wo man sonst die unappetitlichen Mutterkornpräparate reichte, gibt man jetzt Pituglandol oder Hypophysin, Präparate deutscher Provenienz aus der genannten Drüse. Diese Lösungen wirken daneben noch blutdrucksteigernd, pupillenerweiternd, und, wie wir erst jüngst erfahren, elektiv konstringierend auf die Gefäße des Gehirns. Wenn auch eine leitende, chemische Reaktion für die Hypophysenstoffe fehlt, so sind sie wenigstens bereits in kristallinischer Form gewonnen, und es ist wohl nur die Frage einer — hoffentlich kurzen — Zeit, daß der wirksame Körper isoliert und chemisch charakterisiert sein wird. Vieles spricht dafür, daß es sich um einen basischen, den Aminosäuren nahestehenden Körper handelt: um ein Derivat des Oxyphenyläthylamins oder ein Homologes, wie z. B. Indolamin oder β -Iminoazolyäthylamin.

Gehört nicht auch das Hormonal, ein die Tätigkeit des Darms anregendes Produkt der Darmwand, hierher?

Hoffnungsvolle Resultate sind auch auf einem weiteren, die gesamte Öffentlichkeit interessierenden Gebiete, der Lehre von den Antiseptics, zu verzeichnen: Die Verwendung der Jodtinktur, der Mastixbenzollösung — unter dem Namen Mastisol eingebürgert —, die Verdrängung der Kresole durch die weit wirksameren Chlormetakresole (*Laubenheimer*), die Einführung des Goldcyanids durch *Bruck* mit vielversprechendem Erfolg bei Lupus sind hier zu nennen. Also auch hier regsame Arbeit und Erfolge!

Ein Gebiet, auf dem sonst nur die größte Empirie herrschte, ist Mittelpunkt zahlreicher experimenteller Arbeiten geworden: ich meine die Kombination von Arzneimitteln, mit der Folge gegenseitiger Förderung oder Hemmung. Während man früher nur heterogene Stoffe in dieser Richtung vereinte — ich erinnere an die Erfahrungen von *Straub* und mir über die Förderung der Digitaliswirkung durch Alkohol und Chloroform —, beschäftigt sich die Pharmakologie auf die Initiative *Bürgis* jetzt vielfach mit der gegenseitigen Steige-

rung sich chemisch nahestehender, verwandter Stoffe, z. B. der Alkaloide.

Daß neben den spezifischen Bestrebungen, wie sie durch *Paul Ehrlichs* Salvarsan denkwürdig repräsentiert werden, die Beeinflussung von Lebensvorgängen durch chemische Reagentien — dies die alte, klassische Definition der Pharmakologie — große Erfolge erringen kann, lehrt die Rolle, die heute das *Atophan*, id est die Phenylcinchoninsäure (*Nicolaier*) bei der Behandlung der Gicht und rheumatoider Zustände spielt.

Ich erwähne sodann die Bemühungen, die Bestandteile des meist benutzten Herzmittels, der Digitalisblätter, so zu verarbeiten, daß sie quantitativ abschätzbar, dauernd gleichartig, ja selbst zu intravenöser Injektion mit ihrem oft lebensrettenden, momentan eintretenden Erfolg verwendbar werden — *Digalen*, *Digipuratum*, *Digifolin* —, das andauernde Streben nach neuen Schlafmitteln — *Bromural*, *Adalin*, *Luminal*, *Aleudrin* — und so ist wohl der meisten Richtungen gedacht. Aus der zielbewußten gemeinsamen Arbeit des experimentellen und chemischen Laboratoriums entstehen endlos neue Stoffe. Das Interesse der Industrie führt zum Heil des Patienten, indem das Bessere das Gute verdrängt.

Nach so viel Positivem sei noch einer fast negativen Richtung gedacht, die gar viele Köpfe bewegt, die experimentelle Behandlung von Tumoren: trotzdem uns die Morgenblätter immer wieder allerhand Sensationen dieser Richtung aufweisen, der große, unbedingte, sichere Erfolg steht noch aus! Allein auch hier wird Ingenium und Fleiß das hochgesteckte Ziel erringen helfen.

In dem Kampfe, den die ärztliche Welt gegen Krankheit und Siechtum führt, ist die chemische Waffe eine der wichtigsten. Nicht als geringsten Effekt der Salvarsantherapie möchte ich den moralischen Einfluß schätzen, den sie in dem Sinne bedeutet, daß gegenüber oder, besser gesagt, neben der Antigentherapie die Bestrebungen, die Chemie therapeutischen Wünschen dienstbar zu machen, neuen, aussichtsvollen Anstoß erhalten haben.

Die physiologische Lösung des Raumproblems.

Ein nicht kritisches Referat der Theorie *E. v. Cyons*¹⁾.

Von Dr. Franz Eißler, Berlin.

Die interessanten Ausführungen von *R. Bárány* in Heft 17 und 18 der „Naturwissenschaften“ über die Physiologie und Pathologie des Bogengangapparates, an deren Entwicklung ihr Verfasser hervorragendsten Anteil genommen hat, lassen es doch nicht für unangebracht erscheinen, die Leser dieser Zeitschrift mit den Untersuchungen des Physiologen

v. Cyon, die zum Teil den gleichen Gegenstand betreffen, bekannt zu machen.

Die Denkweise *Cyons* kennzeichnet ein philosophischer Zug, nicht als fatale Neigung zu vagen Spekulationen, sondern als Wille zur Einheit aller Wissenschaften. Die physiologische Untersuchung des Raumproblems wird ihm zur philosophischen, und mag auch die Verbindung, die er zwischen diesen beiden Wissensgebieten knüpfte, noch nicht endgültig feststehen — jedenfalls scheint mir eine Theorie, die, in sich völlig abgerundet, auf exakter Basis ruht, bestimmt zu sein, *Kants* Lehre, mit der die Naturwissenschaft sich niemals befreundeten konnte, abzulösen.

Kant wählte das Rätsel unserer Raumvorstellungen, ihrer dreidimensionalen Mannigfaltigkeit, mit Hilfe seines Apriorismus gelöst zu haben. Das Problem des Raumes war für ihn deshalb von besonderer Bedeutung, weil es aufs innigste verquickt schien mit der Frage nach dem Ursprung der geometrischen Axiome *Euklids* und ihrer apodiktischen Gewißheit.

Für *Kant* ist der Raum die Form unserer äußeren Anschauung, eine subjektive Bedingung aller äußeren Erfahrung:

„Der Raum ist eine notwendige Vorstellung a priori, die allen äußeren Anschauungen zum Grunde liegt. Man kann sich niemals eine Vorstellung davon machen, daß kein Raum sei, ob man sich gleich ganz wohl denken kann, daß keine Gegenstände darin angetroffen werden. Er wird also als die Bedingung der Möglichkeit der Erscheinungen und nicht als eine von ihnen abhängende Bestimmung angesehen und ist eine Vorstellung a priori, die notwendigerweise unseren Erscheinungen zum Grunde liegt.“

Das „a priori“, ein Bollwerk gegen den Skeptizismus, insbesondere den *David Humes*, war die Erklärung für jene untrügliche Sicherheit, mit der die Sätze der Geometrie, synthetische Urteile a priori, abgeleitet werden konnten.

Kants Lehre wurde bald nach ihrer Veröffentlichung in zweifacher Richtung angegriffen; einerseits hat man die Apriorität der mathematischen Erkenntnisse, andererseits ihren synthetischen Charakter bestritten. Die stärkste Erschütterung jedoch hat seine Anschauung durch die nichteuklidische Geometrie erfahren, die *Helmholtz* geradezu als Widerlegung *Kants* angesehen hat, jedenfalls aber war sie als Beweis für die apodiktische Gültigkeit der geometrischen Lehrsätze entbehrlich geworden.

So scharfsinnig auch die Kritik, die von mathematischer und philosophischer Seite an *Kants* Theorie geübt wurde, gewesen sein mag, so deutlich auch ihre Mängel an den Tag traten, einen vollständigen Ersatz für sie zu schaffen wollte nicht gelingen. Auch von physiologischer Seite, zunächst stark im Banne der *Kantschen* Zauberformel, wurde das Problem des Ursprungs unserer Raumvorstellung in Angriff genommen, und der Physiologie blieb es vorbehalten, indem sie einen beliebten Tummelplatz steriler Dialektik der experimentellen Methodik zugänglich machte, das Rätsel mit der Entdeckung eines sechsten Sinnes, des Raumsinnes, zu lösen.

¹⁾ *E. v. Cyon*, Das Ohrlabyrinth als Organ des mathematischen Sinnes für Raum und Zeit. J. Springer Berlin 1908.

E. v. Cyon, Gott und Wissenschaft, II. Bd. Leipzig, Veit u. Co. 1912.

Daß das innere Ohr aus zwei funktionell verschiedenen Anteilen besteht, von denen nur der eine, die Schnecke, als Gehörorgan in Betracht kommt, das hatte schon im Jahre 1828 *Flourens* gezeigt, der nach der Zerstörung der Bogengänge, dem zweiten Anteil des inneren Ohrs, an der Taube keine Beeinträchtigung des Gehörsinns beobachtete. Als *E. von Cyon* vor etwa vierzig Jahren die Versuche von *Flourens* wiederholte, wurde seine Aufmerksamkeit einerseits durch die eigentümliche Lage der drei Bogengangspaare in drei senkrecht zu einander stehenden Ebenen, entsprechend den drei Dimensionen des Raumes gefesselt, andererseits durch die Gesetzmäßigkeit, mit der Verletzungen eines Bogengangpaares Bewegungen der Tiere in der Ebene hervorrufen, in der das Paar gelegen ist.

Durchschneidet man — zur Erlangung eindeutiger Resultate ist es von größter Bedeutung, die Operation ohne Blutung durchzuführen — den horizontalen Bogengang der linken Seite, so führt das Tier (Tauben) zunächst pendelartige Kopfbewegungen von links nach rechts aus, also Bewegungen in einer horizontalen Ebene um eine vertikale Achse. Durchschneidet man auch den entsprechenden Kanal der rechten Seite, so werden die Pendelbewegungen weit heftiger, das Tier verliert schließlich das Gleichgewicht und stürzt um. Durch Fixation des Kopfes wird die Taube sofort beruhigt, sobald man den Kopf wieder freigibt, beginnt das Spiel von neuem: pendelartige Kopfbewegungen, die in Krampfbewegungen des ganzen Körpers übergehen. Nach einigen Tagen treten die Erscheinungen zurück, das Tier gewinnt allmählich seine früheren Fähigkeiten wieder und kann sich schließlich vollständig erholen.

Die Durchtrennung der vertikalen Kanäle hat nun wesentlich andere Kopf- und Rumpfbewegungen zur Folge. Die Pendelbewegungen des Kopfes werden diesmal von oben nach unten und zurück ausgeführt, also in einer vertikalen Ebene um eine horizontale Achse. Auch hier greifen nach einiger Zeit die Bewegungen auf den ganzen Körper über, und zwar so, daß der Rumpf um seine Querachse von vorne nach hinten stürzt — der Eindruck ist der, als würde das Tier durch die Wucht der Kopfbewegungen nach hinten um den Schwanz geschleudert.

Bei der Durchtrennung des dritten Bogenganges, der sagittal gestellt ist, werden Kopfbewegungen von hinten nach vorne und von rechts nach links, also in diagonalen Richtung beobachtet. Gleichgewichts- und Bewegungsstörungen sind bei der Operation an diesem Kanal weit ausgeprägter, der Körper schlägt Purzelbäume, aber nicht um den Schwanz, sondern um den Kopf.

Fassen wir die Beobachtungen zusammen, so läßt sich als Gesetz formulieren: Durchschneidung eines Bogengangpaares ruft pendelartige Kopfbewegungen in der Ebene des operierten Kanals hervor.

Außer den beschriebenen Zwangsbewegungen kommen aber auch noch Gleichgewichtsstörungen zur Beobachtung, die operierten Tiere suchen einen dritten Stützpunkt, spreizen die Beine aus und sind

nicht imstande, sich auf glattem Boden aufrecht zu erhalten. Drei bis vier Tage nach der Operation pflegen die Tiere eine sehr charakteristische Kopfstellung einzunehmen; der Kopf ist derart gedreht, daß der Schnabel nach oben gewendet und der Hinterkopf nach unten an den Boden gestemmt ist.

Die Zerstörung sämtlicher Bogengänge löst überaus stürmische Bewegungserscheinungen aus, die gesamte Muskulatur tritt in Aktion, das Tier schlägt Purzelbäume, bald um den Kopf, bald um den Schwanz, springt in die Höhe, stürzt wieder zu Boden, rollt um seine Längsachse und ist in keiner Weise imstande, weder eine kombinierte Bewegung auszuführen, noch auch eine gegebene Stellung zu behaupten. Es ist notwendig, will man vermeiden, daß die Tiere sich den Kopf zerschmettern, sie vor ihrem Bewegungsdrang zu schützen. Nach einigen Tagen läßt die Heftigkeit der Erscheinungen so weit nach, daß man das Tier sich selbst überlassen kann, es ist zwar unfähig, sich aufrecht zu halten oder zu gehen, aber es lernt, sich in einer beabsichtigten Stellung ruhig zu verhalten. Bei Ortsveränderungen treten die Krampfbewegungen wieder auf, aber dem Tier fällt es leichter, sie zu beherrschen. Ganz allmählich kann es mit Hilfe der anderen Sinnesorgane seine früheren Fähigkeiten zurückgewinnen, nur das Flugvermögen bleibt endgültig verloren. Der Gang ist unsicher, zögernd, tastend, etwa dem eines Blinden vergleichbar, seine Richtung ist die einer Zickzacklinie.

Besonderes Interesse verdient auch die Beziehung der Bogengänge zum Augenmuskelapparat, die am Kaninchen studiert wurde. Bei diesem Versuchstiere sind unter den Bewegungsstörungen, die durch Bogengangsverletzungen ausgelöst werden, die der Augenmuskeln am ausgeprägtesten. Es zeigt sich, daß jede Erregung eines Bogenganges Bewegungen der Augäpfel veranlaßt, die durch die Achse des Bogenganges bestimmt erscheinen. Die Erregung des horizontalen Kanals bewirkt eine Rotation des gleichseitigen Augapfels, so daß die Pupille nach vorne und unten gerichtet wird. Die Erregung des senkrechten Kanals bewirkt eine Deviation des Auges mit nach hinten und oben, die des sagittalen Kanals mit nach hinten und unten gerichteter Pupille.

Schon *Flourens* hatte die Vermutung ausgesprochen, daß in den Bogengängen die die Bewegungsmäßigenden Kräfte ihren Sitz haben. Erinnern wir uns an die außerordentliche Heftigkeit der durch die Zerschneidung der Kanäle erzeugten Bewegungen, die stets mit verblüffendem Kraftaufwand ausgeführt werden, so werden sie uns verständlich, wenn wir den Bogengangapparat als Regulator der Innervationsstärke erkennen. Durch diese Auffassung wird auch ein Phänomen begreiflich, welches an operierten Tauben mit großer Regelmäßigkeit zu beobachten ist. Bei jedem Schritt, den das Tier macht, knickt eines der Beine ein, ganz als ob es gebrochen wäre. Es handelt sich lediglich um eine mangelhafte Abmessung der Innervationsstärke der in Bewegung gesetzten Muskeln.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal das Bild einer Taube, deren sämtliche Bogengänge zerstört

wurden, einige Tage nach der Operation, so ist am auffallendsten die Abneigung des Tieres gegen jede Ortsveränderung, die Unsicherheit des Ganges, der Verlust des Flugvermögens, kurz, wir beobachten Störungen, die auf eine geminderte Orientierungsfähigkeit schließen lassen. Schon auf Grund dieses Versuchsmaterials hat *E. von Cyon* im Jahre 1877 den Schluß gezogen, daß die halbzirkelförmigen Kanäle die peripheren Organe des Raumsinnes sind, und daß die Erregungen der Nervenenden in den Ampullen dieser Kanäle Empfindungen hervorrufen, welche uns die drei Richtungen des Raumes wahrnehmen lassen; die Empfindungen eines jeden Bogenganges entsprechen einer der Kardinalrichtungen des Raumes. Der Bogengangapparat ist aber, wie wir oben gesehen haben, auch als Regulator der Innervationsstärken aufzufassen — künstliche Erregung eines Bogengangpaares löst regelmäßige Bewegungen der Augäpfel, des Kopfes und des Rumpfes in der Ebene dieses Bogengangpaares aus. Diese Bewegungen bezwecken die Verstellung der Blicklinie, i. e., die Richtung der Blicklinie hängt gesetzmäßig von der Qualität der Richtungsempfindung ab. Das ist der Sinn der Beziehung zwischen Augenmuskelapparat und Ohrlabirynth.

Wenn die drei Bogengangpaare zur Orientierung in den drei Dimensionen des Raumes dienen, dann können Tiere, so schloß *Cyon*, zunächst auf deduktivem Wege, die nur zwei Bogengangpaare besitzen, sich nur in zwei Richtungen orientieren. Das Experiment hat nun diese Voraussagen bestätigt.

Die Neunaugen, die auf der niedrigsten Stufe der Wirbeltiere stehen, besitzen als sogenanntes Gehörorgan nur ein Säckchen mit zwei Bogengängen. Tatsächlich bewegen diese Tiere, die ihren Platz überhaupt nur ungerne wechseln, sich immer nur in der Richtung nach vorne oder hinten, nach rechts oder links. Niemals kann eine Wendung nach oben oder unten oder in diagonalen Richtung beobachtet werden. Die Exstirpation der Bogengänge ruft Bewegungen (Manegebewegungen und solche um die Längsachse des Körpers) hervor, die mit größter Wahrscheinlichkeit darauf schließen lassen, daß es der vertikale Kanal ist, der dem Tiere fehlt.

Von besonderem Interesse für die Lehre von den Verrichtungen des Ohrlabirynths waren ferner die Untersuchungen von *B. Rawitz* an japanischen Tanzmäusen, welche sich nur in diagonalen Richtung oder im Kreise bewegen; *Rawitz* konnte nämlich zeigen, daß diese Tiere nur ein normal entwickeltes Paar von Bogengängen haben, die übrigen nur im rudimentären Zustand vorhanden sind. Die Bewegungen der Tanzmäuse sind dadurch charakterisiert, daß sich diese Tiere stets nur im Kreise oder in einer Zickzackrichtung bewegen. Sie sind nicht imstande, ein Ziel auf dem Wege der Geraden zu erreichen. Daß ihnen auch die vertikale Richtung fehlt, wird dadurch bewiesen, daß sie nicht dazu zu bringen sind, sich auf einer schiefen Ebene mit einer Neigung von 30° — 40° zu bewegen. Die Tiere kennen eben nur die eine Richtung des Raumes, die von rechts nach links. Die Zickzack- und die Kreisbewegung sind nichts anderes als fortge-

setzte oder abwechselnde Bewegungen nach rechts oder nach links.

Nur ein einziges Mal hat *E. von Cyon* Tanzmäuse beobachtet, die Abweichungen von dem beschriebenen Verhalten zeigten, indem diese Tiere nicht ungeschickt in vertikaler Richtung zu klettern vermochten. Tatsächlich hat die anatomische Untersuchung in diesem Falle ergeben, daß die vertikalen Bogengänge viel besser erhalten waren als bei den früher untersuchten Mäusen.

Vor kurzem ist im Laboratorium von *Ehrlich* die künstliche Verwandlung von Mäusen in Tanzmäuse gelungen, und auch diesmal hat der anatomische Befund die Erwartungen der Theorie bestätigt.

Um die Rolle des Ohrlabirynthes als Richtungssinn zu demonstrieren, hat *Cyon* auch Versuche an Menschen über Richtungstäuschungen angestellt. Für die Technik dieser Versuche war es wesentlich, jede Orientierung durch Gesichtseindrücke auszuschalten, sie wurden daher in vollkommen dunklen Raum, bei absolutem Ausschluß aller Lichtreize, etwa in der folgenden Weise ausgeführt: ein Blatt Papier wird auf einem senkrecht stehenden Brett genau vertikal befestigt, und zwar in der Höhe des Kopfes der aufrecht stehenden Versuchsperson. Diese zeichnet mit zugebundenen Augen in absolut dunklen Zimmer vertikale und horizontale Linien, wobei sie sich eines Lineals bedient. Beim Zeichnen legt die Versuchsperson das Lineal in der Richtung an, die sie als die vertikale, respektive horizontale, empfindet. Dabei ist darauf zu achten, daß nach der Ausführung jeder Linie das Lineal samt der Hand von dem Papier abgehoben wird. Nur so ist man sicher, daß jede neu gezeichnete Richtung von der früher ausgeführten nicht durch die Hände beeinflusst wird. In den meisten so angestellten Versuchsreihen wurde die bemerkenswerte Tatsache konstatiert, daß alle Versuchspersonen das konstante, unbewußte Streben zeigen, bei ihren Zeichnungen den rechten Winkel einzuhalten, auch bei relativ großer Abweichung von der wirklichen Horizontalen, respektive Vertikalen. Bei Drehungen des Kopfes hängen die entstehenden konstanten Richtungstäuschungen von der Verstellung der Ebene der drei Bogengangpaare ab. Die mit größter Konstanz erscheinende Richtungstäuschung äußert sich daher bei Drehungen des Kopfes um seine sagittale (von vorne nach hinten gerichtete) Achse. Die Intensität der Richtungstäuschung wird bestimmt durch die Stärke der Verstellung der Bogengeebene, also durch die Winkelgröße der Kopfdrehungen.

Wir können nunmehr zur Aufstellung der drei Sätze schreiten, welche die Ergebnisse zahlreicher, hier nur auszugsweise mitgeteilter Versuche und Beobachtungen darstellen.

1. Die durch die Erregung der Bogengänge erzeugten Empfindungen sind die Richtungsempfindungen. Auf Grund der Wahrnehmungen der drei Kardinalrichtungen bilden wir die Vorstellung eines dreidimensionalen Raumes. Wir erhalten auf diese Weise direkt die Anschauung eines Systems von drei zueinander senkrechten Koordinaten, auf das wir unsere von der äußeren Welt erhaltenen

Empfindungen der übrigen Sinnesorgane projizieren. Unser Bewußtsein entspricht dem Nullpunkt dieses rechtwinkligen Koordinatensystems. Wenn wir jede Richtungsempfindung in zwei zerlegen, z. B. die vertikale, in oben und unten, die sagittale in vorne und hinten, so soll dies nur die Beziehung der betreffenden Richtung des äußeren Raumes zu unserem bewußten Ich bezeichnen. In ihm wechseln die Grundrichtungen ihr Vorzeichen, Täuschungen in der Richtung beziehen sich stets nur auf ihren Sinn, also auf dieses Vorzeichen. Wir täuschen uns z. B. beim Eisenbahnfahren nur darüber, ob wir vorwärts oder rückwärts fahren, nie aber verwechseln wir die sagittale mit der transversalen Richtung. Bei der Ballonfahrt können wir die Empfindung des Aufsteigens verwechseln mit der des Absteigens, nie aber mit der seitlichen Bewegung.

2. Die eigentliche Orientierung in den drei Raumdimensionen, d. h. die Wahl der Richtungen, in denen unsere Bewegungen stattfinden sollen, beruht fast ausschließlich auf den Funktionen des Bogengangapparates.

3. Die bei der Orientierung erforderliche Regulierung und Abstufung der Innervation, ihrer Intensität, Dauer und Reihenfolge nach, geschieht in erster Linie durch Vermittlung des Ohrlabyrinths. Bei seinem Ausfall kann diese Regulierung, wenn auch in wenig vollkommener Weise, durch die andern Sinnesorgane (Auge, Tastorgan usw.) ersetzt werden.

Um schließlich noch die Beziehung unsrer Richtungsempfindungen zu den Definitionen und Axiomen Euklids zu beleuchten, wollen wir den Begriff der geraden Linie auf seine physiologische Wurzel zurückführen. In den Arbeiten der Mathematiker des vorigen Jahrhunderts, die sich um die Grundlagen der Euklidischen Geometrie bemühten, spielt der Begriff der Richtung eine entscheidende Rolle. „Nun ist“, sagt *J. Herschel*, „die einzige klare Vorstellung, die wir uns von der Geradheit der Linie machen können, Gleichförmigkeit der Richtung, denn der Raum ist in der letzten Analyse nichts als eine Menge von Entfernungen und Richtungen.“ Von philosophischer Seite waren es namentlich *Überweg* und *Riehl*, die sich des Richtungsbegriffes bedienten. Daß die drei Grundrichtungen, sagittal, transversal und vertikal, Grundempfindungen, also physiologischen Ursprungs sind, das hat *Gauß* sicherlich geahnt, wenn er schreibt: „Der Unterschied zwischen rechts und links läßt sich aber nicht definieren, sondern nur verzeigen, so daß es damit eine ähnliche Bewandnis hat, wie mit süß und bitter . . .“ Die gerade Linie, definiert *Euklid*, ist diejenige, welche zwischen allen in ihr befindlichen Punkten auf einerlei Art liegt. Also eine Linie, deren Punkte alle gleichmäßig, d. h. in derselben Richtung gelegen sind; die gerade Linie ist die Linie einer Richtung. Der Beweis, daß der Begriff der geraden Linie als Linie der einen Richtung seinen Ursprung in den Wahrnehmungen des Ohrlabyrinths hat, wird durch die Tatsache geliefert, daß nur solche Menschen und Tiere, die ein normal funktionierendes Ohrlabyrinth

besitzen, die gerade Linie als den kürzesten Weg kennen. Nur sie schlagen mit der größten Präzision die geradlinige Richtung ein, um am schnellsten zu ihrem Ziel zu gelangen. Dagegen bewegen sich Tiere, die kein Ohrlabyrinth besitzen, wenn sie über noch so gut entwickelte Gesichts- und Geruchsorgane verfügen, z. B. Bienen und Ameisen, nur in Halbkreisen und Bögen.

Die physiologischen Verrichtungen des Ohrlabyrinths liefern uns also die wichtigsten natürlichen Grundlagen der euklidischen Geometrie und bedingen deren apodiktischen Charakter; der euklidische Raum ist eben auch der physiologische, die geometrischen Formen, die *Euklid* behandelt, sind durch Wahrnehmungen unserer Sinne, speziell des sechsten Sinnes, des Richtungssinnes, gegeben. Kants Worte: „Der Raum ist nichts anderes als nur die Form aller Erscheinungen äußern Sinnes“ können jetzt folgendermaßen lauten: die Eigenschaften des Raumes sind uns durch die Form der Wahrnehmungen der Richtungsempfindungen gegeben.

Die Generatoren für ungedämpfte Schwingungen in der drahtlosen Telegraphie.

Von Dr. E. Hupka, Berlin-Charlottenburg.

In den Anfängen der drahtlosen Telegraphie arbeitete man mit sehr stark gedämpften Schwingungen. Der Gewinn an nutzbarer Strahlungsenergie, welche zur Zeichengebung verwendet werden konnte, war gering. Dies lag daran, daß die Schwingungen durch Funken von langer Dauer erregt wurden. Ein solcher Funke „erlebt“ nämlich eine Reihe von Hin- und Herflutungen der elektromagnetischen Energie. Er kann also während dieser ganzen Zeit vermöge seines Widerstandes einen dämpfenden Einfluß ausüben, Schwingungsenergie in Wärme umwandeln und damit ihrem eigentlichen Zwecke entziehen. Aus diesem Grunde verlegte man sehr bald die Antenne in einen zweiten Kreis, der vom ersten angeregt wurde, selbst aber keine „schädlichen“, Energie absorbierenden Bestandteile mehr enthielt. Auf diese Weise hatte man wohl die Ausbeute etwas gebessert, aber den nachteiligen Einfluß der Funkenstrecke dennoch nicht vollkommen beseitigt. Denn im Interesse eines möglichst hohen Wirkungsgrades der Anlage mußte ein großer Betrag der im Primärkreis schwingenden Energie auf den sekundären übertragen werden, d. h. die Koppelung durfte nicht zu lose sein. Hierdurch aber war die Möglichkeit der Rückwirkung des zweiten Kreises auf den ersten gegeben. Während der Zeit, während welcher der Primärkreis geschlossen war, d. h. solange das Gas in der Funkenstrecke eine erhöhte Leitfähigkeit besaß, konnte der Sekundärkreis einen Teil der ihm vom Primärkreis mitgeteilten Energie an diesen wieder zurückgeben und hier konnte wieder ein Teil davon im Funken durch Wärme „vernichtet“ werden.

Dieser Übelstand wurde durch die von *M. Wien* erdachte geniale Methode der Stoßerregung durch Löschfunken völlig beseitigt. Das Prinzip derselben ist leicht nach folgenden Überlegungen zu verstehen: Die Rückwirkung des Sekundärkreises auf den Primärkreis und der damit verknüpfte Verlust an Energie kann nur darum eintreten, weil der Primärkreis durch die leitende Funkenstrecke geschlossen ist. Sorgt man also dafür, daß die Leitfähigkeit des Gases im Funkenraum stark abfällt, der Funken abreißt, „erlischt“, wenn die Energie aus dem Erregerkreis auf den zweiten übertragen ist, so hat man den oben erwähnten Nachteil der Funkenstrecke beseitigt, ohne ihre Stoßkraft, große Energiemengen in Bewegung zu setzen, zu schwächen. Diese Herabsetzung der Leitfähigkeit kann auf verschiedene Weise erfolgen: durch Anblasen der Funkenstrecke und Entfernung der Ionen, durch starke Kühlung usw.

Die bisher genannten Methoden der Erregung der Schwingungen durch Funken haben das Gemeinsame, daß die Energiezufuhr nach einem anderen Rhythmus erfolgt als dem der entstehenden Schwingungen: jeder Funke löst einen Wellenzug aus, der je nach der Größe der Dämpfung schneller oder langsamer abklingt; hierauf folgt eine längere oder kürzere schwingungslose Pause; endlich setzt mit einem neuen Funken die Energiezufuhr wieder ein. Ganz anders arbeiten die Generatoren für die sogenannten „ungedämpften“ Schwingungen. Hier erfolgt der Ersatz der verausgabten Energie im Takte der Schwingungen. Es ist darum vielleicht auch korrekter, von stationären Schwingungen als von ungedämpften zu sprechen. Denn, abgesehen davon, daß ein Schwingungskreis nie vollkommen frei von Ohmschem Widerstand gemacht werden kann, ist es ganz unmöglich, zu telegraphieren, d. h. Energie in die Ferne zu übertragen oder, was dasselbe ist, dem Schwingungskreise durch Ausstrahlung der Antenne zu entziehen, ohne daß eine Dämpfung damit verbunden wäre. Der springende Punkt ist vielmehr der, daß die dem Schwingungskreis entnommene Energie vermöge des besonderen Mechanismus des Generators sofort wieder aus einem Reservoir (Netz, Batterien usw.) ersetzt wird. Die Wirkungsweise ist dabei sehr verschieden.

Ein Vorteil der ungedämpften Schwingungen gegenüber den nach der Löschfunkenmethode erzeugten leuchtet sofort ein: Während bei dieser zwei Kreise mehr oder minder scharf aufeinander abgestimmt werden müssen und infolgedessen eine rasche Veränderung der Periode praktisch illusorisch wird, kann man bei jenen (wenigstens bei einer Gruppe von Generatoren) durch Variieren von Selbstinduktion und Kapazität leicht und schnell von einer Wellenlänge zur anderen übergehen, was unter Umständen, z. B. für militärische Zwecke, von Wichtigkeit sein kann. Ein anderer Nachteil der mit Funken arbeitenden Methoden besteht darin, daß beim Abklingen der Schwingungen auch andere, nicht auf die Hauptwelle abgestimmte Anlagen zum Mitschwingen veranlaßt werden. So können z. B. kleinere Stationen in der Nähe einer mit mehreren Kilowatt nach einer Funkenmethode arbeitenden Großstation

kaum einen geordneten Betrieb aufrechterhalten. Schließlich verfügt die Methode der ungedämpften Schwingungen über einen größeren Wellenlängenbereich als die Funkenmethode (wenigstens nach der für die Telegraphie wichtigen Seite der langen Wellen hin). Nun sind aber gerade die langen Wellen für die Erzielung großer Reichweiten unerlässlich. Man wird also ceteris paribus mit ungedämpften Schwingungen weiter kommen als mit Funkenwellen. Nebenbei mag noch erwähnt werden, daß in erster Linie die Schwingungen konstanter Amplitude die Aussicht auf eine praktische Ausführung der drahtlosen Telephonie bieten.

Nach dem Gesagten ist es nicht verwunderlich, wenn sich neuerdings den Generatoren der idealen Energieübertragung auf drahtlosem Wege ein erhöhtes Interesse zuwendet. Man teilt die Generatoren für ungedämpfte Schwingungen gewöhnlich in zwei Gruppen, in den Lichtbogengenerator und in die Hochfrequenzmaschinen. Obwohl diese Einteilung eine rein äußerliche ist und, wie wir sehen werden, augenblicklich schon zwei aussichtsvolle nach ganz verschiedenen Methoden arbeitende Maschinentypen für Hochfrequenz existieren, wollen wir dennoch diese Zweiteilung beibehalten.

Der Bogengenerator besteht aus einem Lichtbogen zwischen Kohlen- und Metallelektroden, dessen Klemmen durch eine Kapazität in Serie mit einer Selbstinduktion verbunden sind. In dem aus der Kapazität, der Selbstinduktion und der leitenden Gasstrecke im Bogen gebildeten Kreise treten Schwingungen auf, wenn man durch Verriegelung der Speiseleitung mittels einer Drosselspule dafür sorgt, daß die Schwingungen nicht in die Gleichstromleitung übergreifen können. Der Mechanismus bei der Entstehung der Oscillationen ist folgender: Durch den brennenden Bogen fließt nicht nur der Strom aus der Speiseleitung, sondern gleichzeitig auch der Entladestrom der Kapazität; dieser Strom aber ist, da der Kurzschluß für die Kapazität eine Selbstinduktion enthält, ein Wechselstrom, dessen Frequenz durch Selbstinduktion und Kapazität bestimmt ist. Im Anfange wird sein Momentanwert wachsen und den Gleichstrom, der mit ihm die gleiche Richtung hat, stetig verstärken; dann, wenn nach einer halben Periode die Stromträger zurückfluten, hat der Wechselstrom entgegengesetzte Richtung wie der Gleichstrom und schwächt diesen stetig. Hierbei kann der Fall eintreten, daß der Gesamtstrom auf Null sinkt; durch einen hinreichend kleinen Gleichstromwert und eine genügend große Kapazität kann dieser Fall stets realisiert werden. Nun hängt die elektrische Leitfähigkeit der die Elektroden des Bogens trennenden Gasstrecke von der Anzahl der aus den glühenden Elektroden austretenden Elektronen ab; diese ist bei höherer Temperatur größer als bei tieferer. Ferner ist die Stärke der Erhitzung durch die Intensität des erheizenden Stromes bedingt, d. h. die Leitfähigkeit ist bei größeren Stromintensitäten besser als bei kleinen. Die Änderungen des Stromes während einer Periode werden also entsprechende Änderungen der Leitfähigkeit nach sich ziehen. Nun ist aber die Erwärmung und Abkühlung, wie die Er-

fahrung lehrt, eine träge Erscheinung. Diese Trägheit bewirkt, daß die einer bestimmten Stromstärke zukommende Temperatur der Elektroden bei raschen Wechseln, wie sie bei elektrischen Schwingungen eintreten, den Änderungen des Stromes nicht momentan folgen kann, sondern etwas nachhinkt, daß also die Leitfähigkeit von der Vorgeschiebe etwas abhängt. Hr. Simon hat diese Eigenschaft des Lichtbogens in Anlehnung an die von Warburg für den magnetischen Kreisprozeß gegebene Definition als „Lichtbogenhysterese“ bezeichnet. Diese Hysterese bewirkt nun, daß in dem Moment, wo der Strom gleich Null ist, ja selbst noch kurz darauf, wo bereits negative Stromwerte vorhanden sind, im Bogen eine gewisse von Null verschiedene Leitfähigkeit existiert, so daß die Elektronen nun in umgekehrter Richtung wie bisher durch den Bogen passieren können. Dabei tritt eine zunehmende Wiedererwärmung der Elektroden ein, was eine Erhöhung der Leitfähigkeit und eine Steigerung des Stromes zur Folge hat. Strom und Temperatur würden sich so wechselseitig bis ins Unendliche erhöhen, wenn nicht infolge der Energieabgabe nach außen durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung sich schließlich ein Gleichgewichtszustand herausbildete. Man sieht leicht, daß der beschriebene Vorgang außerordentlich stetig verläuft, daß also die zeitlichen Änderungen des elektromagnetischen Zustandes, auf die es bei der drahtlosen Energieübertragung im wesentlichen ankommt, nicht sehr groß sind. Man wird darum von diesem Mechanismus keine großen Beträge von Schwingungsenergie erwarten können. Sorgt man dagegen für eine große zeitliche Änderung, z. B. für eine Unstetigkeit, für eine Unterbrechung und Wiederzündung des Bogens während jeder Periode, so kann sich bei geöffnetem Bogen die Kapazität bis zu einem beträchtlichen Potential aufladen und von dieser hohen Zündspannung durch den gezündeten Bogen entladen. Alle Mittel also, welche Hysterese vermindern wirken, werden die Leistungsfähigkeit des Bogens erhöhen. Als solche werden vor allem angewandt: 1. gekühlte Anoden aus gut wärmeleitendem Material (Metall). Durch die intensive Wärmeableitung wird eine wesentliche Temperaturerhöhung der Anode verhindert; im Moment, wo der Strom von positiven zu negativen Werten übergehen will, die Anode also zur Kathode wird, findet er eine kalte Kathode vor, die keine Elektronen hergibt und daher auch die Leitfähigkeit nicht erhöhen kann, d. h. der Bogen erlischt. 2. Brennen des Bogens in einer Atmosphäre von großem Diffusionsvermögen. Die durch Elektronenstoß im Bogen gebildeten Ionen werden durch Diffusion rasch aus der Strombahn entfernt, wodurch ebenfalls die Leitfähigkeit herabgesetzt wird. Als hierfür geeignetes Gas hat sich Wasserstoff erwiesen, dessen Tendenz zur Rekombination hier ebenfalls von Vorteil ist. 3. Anwendung eines magnetischen Gebläses. Durch passende Schaltung wirkt im Moment, wo der Strom Null wird, ein starkes Magnetfeld auf den Bogen, seine Länge und damit auch seinen Widerstand vergrößernd. Der Poulsenbogen, bei welchem alle diese Methoden ver-

einigt sind, wäre hiernach ein ausgezeichnete Generator für kontinuierliche Schwingungen. Sein Nachteil besteht nur darin, daß er für Stromstärken oberhalb 20 Amp. kaum verwendbar ist. Doch bleibt er als einziger Generator, der einen bequemen Übergang von einer Frequenz zu einer anderen gestattet, in manchen Fällen unentbehrlich.

Sehr bald, nachdem man durch die Anwendung in der Praxis die Vorzüge der Schwingungen konstanter Amplitude erkannt hatte, machte sich das Bestreben geltend, auch größere Energiebeträge ungedämpfter Schwingungen, als sie der Bogen herzugeben vermag, zu erzeugen. Man wird dabei zunächst an den Bau von Maschinen denken, wie sie bei niederen Frequenzen gebraucht werden. In der Tat sind solche Maschinen bis zu einer Frequenz von 50 000 von *Alexanderson* für die General Electric Co. in Amerika gebaut worden. Allein eine einfache von *Goldschmidt* herrührende Überlegung zeigt, daß man sich dann auf relativ kleine Wirkungsgrade beschränken muß. Die mit einer Maschine zu erzielende Frequenz ist gleich dem Produkt aus der Umfangsgeschwindigkeit und der Anzahl der Pole. Geht man nun mit der Umfangsgeschwindigkeit bis zu der aus Gründen der Sicherheit zulässigen Grenze, etwa bei Turbodynamos bis zu 80 m/sec, so ergibt sich die notwendige Polteilung, d. h. der Abstand der Mitten zweier Pole des rotierenden bzw. des feststehenden Teiles bei einer gewünschten Frequenz von 30 000/sec zu $t = 80\,000/2 \cdot 30\,000 = 1,33$ mm. Da nun die Pole mit isoliertem Draht umwickelt sein müssen und dieser im Interesse des Wirkungsgrades keinen allzu großen Widerstand haben darf, d. h. nicht zu dünn sein soll, so entfällt von dem geringen Abstand der Polmitten der größte Teil auf den Kupferquerschnitt und seine Umspinnung. Es bleibt also nur ein geringer Betrag für den induktiv wirkenden Eisenquerschnitt übrig.

Dagegen schien es nach den theoretischen Überlegungen von *Arnold*, *Korda*, *Cohen* nicht aussichtslos, Maschinen für niedere Frequenzen von großer Leistung zu bauen und die Schwingungszahl durch statische oder dynamische Umformung in die Höhe zu schrauben. Von diesem Gedanken ausgehend entwickelte im Jahre 1910 *R. Goldschmidt* sein Verfahren zur maschinellen Erzeugung von Hochfrequenzströmen großer Leistung. Sein Gedankengang war dabei folgender: Eine im Raume feststehende Magnetspule, der Stator, werde mit Gleichstrom erregt. Im Felde dieses Stators werde durch maschinellen Antrieb eine zweite Spule, der Rotor, um eine senkrecht zu den Kraftlinien des Statorfeldes liegende Achse gedreht; die Achse möge in der Ebene der Spule liegen. Die Rotorwicklung wird bei jeder Umdrehung das Statorfeld zweimal senkrecht durchschneiden, in der Sekunde also, wenn n die Tourenzahl pro Sekunde ist, $2n$ mal. Durch die Wicklung des Rotors wird daher ein Wechselstrom von der Wechselzahl $2n$ oder der Frequenz n fließen. Das heißt, eine bestimmte Welle desselben passiert einen bestimmten Punkt der Wicklung in jeder Sekunde n mal und, da die Wicklung mit der Tourenzahl n rotiert, einen ruhenden Punkt im

Raume, z. B. eine Stelle des Stators, in jeder Sekunde $2n$ mal. Infolgedessen wird im Stator ein Wechselstrom von der Frequenz $2n$ induziert; und zwar umläuft eine bestimmte Welle denselben, wie das Induktionsgesetz ergibt, im umgekehrten Drehsinn wie der Rotor rotiert. Folglich wird das dieselbe begleitende Feld den Rotor bei einer Umdrehung dreimal schneiden, in einer Sekunde also, d. h. bei n Umdrehungen, $3n$ mal. Somit wird im Rotor ein Wechselstrom von der Frequenz $3n$ induziert, dessen Welle einen Punkt des Rotors in der Sekunde $3n$ mal durchläuft, einen ruhenden Punkt wie den Stator also, da die Eigentourenzah n des Rotors hinzukommt, $4n$ mal: Es entsteht im Stator ein Wechselfeld von $4n$ usf. — Man muß nun dafür sorgen, daß die Ströme der Zwischenfrequenzen sich in ihren Kreisen nicht nutzlos verzehren. Aus diesem Grunde sind bestimmte Stromwege für die einzelnen Frequenzen durch Erfüllung der Resonanzbedingung ausgezeichnet. Will man z. B. die Frequenz $4n$ aus der Frequenz n , die gleich der

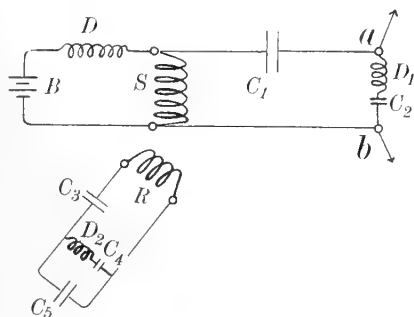


Fig. 1.

Tourenzahl des Rotors ist, erzeugen, so verfährt man folgendermaßen: Es sei B die den Stator S erregende Batterie, D eine Drosselspule, welche das Übergreifen der Hochfrequenzströme in den Batteriekreis verhindert, R sei die Rotorwicklung. Die durch die Tourenzahl n bedingten Ströme von der Frequenz n fließen dann durch $R-C_3-D_2-C_4$, wo D Selbstinduktionen und C Kapazitäten sind. Nun ist D_2 und C_4 in Resonanz für die Frequenz n und ebenso C_3 mit der Rotorwicklung R . Der Strom von der Frequenz n fließt also in einem Resonanzkreise und wird daher nur durch den geringen Ohmschen Widerstand dieses Kreises geschwächt. Für den im Stator entstehenden Strom der Frequenz $2n$ ist der Resonanzkreis $S-C_1$ (in Resonanz) — D_1-C_2 (ebenfalls in Resonanz). Für die Frequenz $3n$ im Rotor ist der Resonanzkreis $R-C_3-C_5$. Die Frequenz $4n$ kann bei a und b der Antenne bzw. der Erde zugeführt werden. Eine in Eberswalde 1910 aufgestellte Maschine liefert bei einer Frequenz von 30 000 12,5 Kilowatt, bei 60 000 8—10 Kilowatt, bei einem Wirkungsgrad von 80 %. Doch bestehen nach *Goldschmidts* Angaben keine Schwierigkeiten für den Bau von Maschinen von 80 Kilowatt und mehr und zur Erzeugung von Frequenzen bis zu 100 000 pro Sekunde. Die Maschine wird von der *Hochfrequenzmaschinen-A.-G.* in Berlin gebaut.

Ein von dem oben beschriebenen völlig verschiedenes Verfahren zur Frequenzsteigerung ist von *Epstein* und später von *Vallauri* angegeben worden. Während bei der Goldschmidtschen Methode die Frequenzvermehrung in *arithmetischer* Reihe erfolgt, indem bei jeder Transformation die Frequenz um die aus der Tourenzahl der Maschine sich ergebende Periode erhöht wird, wird die Frequenz bei *Vallauri* durch jede Transformation *verdoppelt*, die Frequenzsteigerung geht also in *geometrischer* Reihe vor sich. Die Wirkungsweise ist folgende: Be-

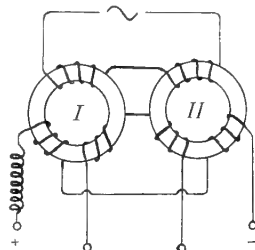


Fig. 2.

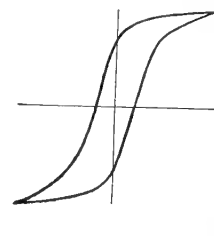


Fig. 3.

wickelt man zwei Eisenringe gleichsinnig und schickt durch die hintereinander geschalteten Wicklungen einen Wechselstrom, so durchläuft das Eisen während jeder Periode einen magnetischen Kreisprozeß, der durch die Hysteresiskurve (Fig. 3) charakterisiert werden kann; und zwar werden, wenn das Material in beiden Ringen dasselbe ist, entsprechende Teile der Hysteresisschleifen bei beiden Ringen zur selben Zeit durchlaufen. Magnetisiert man nun *außerdem* die beiden Ringe durch Gleichstrom, und zwar entgegengesetzt gleich stark, etwa nach Art der Fig. 2, so erhält man für jeden Ring eine andere Schleife, und zwar eine unsymmetrische (Fig. 4). In dem Moment, wo im Ring I die Induktion bei der Spitze a_1 angelangt ist, befindet sich die Induktion in II bei a_2 ; im Moment, wo b_1 in I erreicht wird, haben wir b_2 in II . Nun entsprechen

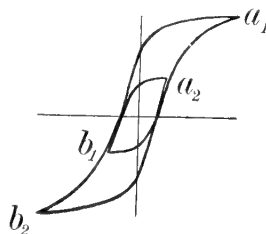


Fig. 4.

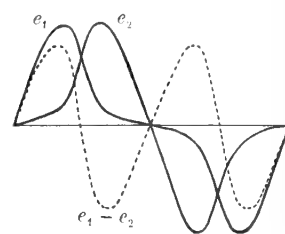


Fig. 5.

die Punkte a_1, a_2, b_1, b_2 als Extremwerte der Induktion den Nullstellen der induzierten EMK. Da aber bei a_1 die Änderung von B langsamer erfolgt als bei b_1 , so werden die Kurven der induzierten EMK an den beiden Nullstellen verschieden steil durch die Nullachse gehen, etwa wie Fig. 5 zeigt. Hierin ist e_1 die im Kreis I , e_2 die in II induzierte EMK. Man sieht leicht, daß in einer Wicklung, die beide Ringe in entgegengesetztem Sinne umschlingt, die also ebenso angeordnet ist wie die Gleichstromwicklung, eine EMK gleich der Differenz $e_1 - e_2$ induziert wird. Diese Super-

positions-EMK und der durch sie erzeugte Strom haben aber, wie die Fig. 5 lehrt, die doppelte Frequenz wie der Ausgangswechselstrom. Schickt man nun diesen Wechselstrom doppelter Frequenz in ein zweites Ringpaar, das man ähnlich dem ersten entgegengesetzt mit Gleichstrom magnetisiert, so erhält man die vierfache Frequenz; bei Benutzung eines dritten Ringpaares die achtfache usw. Man sieht leicht, daß man durch m Transformationen, von der Frequenz n ausgehend, zu einer Frequenz $n \cdot 2^m$ gelangt. Diese Methode ist von der *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie* adoptiert worden, welche nach den Angaben des Grafen Arco Maschinen bis zu 500 Kilo-Volt-Ampères liefert. Ein Vorteil des zuletzt beschriebenen Verfahrens gegenüber dem Goldschmidtschen springt in die Augen: die Frequenzsteigerung erfolgt hier viel rascher als bei *Goldschmidt*. Während man, von einer Grundperiode von 10 000 ausgehend, bei *Goldschmidt* sieben Transformationsstufen braucht, um zur Frequenz 80 000 zu gelangen, sind dazu bei der Methode der Telefunkengesellschaft nur drei Stufen nötig. Ein Nachteil haftet freilich beiden Maschinen an. Die Grundperiode muß außerordentlich konstant sein. Sobald die Schwankung der Tourenzahl bei der Primärmaschine eine gewisse Grenze übersteigt, ist die Wirkung der Anordnung gleich der eines Generators für gedämpfte Schwingungen. Bei *Goldschmidt* nämlich sind die einzelnen Resonanzkreise auf ganz bestimmte Frequenzen abgestimmt. Jede Änderung der Tourenzahl führt also zu einer Störung der Resonanzbedingung und damit zu einer schädlichen Dämpfung. Dasselbe gilt auch für die andere Maschine. Hier sind gewissermaßen die Gleichstromwerte der Einzelkreise auf bestimmte Frequenzen abgestimmt. Daraus ergibt sich auch die Unmöglichkeit, rasch von einer Wellenlänge zur anderen überzugehen, was den Lichtbogen auszeichnete.

Die beiden Maschinen besitzen im Rotor, Stator, den Transformationsringen Eisen in größeren Mengen. Dieses Eisen muß, um schädliche Verluste durch Wirbelstrombildung auszuschließen, einen großen Ohmschen Widerstand besitzen. Ähnlich wie bei niederfrequentem Wechselstrom verwendet man daher auch hier mit Vorteil die von *Gumlich* der Technik empfohlenen Siliciumlegierungen. Ferner muß das Eisen sorgfältig und weitgehend unterteilt sein. Da die Wirbelstromverluste bei gleicher Stromstärke annähernd mit dem Quadrat der Frequenz wachsen, so muß man zu Blechdicken von einigen Hundertsteln Millimeter greifen, um keine große Energieeinbuße zu erleiden. Nun stößt man aber bei dem Versuch, derartige geringe Dicken durch den üblichen Walzprozeß zu erzeugen, sehr bald auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Es wäre daher zu versuchen, das Material durch Elektrolyse, Kathodenzerstäubung oder Anodenverdampfung herzustellen. Ein Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften und der Verlustziffern von Eisenproben im Hochfrequenzkreis ist von *Faßbender* und dem Verfasser ausgearbeitet und beschrieben worden.

In neuester Zeit sind noch mehrere Methoden

zur maschinellen Erzeugung von Hochfrequenzströmen vorgeschlagen worden. Doch haben dieselben in der Praxis wegen ihres geringen Wirkungsgrades keinen Eingang gefunden.

Besprechungen.

Ekman, Swen, Sind die Zugstraßen der Vögel die ehemaligen Verbreitungsgebiete der Arten?

In genannter, in den Zoologischen Jahrbüchern 1912 veröffentlichten Arbeit weist der Verfasser darauf hin, daß die von *Weisman* und *Palmen* begründete Theorie, daß die heutigen Zugstraßen der Vögel die ehemaligen Verbreitungsgebiete der Arten sind, zwar für viele, nicht aber für alle Vögel zutrifft. *Anthus cervinus*, *Eremophila aplestris*, *Tringa minuta* und *temminki*, *Totanus fuscus*, *Limosa lapponica*, sind als östliche und nicht als südliche Einwanderer zu betrachten, da sie nur in den nördlichen und nordöstlichen Gebieten Skandinaviens als Brutvögel vorkommen. Ihr Zug geht aber im Herbst nicht nach Osten, sondern nach Süden. Die Palmensche Theorie paßt also in diesem Falle nicht.

Anser erythropus dagegen, ebenfalls ein typischer Einwanderer aus Nordosten, zieht im Herbst nicht nach Süden, sondern durch das östliche Finnland nach Südosten. Für diese Art scheint also jene Theorie zutreffend.

Im zweiten Teil seiner Arbeit versucht *Ekman* die Frage zu lösen, warum einige Vogelarten nicht längs ihrer ehemaligen Verbreitungsgebiete ziehen. Er weist darauf hin, daß bei den Totaniden Alte und Junge gesondert wandern und zwar die Alten zuerst. Die Alten können also hier nicht die Wegweiser der Jungen sein. Da nach des Verfassers Ansicht die Jungen unmöglich eine Kenntnis von den früheren Verbreitungsgebieten ihrer Art besitzen können, und auch eine Übermittlung seitens der Alten infolge des getrennten Zuges nicht erfolgt, so kann zwischen Zugrichtung und ehemaligem Verbreitungsgebiet kein Zusammenhang mehr bestehen.

Die schwierige Frage, wie die jungen Vögel ohne Führung der Alten den Weg in die Winterquartiere finden, erklärt *Ekman* in der Weise, daß der Vogel keinem bestimmten Ziel zufliegt, sondern von einer ihm zusagenden Örtlichkeit zur anderen wandert und so schließlich zum Winterquartier gelangt, das dann der Endpunkt dieser Kette geeigneter Aufenthaltsorte ist. Hierbei wird freilich der Vogel von einer Empfindung für die richtige Himmelsrichtung, die im Herbst vorzugsweise der Süden ist, geleitet. Im Frühjahr findet der Vogel seine Heimat mit Hilfe eines hochentwickelten Ortsgedächtnisses wieder. Die Ansicht, daß der Verlauf des Zuges eine rein instinktmäßige Handlung ist, erkennt *Ekman* nicht an.

Die Warnung *Ekman*s vor einer Verallgemeinerung der *Weisman-Palmen*schen Theorie ist vollauf berechtigt. —

Wenn diese Theorie, wie *Ekman* zeigt, auch nicht für alle Vogelarten zutrifft, so darf man sie doch nicht unterschätzen.

Für den südlichen Zug aller der Vögel, die als Schöpfung tropischen Klimas zu betrachten sind, also in erster Linie der meisten Singvögel, ist die Hypothese *Weisman-Palmen* jedenfalls eine sehr zutreffende und einleuchtende Erklärung. Aber auch für die eigenartige und anscheinend abnorme Zugrichtung mancher Vogelarten läßt sich keine bessere Erklärung geben, als die Annahme, daß diese Vögel längs ihrer ehemaligen Verbreitungsgebiete wandern. Ich möchte

hier an den Zug grönländischer Brutvögel nach Spitzbergen erinnern, auf den *Schalow* in seiner „Fauna arctica“ hinweist. Dieser Zug ist nicht wie bei den meisten anderen arktischen Vögeln nach Süden, sondern nach Osten gerichtet und führt noch dazu über das offene Meer. Hier erscheint auch die Ekmansche Ansicht, daß die Zugstraße von Generation auf Generation traditionell überliefert wird, sehr zutreffend, und man kann sich seiner Annahme, daß nur diejenigen Vogelarten längs ihrer ehemaligen Verbreitungsgebiete wandern, bei denen Alte und Junge gemeinsam ziehen, nur anschließen.

Die südliche Zugrichtung der Totaniden, die nicht längs des ehemaligen Verbreitungsgebietes verläuft, begründet *Ekman* damit, daß Alte und Junge getrennt ziehen, und daher keine traditionelle Überlieferung des ehemaligen Verbreitungsgebietes möglich ist. Die Frage über die Trennung des Zuges nach dem Alter ist jedoch noch keineswegs gelöst. Nach den neueren Forschungen trifft diese Trennung für viele Vogelarten nicht zu, von denen man sie früher besonders auf Grund der Angaben *Gütkes* annahm. Aus den Jahresberichten der Vogelwarte Rossitten geht hervor, daß bei den Totaniden Alte und Junge nicht immer gesondert, sondern auch gemeinsam wandern. So wurden am 2. September 1903 zwei *Tringa canutus* erlegt, davon ein Männchen im Alters-, eins im Jugendkleid. Am 13. August 1906 wurde ein Flug *Tringa alpina* beobachtet, der vorzugsweise aus alten Vögeln mit schwarzer Unterseite bestand, unter denen sich aber auch einige junge Exemplare befanden.

Die Kenntnis von ihren ehemaligen Verbreitungsgebieten könnte also bei den Totaniden sehr wohl von Generation auf Generation übertragen werden, und wenn diese Vögel trotzdem eine abweichende Zugrichtung einschlagen, so muß wohl eine andere Ursache zugrunde liegen.

Für die Richtung des Vogelfluges spielt jedenfalls die Nahrungsfrage eine wichtige Rolle. Eine Vogelart kann unmöglich im Herbst längs ihres ehemaligen Verbreitungsgebietes wandern, wenn dieses in eine Gegend führt, in der die Existenzbedingungen fehlen. Hierin wird in erster Linie die Ursache zu suchen sein, warum manche nordische Vögel, wie die Totaniden, nach Süden und nicht nach Osten ziehen, obwohl ihre ehemaligen Verbreitungsgebiete östlich liegen.

Wenn die große Schar der Singvögel südlichen Winterquartieren zustrebt und damit zugleich ihr ehemaliges Verbreitungsgebiet aufsucht, so geschieht dies deswegen, weil nur der Süden ein geeigneter Aufenthaltsort für die Winterszeit ist.

Es können nur diejenigen Vögel längs ihrer ehemaligen Verbreitungsgebiete im Herbst wandern, deren Lebensbedingungen hier erfüllt werden.

Die Annahme *Ekmans*, daß die jungen Vögel, die ohne Führung der Alten zum ersten Male im Herbst die Reise nach dem Süden antreten, ohne bestimmtes Ziel von einer zusagenden Örtlichkeit zur anderen fliegen und so schließlich in die Winterherberge gelangen, die die letzte zusagende Örtlichkeit bildet, paßt für solche Vögel, welche langsam wandern, am Tage ziehen, und ihre Reise nicht allzuweit ausdehnen, also in erster Linie für die sogenannten Strichvögel, nicht aber für Vögel, die in der Nacht fliegen, große Strecken zurücklegen und nach weit entlegenen Ländern ziehen. Diese Vögel würden dann an dem letzten zusagenden Ort des Festlandes bleiben und sich nicht entschließen, das Meer zu überfliegen, denn sie wissen ja gar nicht, daß jenseits des Wassers ein neues Festland mit noch günstigeren Lebensbedingungen sie erwartet. Trotzdem setzt der Vogel die Reise über das weite Meer fort und er tut dies lediglich unter dem Zwang des Zug-

triebes. Die Gewalt dieses Triebes zeigt uns der gefangene Vogel, wenn er im Frühjahr und Herbst wochenlang im Käfige tobt, obwohl er weder unter Kälte, noch unter Hunger zu leiden hat. Ist die Zugperiode vorüber, so beruhigt sich der Gefangene wieder und zeigt auch wieder seine alte Zahmheit und Zutraulichkeit gegen seinen Pfleger, die er in der Zugzeit teilweise ablegte. Wir sehen in dieser Erscheinung das Instinktmäßige und Reflektorische, das dem Vogelzuge anhaftet, und das wohl auch für das Innehalten bestimmter Zugstraßen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Der mehr oder minder stark ausgeprägte Wandertrieb ist jedenfalls für die Entfernung des Winterquartiers von größter Bedeutung. Der Vogel zieht eben so lange, als der Zugtrieb in ihm wach ist. Hierdurch läßt es sich auch erklären, daß manche Vögel so außerordentlich weit ziehen, viel weiter als es eigentlich notwendig erscheint, während andere, ganz nahe verwandte Arten, sich mit einer kürzeren Reise begnügen. So dehnen *Sylvia simplex*, *Hypolais hypolais*, *Acrocephalus arundinaceus* ihre Herbstreise bis über den Äquator hinaus aus, während *Sylvia atricapilla* und *Acrocephalus palustris* bereits im südlichen Europa und in Nordafrika überwintern.

Nicht alle Vögel scheinen bestimmte Zugstraßen zu haben, sondern ihr Zug verläuft in breiter Front über das Festland, manchmal sogar in ganz verschiedener Richtung.

So wurde eine im Juli bei Petersburg beringte *Scolopax rusticola* im Dezember desselben Jahres in Südfrankreich erlegt, eine andere im Sommer 1912 ebenfalls bei Petersburg beringte Schnepfe im Dezember in Istrien erbeutet. Beide Vögel sind als Jungvögel beringt worden, stammen also aus derselben Heimat und sind trotzdem ganz verschiedene Wege gezogen.

Wir sehen in diesem Beispiel zugleich den großen Wert dieser, von Professor *Thienemann*, dem Leiter der Vogelwarte bei Rossitten, ins Leben gerufenen Ringversuche. Hochinteressante Resultate hat dies ausgezeichnete Mittel der Vogelzugforschung bereits gezeitigt, und wir dürfen hoffen, noch manch rätselhafte Erscheinung des Vogelzugs hierdurch aufzuklären.

Am Schluß seiner Abhandlung führt *Ekman* ornithologische Fernrohrbeobachtungen als Beweis für die große Höhe des Vogelzuges an. Hiernach schätzte der Astronom *Ricco* die Höhe von Kranichen, die er im Fernrohr an der Sonnenscheibe vorbeiziehen sah, auf 8000 m. und der Astronom *Champan* die Höhe von 262 Vögeln, die er innerhalb drei Stunden im Fernrohr beobachtete, auf 3000—5000 m.

Solche Fernrohrbeobachtungen sind jedoch sehr unzuverlässig und dürfen nicht als Beweis für eine große Flughöhe angesehen werden. Die Berechnung der Höhe erfolgt aus der scheinbaren und der wirklichen Größe der Vögel. Man muß also die Vogelart im Fernrohr sicher erkennen. Dies dürfte aber außerordentlich schwierig und in den meisten Fällen unmöglich sein, da man den Vogel doch nur als Schatten im Fernrohr vorbeihuschen sieht, und bei dem kleinen Gesichtsfeld eines stark vergrößernden Refraktors die Beobachtungszeit sehr kurz ist. Ebenso schwierig ist eine auch nur einigermaßen richtige Schätzung der Größe. Wie will man z. B. eine kleine *Tringa* von einem viel größeren Totanus, bei solch kurzer Fernrohrbeobachtung unterscheiden, oder einen *Accipiter nisus* von dem Astur *palumbarius*? Die Fehlerquellen solcher Fernrohrbeobachtungen sind also sehr groß.

Ekman hat leider die moderne Forschung über die Höhe des Vogelzuges nicht berücksichtigt. Nach den praktischen Erfahrungen, die seit einem Jahrzehnt über den Vogelzug auf der Vogelwarte Rossitten gemacht

sind, sowie auf Grund meiner aeronautischen Beobachtungen und Experimente ist die von *Gütke* begründete Theorie von der großen Höhe des Vogelzuges in vielen tausend Metern nicht mehr haltbar. *Gütke* schätzte die Höhe der über Helgoland ziehenden Vögel mit dem Auge und hat hierbei erhebliche Fehler begangen, wie ich durch meine aeronautischen Versuche nachgewiesen habe (vgl. *Friedrich v. Lucanus*, aeronautische Experimente für die Höhenbestimmung fliegender Vögel, *Journal für Ornithologie*, 1913).

Fr. von Lucanus, Berlin.

Zeuthen, H. G., Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter. *Die Kultur der Gegenwart*, herausgegeben von *Paul Hinneberg*, Teil III, Abteilung I, Erste Lieferung. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1912. V, 95 S. Preis geh. M. 3,—.

„Die Kultur der Gegenwart“, das große von der Verlagstirma B. G. Teubner, speziell von dem einen ihrer Inhaber, Dr. *Alfred Giesecke* angeregte enzyklopädische Unternehmen, ist den Gebildeten oder wenigstens den Gelehrten aller Fächer seinen allgemeinen Zielen nach hinlänglich bekannt. Die beiden ersten „Teile“, von deren Bänden bereits eine stattliche Anzahl (zusammen 15 von 24), zum Teil schon in zweiter oder dritter Auflage erschienen, fertig vorliegt, behandeln bekanntlich „die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete“: Religion, Philosophie, die Sprachen und Literaturen aller Völker, Musik, Kunst, Recht, Staat und Gesellschaft. Teil III und IV sollen die Gebiete der anderen Hemisphäre des Globus culturalis, die mathematisch-naturwissenschaftlich-medizinisch-technischen Kulturgebiete, aufnehmen. Da der Herausgeber des ganzen Werkes, *P. Hinneberg*, als Historiker diesen Gebieten ferner steht, wurde für die zweite Halbkugel des Kulturglobus eine besondere Organisation geschaffen, an deren Spitze *Felix Klein*, der Anreger und Führer bei so vielen großen Unternehmungen in Forschung und Lehre, trat.

Auch die zweite Klasse der „Akademie“, wie man das ganze Unternehmen wohl nennen darf, die „mathematisch-physische Klasse“, tritt jetzt mit ihren Veröffentlichungen hervor. Die erste Stelle unter den Wissenschaften der Klasse gebührt natürlich der Mathematik. Sie bildet die Grundlage der exakten Wissenschaften und nimmt zugleich eine verbindende Stellung zwischen den beiden „Akademie-Klassen“ ein. Sie auch ist „im Gegensatz zu anderen Wissenschaften nicht auf eine einzelne Periode der menschlichen Geschichte gegründet, sondern hat die Entwicklung der Kultur auf allen ihren Stufen begleitet. Die Mathematik ist mit der griechischen Bildung ebenso verwachsen, wie mit den modernsten Aufgaben des Ingenieurbetriebes. Sie reicht nicht nur den vorwärtsschreitenden Naturwissenschaften die Hand, sondern sie partizipiert gleichzeitig an den abstrakten Untersuchungen der Logiker und Philosophen.“ Mit diesen Worten hat *Felix Klein* (der auch die Leitung der mathematischen Unterabteilung unserer Enzyklopädie übernommen hat) einmal (in einem Vortrag von 1896, Hannover) die universelle und kulturgeschichtliche Bedeutung der Mathematik gekennzeichnet, und mit einer (heute noch nicht vorliegenden) Abhandlung über „die Beziehungen der Mathematik zur allgemeinen Kultur“ soll der mathematische Band unserer Enzyklopädie denn auch beginnen und eine weitere Abhandlung über „Mathematik und Philosophie“ sich daran reihen. Als Verfasser für beide ist *A. Voß* gewonnen, eine Wahl, die, nach der Schrift desselben Autors „Über das Wesen der Mathematik“ zu urteilen, überhaupt nicht besser getroffen werden konnte.

Die weiteren 3 Abschnitte werden sodann eine Übersicht über die Mathematik selbst geben. Für eine solche

Revue über ein Wissenschaftsgebiet bietet sich von selbst die Gruppierung des Stoffes entweder nach systematischen oder nach historisch-exegetischen Gesichtspunkten. Für Gebiete, auf denen die Anschauungen häufigen und wesentlichen Wandlungen unterworfen zu sein pflegen, in denen oft eine Hypothese von der anderen, eine Strömung von der gerade entgegengesetzten abgelöst wird, wird eine historische Behandlung neben einer systematischen angebracht oder selbst geboten sein, und so haben in der „Kultur der Gegenwart“ beispielsweise „christliche Religion“, „Philosophie“, „Recht“ in völlig gesonderten Bänden eine solche doppelte Behandlung erfahren. Für die Mathematik, für die im ganzen, wenn auch nicht streng wörtlich, *Hermann Hankels* Wort gilt, daß hier nicht, wie in anderen Wissenschaften, eine Generation das niederzureißen pflegt, was die andere gebaut, vielmehr jede Generation ein neues Stockwerk auf den alten Unterbau setzt, gestaltet sich die Aufgabe der Enzyklopädie einfacher. So wird denn in dem mathematischen Bande die historische Darstellung, die für Altertum und Mittelalter in der vorliegenden Abhandlung *Zeuthens* gegeben wird, dagegen für das 16., 17. und 18. Jahrhundert durch einen Aufsatz von *P. Stückel* geboten werden soll, einen gewissen Unterbau für den vermutlich in höherem Grade nach systematischen Gesichtspunkten zu gestaltenden Abschnitt „Die Mathematik der Neuzeit“ (Verfasser noch nicht bestimmt) abgeben können. — Ein letzter Abschnitt, dessen baldiges Erscheinen bereits angekündigt ist, aus der Feder von *H. E. Timerding*, soll „die Verbreitung mathematischer Auffassungen und Kenntnisse“ zum Gegenstande haben und wird vermutlich zu einem wesentlichen Teile der Organisation des mathematischen Unterrichts in allen seinen Stufen und den neueren (internationalen) Reformbestrebungen auf diesem Gebiete gewidmet sein, eine Aufgabe, die wegen der Beziehungen zu einigen Abschnitten des ersten Bandes der Enzyklopädie („Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart“) übrigens wohl mancherlei redaktionelle Schwierigkeiten in sich birgt.

Doch kommen wir zu der bisher allein vorliegenden Lieferung: der dritten Abhandlung des ganzen Bandes! Man hat in neuerer Zeit darüber gestritten, welches die Aufgaben mathematischer Historiographie seien, ob eine „Geschichte der Mathematik“ nur eine Geschichte der mathematischen Entdeckungen und Forschungen geben solle oder ob sie die Entwicklung der Mathematik im Rahmen der kulturgeschichtlichen Entwicklung der Menschheit und in ihren vielfachen Wechselwirkungen mit anderen Kulturgebieten darzustellen habe, und es könnte scheinen, daß das Programm, das in dem Titel „Kultur der Gegenwart“ liegt, nur eine ausgeprägt kulturhistorische Erfassung der Aufgabe gestatte. Aber abgesehen davon, daß viele der Fragen, die sich bei solcher Auffassung des Themas aufdrängen würden, noch keineswegs spruchreif sind, war diese Darstellung hier um so weniger möglich, als ja für die allgemeinkulturelle Bedeutung der Mathematik, wie wir schon bemerkten, ein besonderer Abschnitt vorgesehen ist. Auf der anderen Seite ist in Teil I des Werkes eine Darstellung der gesamten *allgemeinen* Literaturen, um die es sich hier handelt, bereits gegeben, und Herr *Zeuthen* hat daher seine Aufgabe nur so aufzufassen können, daß für seine Darstellung der griechischen Mathematik — sie bildet natürlich den überwiegenden Teil seiner Arbeit — ihm die Schilderung, die *Wilamowitz-Moellendorf* in Teil I, Abt. 8, von der gesamten altgriechischen Literatur gibt, als Hintergrund zu dienen habe. — Den Inhalt der Abhandlung im einzelnen betreffend, glaube ich, das übliche Lob der Rezensionen einem Verfasser ersparen zu dürfen, dessen

Name auf dem betreffenden Gebiete längst den besten Klang hat. Sind doch die größeren, auch ins Deutsche übersetzten Werke von Herrn *Zeuthen*: „Die Lehre von den Kegelschnitten im Altertum“ und die „Geschichte der Mathematik im 16. und 17. Jahrhundert“ wohlbekannt und verdankt doch die mathematische Geschichtsforschung dem Verfasser dieser Werke eine Reihe geistvoller und feinsinniger Aufklärungen über Einzelfragen. Für die vorliegende Arbeit war Herr *Zeuthen* gezwungen, seine Darstellung in ein Sprachgewand zu kleiden, das ihm, der für seine Veröffentlichungen sich sonst der dänischen Muttersprache oder des Französischen zu bedienen pflegt, nicht das vertrauteste war, und es darf hervorgehoben werden, daß auch diese Schwierigkeit glücklich überwunden ist, wenn auch ein Vergleich mit einigen in dieser Beziehung besonders glänzenden Mustern aus der „Kultur der Gegenwart“ natürlich — eben dieser erheblichen Schwierigkeit wegen — nicht zugänglich ist.

W. Ahrens, Rostock i. M.

Pražil, Frz., Technische Hydrodynamik. Berlin, J. Springer, 1913. VIII, 269 S. u. 81 Fig. Preis geb. M. 9,—.

Technische Hydrodynamik ist eigentlich eine ganz neue Disziplin, die die Brücke zwischen der klassischen Hydrodynamik und der technischen (praktischen) Hydraulik herstellen sollte. Hydrodynamik und Hydraulik gingen durch viele Jahrzehnte nicht nur getrennt ihre eigenen Wege, sondern falls diese sich kreuzten, standen sie feindlich einander gegenüber. Man hört noch jetzt nicht selten die Ansicht, und zwar von namhaften Vertretern der Hydraulik, daß die Hydrodynamik lediglich ein „Übungsfeld der Mathematik“ sei und ihre Probleme und Resultate mit den wirklichen Flüssigkeitsbewegungen sehr wenig zu tun haben. Andererseits kann man den Vertretern der Hydraulik mit Recht entgegenhalten, daß ihre Wissenschaft eine Reihe von Ansätzen enthält, die — ganz abgesehen davon, daß sie eine theoretische Begründung entbehren — nicht einmal empirisch in genügender Weise sichergestellt sind. Es gibt Ansätze in der praktischen Hydraulik — z. B. über den Stoßverlust bei plötzlicher Richtungsänderung, oder über Widerstände in Rohrkrümmern —, die kein Theoretiker abzuleiten vermag und von denen jeder Praktiker weiß, daß sie der Erfahrung nicht entsprechen; sie werden trotzdem nicht selten als Rechnungsgrundlage benutzt, weil man sie eben durch nichts Besseres zu ersetzen vermag.

Wenn man nun bei diesem Stande der Dinge nach den Gründen fragt, weshalb man trotz alledem an der praktischen Hydraulik festhält, und weshalb die letztere der Hydrodynamik sogar in gewisser Hinsicht überlegen ist, so sind meines Erachtens hauptsächlich zwei Umstände in Erwägung zu ziehen: erstens die Abneigung fast aller Praktiker gegen mehrdimensionale mathematische Probleme (d. h. gegen alle Probleme, bei denen die zu bestimmende Funktion von mehr als einer Variablen abhängt), zweitens die ungemeinen Schwierigkeiten, die sich der strengen Rechnung entgegenstellen, sobald man bei Flüssigkeitsbewegungen die Reibungswiderstände berücksichtigen will. Abgesehen von Bewegungen mit ganz kleinen Geschwindigkeiten oder Bewegungen sehr zäher Flüssigkeiten, die unschwer behandelt werden können, aber für die technische Praxis viel weniger wichtig sind als größere Geschwindigkeiten und Flüssigkeiten mit kleiner Reibung (wie Wasser, Luft, Dampf usw.), stößt man regelmäßig auf dieselbe Schwierigkeit, auf das „Problem der Turbulenz“, das zweifellos eines der schwierigsten Probleme der heutigen gesamten theoretischen Physik bildet. Dies hat zur Folge, daß man nach eifrigem Studium eines üblichen Lehrbuchs über Hydrodynamik trotz eines ziemlichen

Aufwandes an mathematischer Arbeit in bezug auf die praktisch wichtigsten Punkte eigentlich nicht viel klüger geworden ist.

Das Pražilische Buch will hauptsächlich den zuerst erwähnten Umstand, die Scheu gegen zwei- oder sogar dreidimensionale Probleme beseitigen, indem gezeigt wird, daß man durch genauere Analyse der räumlichen Strömung zu praktisch wichtigen Aufschlüssen gelangt, die dem Turbinenbauer ermöglichen, die Bewegung innerhalb der Schaufeln eines Turbinenrades näher zu verfolgen, und die ihm sogar bei der Konstruktion für die Gestaltung der Turbinenschaufeln Anhaltspunkte liefern können. Der Praktiker war bisher stets gewohnt, jede Flüssigkeitsströmung als durchaus eindimensional aufzufassen. Flächen senkrecht zu der „mittleren Strömungsrichtung“ werden als „Querschnitte“ betrachtet, und jedem Querschnitt wird eine mittlere Geschwindigkeit zugeschrieben. Auf die einzelnen Querschnitte wird der *Energiesatz* angewendet („Bernoullische Gleichung“), wobei zu der kinetischen und Druckenergie (Geschwindigkeitshöhe und Druckhöhe noch ein von der mittleren Geschwindigkeit abhängiger Energiebetrag als Widerstandsarbeit (Verlusthöhe) hinzugefügt wird. Bei plötzlicher Querschnitts- oder Richtungsänderung zieht man — da der *Energiesatz* in diesen Fällen versagt — den *Impulssatz* (Stoßgleichung, „Gleichung von *Borda-Carnot*“) heran. Eine solche summarische Rechnung ist bei Rohrleitungen, deren Länge gegen die Querschnittsabmessungen groß ist, wohl am Platze, auch kann sie noch bei Turbinen mit dicht verteilten Schaufeln Anwendung finden. Wie aber z. B. die Laufräder der modernen Francis-turbinen gestaltet sind, so wird der Begriff des Querschnitts und der mittleren Geschwindigkeit völlig illusorisch, und die Praktiker halten sich bereits durch eine mehr oder weniger willkürliche Netzeinteilung des Geschwindigkeitsfeldes. Die Arbeiten von *H. Lorenz* und *R. v. Mises* gaben dann den ersten Anstoß, die hydrodynamischen Betrachtungen für die Turbinentheorie nutzbar zu machen. *Pražil*, nachdem er in einigen Arbeiten die Methode der „konformen Abbildung“ auf praktische Probleme angewendet hat, versucht nun zum ersten Male eine vollständige und systematische Analyse der geometrischen, kinematischen und dynamischen Verhältnisse der praktisch wichtigen Flüssigkeitsströmungen zu geben. Hervorgehoben sei die Trennung der geometrischen und kinematischen Sätze von den dynamischen Aussagen, die zu betonen ich nie für überflüssig erachte. Die spezielle Problemstellung der Turbinentheorie findet in den Kapiteln „Mehrdimensionale Strömung in Rotationshöhlräumen“ und „Stationäre Strömung in bewegten Kanälen“ Berücksichtigung.

Auch der zweiten Schwierigkeit, die wir oben erwähnt haben, die Bewegungswiderstände zu berücksichtigen, tritt das Pražilische Buch mutig entgegen. Allerdings wird auf das Wesen des Problems, auf die eigentliche — noch aufzubauende — Theorie der turbulenten Bewegung wenig eingegangen. Es wird sozusagen ein „Elementargesetz“ der turbulenten Strömung aus den empirischen Beobachtungen über Strömungswiderstände in geradlinigen kreisförmigen Röhren entnommen und dann der Versuch gemacht, die in einfachen Fällen empirisch gewonnenen Resultate auf geometrisch verwickeltere Fälle zu übertragen durch geschickte Verknüpfung des empirischen Elementargesetzes mit den geometrisch-kinematischen Sätzen und den allgemein gültigen dynamischen Grundgleichungen. Es ist nur selbstverständlich, daß bei einer so weitgehenden Verallgemeinerung manchmal mehr oder weniger willkürliche Annahmen nicht zu vermeiden sind, und die Plausibilität die Lücken der Kette von zwingenden Folgerungen ausfüllen muß. Der Pražilische Versuch erinnert seiner allgemeinen Rich-

tung nach an ähnliche Bestrebungen von *Boussinesq*, der die turbulenten Strömungen ebenfalls auf einer halb empirischen, halb theoretischen Grundlage behandelte. Die *Boussinesq*schen Arbeiten — die bereits 30—40 Jahre zurückliegen — blieben ohne namhaften Anklang, vielleicht infolge der eigenartigen, nicht gerade leicht verständlichen Art der Darstellung des Verfassers, obwohl an diesem Umstande auch die klare Zusammenfassung der Ansätze in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften nicht wesentlich geändert hat. Es ist zu wünschen, daß dem *Praßilschen* Versuch mehr Erfolg beschieden sei.

Die „Technische Hydrodynamik“ ist hochinteressant für alle, die die Entwicklung der Hydrodynamik oder der Hydraulik verfolgen oder sogar selbst mitarbeiten wollen; und wenn auch das Buch für den praktischen Ingenieur etwas zu mathematisch ist, wird doch niemand die Mühe bereuen, die er dem Studium des Werkes gewidmet hat.

Th. v. Kármán, Aachen.

Astronomische Mitteilungen.

Neue photographische Aufnahme des Orionnebels mit Interferenzringen. Die französischen Astronomen *Fabry* und *Buisson* haben in einem Spiegelteleskop von 80 cm Öffnung und $4\frac{1}{2}$ m Fokallänge ein Bild des großen Orionnebels aufgenommen und dabei in den Strahlengang einen Interferenzapparat mit Spektroskop eingeschaltet. Nach einer Exposition von 40 Minuten zeigte das photographische Bild des Orionnebels deutlich die Interferenzringe für die Wellenlänge 3726, und aus den Abständen dieser Interferenzringe sollen sich ferner deutliche Anzeichen dafür ergeben haben, daß das Gas jener Nebelmasse keine allzu hohen Temperaturen besitzt. Dieses Verfahren, das erst noch weiterer Erprobung bedarf, beruht auf einer schon früher von dem amerikanischen Physiker *Michelson* angegebenen Methode, die Temperatur eines Gases aus der Breite seiner Spektrallinien zu messen. *Buisson* und *Fabry* wandten diese Methode zunächst auf einige Eisenlinien im Sonnenspektrum an und fanden in guter Übereinstimmung mit anderweitigen Messungen eine Sonnentemperatur von 6000° C. Jetzt soll dasselbe Verfahren nun auch zur Untersuchung von kosmischen Nebelgebilden angewendet werden.

Über die Rotationsdauer des Planeten Venus macht *H. Macpherson* im letzten Heft der Zeitschrift „*The Observatory*“ sehr interessante kritische Mitteilungen. Die erste Bestimmung der Umdrehungszeit rührt von *Cassini* aus der Mitte des 17. Jahrhunderts her, der die Dauer des Venustages zu 23 Stunden angab. Am Ende des 18. Jahrhunderts ermittelte dann der berühmte Amateur-Astronom *Schröter* auf Grund langjähriger Arbeiten auf seiner Sternwarte Liliental die Rotationsdauer der Venus zu etwa 23½ Stunden. In der Mitte des 19. Jahrhunderts fand *De Vico*, der rührige Leiter der päpstlichen Sternwarte in Rom, dem die Astronomie auch Kometenentdeckungen verdankt, in Übereinstimmung mit *Schröter* eine Venusumdehnung von 23 Stunden 21 Minuten. Ende des vorigen Jahrhunderts beschäftigte sich der berühmte Marsforscher *Schiaparelli* mit dieser Frage, nachdem er vorher einwandfrei festgestellt hatte, daß beim sonnennächsten Planeten Merkur die Umdrehungszeit mit seiner Umlaufszeit um die Sonne (88 Tage) übereinstimmt, daß also Merkur der Sonne, ähnlich wie der Mond unserer Erde, stets dieselbe Seite zuwendet. *Schiaparelli* glaubte auch für den Planeten Venus ein ähnliches Resultat gefunden zu haben und gab eine Umdrehungszeit zu 225 Tagen an. Nunmehr wurde das Problem der Venusrotation ein die Astronomie leb-

haft interessierendes, und zahlreiche Astronomen widmeten sich der Lösung dieser Aufgabe, die so widersprechende Resultate ergab. Zwei verschiedene Wege der Untersuchung wurden beschritten. Einmal der *astrometrische*, durch direkte Ausmessung im Fernrohr unter Beobachtung der auf der Venusoberfläche sichtbaren Fleckengebilde und zweitens der *astrophysikalische*, mit Hilfe von spektroskopischen Untersuchungen der Bewegung der Spektrallinien nach dem bekannten Dopplerschen Prinzip. Auf astronomischem Wege fanden *Trouvelot* und *Niesten* eine Bestätigung der kurzen Rotationsdauer von *Schröter*, während *Perrotin*, *Tachini*, *Mascari* und *Lowell* aus ihren Messungen die von *Schiaparelli* festgestellte lange Rotationsdauer von 225 Tagen bestätigten. Nach der astrophysikalischen Methode untersuchte zu Beginn dieses Jahrhunderts zuerst der russische Astronom *Belopolsky* die vorstehende Frage und fand auf Grund der bis in die neueste Zeit fortgesetzten spektroskopischen Messungen etwa 30 Stunden für die wahrscheinliche Dauer der Venusrotation. Dagegen stellten die amerikanischen Astronomen *Lowell* und *Slipher* auf Grund ihrer spektroskopischen Messungen fest, daß in Übereinstimmung mit *Schiaparelli* der Venus eine lange Rotationsdauer von 225 Tagen zukommt. Dieser Widerspruch in der Lösung ein und derselben Aufgabe auf dem gleichen astrophysikalischen Wege wurde noch dadurch verschärft, daß sowohl der russische wie auch der amerikanische Astronom je mit demselben Instrument beim Planeten Mars die gleiche und richtige Rotationszeit von etwas über 24 Stunden fanden, woraus beide Parteien auf die Richtigkeit ihrer bezüglichen Messungen auch bei dem Planeten Venus schließen zu dürften glaubten. So steht gegenwärtig die interessante Frage nach der Venusumdehnung noch weitab von einer endgültigen Lösung. Für die Annahme einer langen, ähnlich wie beim Planeten Merkur verlaufenden Rotation der Venus sprechen allerdings gewisse theoretische Überlegungen, die sich besonders auf die retardierende Einwirkung der durch die Sonne auf die Venusoberfläche ausgeübten Gezeitenkräfte stützen. Unter allen Umständen bleibt die endgültige Lösung des Problems der Venusrotation eine der dringendsten Aufgaben der Astronomie.

Von der amerikanischen Sonnenwarte auf dem Mount Wilson liegt ein Tätigkeitsbericht des letzten Jahres vor, der jenem unter Leitung des bedeutenden Astrophysikers Prof. *Hale* stehenden großartigen Bergobservatorium alle Ehre macht. Die wichtigsten Entdeckungen, die aus den intensiven astrophysikalischen Arbeiten des Mount-Wilson-Observatoriums hervorgegangen sind, betreffen folgende Tatsachen. Aus den Oberflächenbeobachtungen des Planeten Mars sowohl auf visuellem als auch auf photographischem Wege, ausgeführt am 60-zölligen Spiegelteleskop (Öffnung von fast $1\frac{1}{4}$ Meter) folgt, da auf unserem Nachbarplaneten kein geradliniges System von Kanälen besteht, die vielmehr ganz unregelmäßige Gebilde darstellen. Für einen schwachen Fixstern (Lalande 15 290) wurde aus spektroskopischen Messungen von Linienverschiebungen im Spektrum jenes Sterns die größte, überhaupt bisher bekannte Geschwindigkeit im Visionsradius für einen Fixstern zu rund 250 km in der Sekunde gefunden. Auch die vorbereitenden Arbeiten zur Herstellung eines neuen gewaltigen Spiegelteleskops mit 100 Zoll Öffnung (etwa $2\frac{1}{2}$ m) sind auf der Mount-Wilson-Sternwarte rüstig fortgeschritten. So steht Nordamerika, das Land der unbegrenzten Privatstiftungen für wissenschaftliche Zwecke, in der Astronomie und Erdphysik (es sei hier nur an das magnetische Carnegie-Institut in Washington erinnert) mit an der Spitze einer welt- und erdumfassenden Forschung.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Der Wasserstoff in der Luftschiffahrt und in der Industrie. Erst vor wenigen Jahren ist der Wasserstoff in die Reihe der Industriegase eingetreten, nachdem hauptsächlich durch die erfolgreiche Entwicklung der Motorluftschiffahrt die Schaffung neuer Methoden zur Wasserstoffgewinnung dringend erforderlich wurde. Bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts benutzte man zur Herstellung dieses Gases allgemein die Einwirkung von verdünnter *Schwefelsäure auf Eisen*, ein Verfahren, das weder in technischer noch in wirtschaftlicher Hinsicht den gesteigerten Anforderungen der Gegenwart zu entsprechen vermag. Im Jahre 1898 begann die Einführung des *elektrolytischen Wasserstoffs*, der zuerst von der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron in Griesheim am Main für die Luftschiffahrt nutzbar gemacht wurde, und zwar zur gleichen Zeit, als Graf *Zeppelin* die ersten Versuche mit seinem lenkbaren Luftschiff begann. Diese Wasserstoffquelle war bis auf den heutigen Tag für die Entwicklung der Luftschiffahrt in Deutschland von großer Bedeutung; zahlreiche Freiballonfahrten wurden in den letzten Jahren von den Orten aus unternommen, wo elektrochemische Fabriken ansässig sind, und große Mengen des Gases wurden in verdichtetem Zustand (150 Atmosphären) in Stahlflaschen auch nach auswärts versandt.

Das hohe Gewicht dieser Stahlflaschen (ca. 11 kg pro cbm Gasinhalt), das den Transport des Gases sehr verteuerte, gab die Veranlassung, daß man nach anderen Methoden zur Wasserstoffgewinnung suchte, die es ermöglichen, an jedem beliebigen Orte große Mengen dieses Gases zu billigen Preisen herzustellen. Diese Aufgabe, die von den verschiedensten Seiten in Angriff genommen wurde, ist in den letzten Jahren in höchst befriedigender Weise gelöst worden. Wir besitzen heute bereits etwa 20 *verschiedene Verfahren*, die hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit allen Anforderungen entsprechen. Je nach den besonderen Umständen wird sich die Verwendung des einen oder des anderen Verfahrens in einem bestimmten Falle mehr empfehlen. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen den *stationären Verfahren*, die außer für die Luftschiffahrt in stark steigendem Maße auch für industrielle Zwecke Verwendung finden, und zwischen den *fahrbaren Wasserstoffanlagen*, die vorwiegend für *militärische Zwecke* zur Wasserstoffgewinnung im Felde bestimmt sind.

Für die Militärluftschiffahrt ist ein Verfahren der Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co. in Nürnberg von großer Bedeutung, das auf der Einwirkung von heißer Natronlauge auf Silizium beruht und das bereits bei fast allen europäischen Armeen Eingang gefunden hat. Daneben verdienen auch die in letzter Zeit bei den französischen Luftschiffertruppen ausgebildeten neuen Verfahren volle Beachtung. Von den für industrielle Zwecke in Betracht kommenden Verfahren ist die Wasserstoffgewinnung aus *Wassergas* nach dem Verfahren von *Frank, Caro und Linde* von besonderem Interesse, ebenso ein neues Verfahren von *Bergius*, das von allen bisherigen Gewinnungsmethoden erheblich abweicht, insofern, als es den Wasserstoff direkt unter hohem Druck liefert. Während bei den militärischen Verfahren sich ein Kubikmeter Wasserstoff im günstigsten Falle auf etwa 75 Pf. stellt, betragen bei den beiden zuletzt erwähnten Verfahren die Herstellungskosten nur 7—11 Pf.

Die Möglichkeit, Wasserstoff in großer Menge und zu billigem Preise herzustellen, veranlaßte eine erhebliche Zunahme der *Wasserstoffverwendung in der Industrie*. Vor allem verwendet man hier die hohe Temperatur der *Wasserstoff-Sauerstoffflamme*, so zum Schweißen und Schneiden von Eisen, zum Löten von Blei

und Aluminium, zum Schmelzen von Platin und Quarz, sowie zur Herstellung der künstlichen Edelsteine. Auch die *Glühlampenindustrie* verbraucht sehr große Mengen Wasserstoff zur Fabrikation der Metallfadenslampen, vornehmlich zur Reduktion des Wolframtrioxyds zu metallischem Wolfram und bei der Bearbeitung der hieraus hergestellten Wolframstäbe, die sich bei hoher Temperatur an der Luft leicht oxydieren. In der *Fett- und Seifenindustrie* bereitet sich in der letzten Zeit ein vollkommener Umschwung vor, seitdem es gelungen ist, aus geringwertigen flüssigen Ölen durch Behandlung mit Wasserstoff bei Gegenwart von Kontaktsubstanzen (Nickel, Platin, Palladium) feste weiße Fette von beträchtlich höherem Handelswert herzustellen. Schließlich ist auch noch die *Synthese des Ammoniaks* aus Stickstoff und Wasserstoff zu nennen, ein Verfahren, das von Professor *Haber*, dem Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie, erfunden wurde und das demnächst von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in einer großen Anlage in der Nähe von Ludwigshafen zum ersten Male industriell durchgeführt werden wird. Hierfür werden in Zukunft wohl die größten Wasserstoffmengen verbraucht werden, und auch auf wirtschaftlichem Gebiete wird dieses Verfahren voraussichtlich weitgehende Wirkungen haben.

Man darf mit Bestimmtheit auch in Zukunft auf dem Gebiete der Wasserstoffgewinnung und -verwertung weitere bedeutsame Fortschritte erwarten. S.

Von der Verwaltung des **Amerikanischen Museums für Naturgeschichte** in New York ist der 44. Bericht über das Jahr 1912 herausgegeben worden. Dieses Museum ist eins der schönsten durch die Art seiner Einrichtung, da es die ausgestopften Tiere vielfach in malerisch vorzüglich ausgeführten Landschaftsbildern den Besuchern vorführt. Für seine Wertschätzung zeugt die Zahl seiner Besucher, die im Jahre 1912 fast 850 000 betrug. Um seinen Bestand zu vermehren, sendet dieses Museum fortgesetzt Expeditionen in alle Teile der Welt, die stets mit wertvoller Beute aus allen Reichen der Natur heimkehren. Hierbei werden vielfach auch für die Wissenschaft bedeutsame Ergebnisse erzielt. So brachte eine von der nordischen Küste Amerikas am Eismeer heimgekehrte Expedition Kunde von dort lebenden Eskimos, die teilweise skandinavischer Abstammung sind. Mittel- und Südamerika sind gleichfalls das Ziel derartiger Expeditionen, ebenso das südliche Eismeer, wo der Walfänger „Daisy“ Seetiere für das Museum sammelt. In Europa besucht eine Kommission im Auftrage des Museums die prähistorischen Höhlen von Norditalien, von Frankreich und Spanien, und auch in Asien und Afrika sind Expeditionen des Museums mit Sammeln von Tieren beschäftigt. Überdies dient das Museum Unterrichtszwecken. Vor mehr als 30 000 Kindern wurden Vorträge in den Räumen des Museums gehalten und etwa ein halbes Tausend Sammlungen wurden zur Zirkulation an Schulen verwendet. Für alle diese Zwecke müssen dem Museum bedeutende Mittel zur Verfügung stehen. Im letzten Jahre betrugen seine Einnahmen mehr als 800 000 Mark, von denen etwa $\frac{3}{5}$ aus den Zinsen von Stiftungen stammten, und die übrigen $\frac{2}{5}$ durch Beiträge von Privatpersonen aufgebracht wurden. Mk.

Die Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde. Neben ihrer großen Schwester, der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, nimmt die deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde eine an wissenschaftlicher Bedeutung immer mehr aufsteigende Stellung ein. Sie wurde hauptsächlich auf Anregung des bekannten Züchtungsbiologen *Robert Müller* im Jahre 1905 ins Leben gerufen und

bildet seither die Zentralstelle für die wissenschaftliche Bearbeitung aller Züchtungsfragen. Das wichtigste Arbeitsgebiet der Gesellschaft erstreckt sich nach dem Ausspruch eines der Mitbegründer auf die biologischen Forschungsarbeiten, rassegeschichtliche Studien und Sammlung praktischer Erfahrungen zur experimentellen Beleuchtung ersterer. Die noch verhältnismäßig junge Gesellschaft hat bereits eine außerordentlich rührige und erfolgreiche Tätigkeit entfaltet, wenngleich das Hauptziel, die Errichtung einer Versuchsanstalt für Züchtungs- und Vererbungskunde, mangels hinreichender Mittel noch nicht zu verwirklichen ist. Besonders hat sich die Gesellschaft der Erforschung der Inzucht und der Abstammungsverhältnisse der landwirtschaftlichen Nutztiere in Deutschland angenommen, daneben aber natürlich Vererbungsstudien und sonstige zootechnische Probleme gefördert. Als Publikationsorgan dient der Gesellschaft die in Hannover erscheinende „*Deutsche landwirtschaftliche Tierzucht*“; ferner wurden größere Veröffentlichungen als „*Arbeiten*“ herausgegeben (bisher 16), außerdem erscheinen Arbeiten kleineren Umfangs als „*Flugschriften*“, die allen Mitgliedern kostenlos zur Verfügung stehen. Daß durch die Gründung einem wirklichen Notstand abgeholfen wurde, beweist die außerordentlich günstige Mitgliederbewegung: die Zahl betrug nach dem Ausweis vom 19. Februar 1913 an Körperschaften und Einzelmitgliedern 2532, worunter sich auch sehr viele Nichtlandwirte befinden. Auch von behördlicher Seite wird den Bestrebungen ernste Beachtung geschenkt; neben Zuschüssen der Einzelstaaten erhält die Gesellschaft einen dauernden Reichszuschuß von 10 000 Mark. Die Gesellschaft für Züchtungskunde steht seit ihrer Begründung unter der Leitung des Ökonomierats *Hoesch*; Hauptgeschäftsführer ist *Dr. G. Wildorf*. Die Geschäftsstelle der Gesellschaft befindet sich in Berlin-Halensee, Halberstädter Straße 3, woselbst auch die Sammlungen untergebracht sind. F.

Wiederbelebung der Rückenmarkreflexe. Die symptomatischen Erscheinungen, welche nach Querdurchtrennung des Rückenmarks bei niederen Wirbeltieren, Säugetieren und schließlich beim Menschen zu beobachten sind, erweisen sich als voneinander sehr verschieden. So ist beim Frosch nicht allein die Reflexfähigkeit vollständig erhalten, sondern die Reflexerregbarkeit ist sogar gegenüber der des normalen Tieres ziemlich erhöht. Bei höheren Säugetieren (Hund) erscheint die Reflexfähigkeit unmittelbar nach der Durchschneidung vollkommen erloschen zu sein und erst nach Wochen und Monaten kehrt sie allmählich wieder zurück. Beim Menschen sind die Reflexe nach Querdurchtrennung des Rückenmarks vollständig und dauernd vernichtet. Jedenfalls steht dies im Zusammenhange mit dem viel größeren Einfluß, den beim Menschen die Hirnzentren auf das ihnen untergeordnete Rückenmark haben. Welcher Art dieser Einfluß ist, das wissen wir freilich bis jetzt nicht. *M. Lewandowsky* und *Neuhof* haben nun kürzlich Beobachtungen veröffentlicht, die vom klinischen, aber noch mehr vom theoretischen Standpunkte das höchste Interesse verdienen (*Über die Wiederbelebung der Rückenmarksreflexe. Zeitschr. f. d. ges. Neurologie und Psychiatrie* Bd. 13, Heft 3/4 1912) und die geeignet sind, einiges Licht auf die Beziehungen zwischen Gehirn und Rückenmark sowie auf die Vorbedingungen für das Zustandekommen der Reflexfähigkeit zu werfen. Es handelte sich bei ihnen um eine Frau, die durch eine Verletzung eine vollständige Querdurchtrennung des Rückenmarks erlitten hatte. Wie in allen

solchen Fällen, waren alle Reflexe total geschwunden. Die Verfasser führten nun dem Rückenmark durch elektrische Reizung des einen Beines eine Reihe kräftiger Erregungen zu. Kurze Zeit nach Aufhören der Reizung konnten sie nun in beiden Extremitäten eine Reihe verschiedener Haut- und Sehnenreflexe auslösen. Die Reflexe zeigten rasche Erschöpfung und konnten einige Zeit nach der Reizung nicht mehr ausgelöst werden. Wurde aber dann auf kurze Zeit mit faradischen Strömen gereizt, so erwiesen sich die Reflexe als wieder hergestellt. Die Versuche begannen erst 14 Tage nach der Verletzung und wurden mit gleichbleibendem Erfolge bis zu dem nach weiteren 14 Tagen erfolgtem Tode der Patientin wiederholt. Diese Beobachtungen weisen jedenfalls darauf hin, daß auch im isolierten Rückenmark des Menschen eine Reflexfähigkeit möglich ist, und daß durch starke Reize im Rückenmark ein diese Reize oft ziemlich beträchtliche Zeit (eine Stunde und noch länger) überdauernder Zustand geschaffen wird, der dem zu entsprechen scheint, welcher bei normaler Verbindung mit dem Gehirn dauernd daselbst herrscht. J. M.

Ein bisher unbekannter Fall einer Reizbewegung einer Blumenkrone nach Berührung soll nach *R. Seeger* (*Sitzungsber. Wiener Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl.*, Bd. CXXI, Abt. I, Dezember 1912) bei *Gentiana prostrata Haenke* vorkommen. Diese Pflanze kommt in Europa nur in den österreichischen Alpen vor. Ihre Blüten schließen sich, wie die anderer Arten dieser Gattung, wenn die Temperatur der Luft unter einen bestimmten Punkt herabsinkt. So erfolgt auch das Schließen der Blüten gegen Abend. In gleicher Weise schließen sich diese Blüten auch dann, wenn bestimmte Stellen der Blumenkrone mit einem festen Gegenstand berührt werden. *R. Seeger* hat diese Eigentümlichkeit dadurch entdeckt, daß er beobachtete, wie an dem natürlichen Standorte unter einer Anzahl geöffneter Blüten eine von diesen sich schloß, als ein kleines Insekt in ihren Schlund hineinkroch. Dieses Insekt wurde dadurch für einige Zeit in der Blüte festgehalten. *Seeger* nimmt an, daß diese Eigenschaft der Kronblätter beim Zustandekommen der Bestäubung von Bedeutung sei. Allerdings fehlen noch sichere Beweise dafür, daß es sich hier nicht um eine rein mechanische Wirkung (Ausgleich vorhandener Spannungen bei Berührung geöffneter Blüten), sondern um eine Reizwirkung handelt. Der Verfasser stellt weitere Untersuchungen über diese Schließbewegung der Blumenkrone in Aussicht. K.

Der Verein deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf ist als geschäftsführende Stelle für einen Ausschuß eingesetzt worden, der Einheitsfarben zur **Kennzeichnung von Rohrleitungen** in industriellen Betrieben festgelegt hat. Der Ausschuß hat als kennzeichnende Farben ausgewählt: Grün für Wasser, Gelb für Gas, Blau für Luft, Weiß für Dampf, Grau für Vakuum, Rosa für Säure, Violett für Lauge, Braun für Öl, Schwarz für Teer. Die rote Farbe, welche bisher zur Bezeichnung der elektrischen Hochspannung diente, soll allgemein zur Andeutung von Gefahr dienen, also hohe Spannung, hohe Temperatur oder Konzentration bezeichnen; es wird zu diesem Zweck auf der Grundfarbe der Leitung ein rotes Band angebracht. Wasserstoff soll durch eine gelbe Grundfarbe mit weißer Punktierung und Sauerstoff durch eine braune Grundfarbe mit weißer Punktierung bezeichnet werden. (*Z. d. Ver. d. Ing.* 57, 462, 1913.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 26.

27. Juni 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die experimentelle Chemotherapie und das Problem der inneren Desinfektion bei bakteriellen Infektionen. Von *Prof. Dr. J. Morgenroth, Berlin*. S. 609.

Der Segelflug der Vögel. Von *Dr. C. Wieselsberger, Göttingen*. S. 615.

Über den selektiven und den normalen Photoeffekt. Von *Privatdozent Dr. R. Pohl, Berlin*. S. 618.

Aussichten des Plantagenkautschuks. Von *Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.* S. 621.

Die Monatskarten der Deutschen Seewarte für den Nordatlantischen Ozean. Von *Prof. Dr. G. Schott, Hamburg*. S. 623.

Besprechungen. S. 625.

Astronomische Mitteilungen. S. 628.

Kleine Mitteilungen. S. 629.

VERLAG VON QUELLE & MEYER IN LEIPZIG

Allgemeine Botanik.

Von *Prof. Dr. A. Nathansohn*. 479 Seiten mit 394 Abbildungen und 3 farbigen und 5 schwarz. Tafeln. In Originalbd. M. 10.—.

Die Herausgabe eines neuen Lehrbuches der allgemeinen Botanik ist mit Freude zu begrüßen, denn es existiert... kaum ein deutsches Buch, welches das Gesamtgebiet der allgemeinen Botanik in einer ausführlicheren, allen Teildisziplinen gerecht werdenden Weise behandelt. Nathansohn verläßt in seinem Buche die alte Einteilung in Morphologie, Anatomie und Physiologie der Pflanzen und trachtet die Resultate dieser Wissenschaften innig miteinander zu verbinden... N. erreicht durch die eben geschilderte Art der Darstellung, daß sein Buch sich wesentlich leichter liest, als dies sonst bei Lehrbüchern der Fall ist... Das Buch ist mit Abbildungen reichlichst versehen. Besonders angenehm fallen die vielen Originale auf, die fast durchaus sehr gut gelungen sind... das allen jenen, die sich über die wichtigsten Tatsachen des Pflanzenlebens orientieren wollen, bestens empfohlen werden kann.

Deutsche Literaturzeitung.

Stoffwechsel der Pflanzen.

Von *Prof. Dr. A. Nathansohn*. 480 Seiten. Brosch. M. 12.—. In Originalleinenband M. 13.—.

Dieses Buch wendet sich nicht nur an den auf dem Gebiete selbst tätigen Forscher, sondern besonders an den Studenten, an den mit Problemen anderer Art beschäftigten Fachgenossen, an den Tierphysiologen, dem ein Blick auf die Ergebnisse der Schwesterwissenschaft erwünscht sein könnte, an den Lehrer, der auch nach dem äußeren Abschlusse seiner Ausbildung in Fühlung mit der fortschreitenden Wissenschaft bleiben möchte. Diesem Zweck des Buches gemäß ist es nicht das Bestreben gewesen, eine möglichst große Zahl von Einzelheiten mitzuteilen, sondern an nicht zu vielen, aber hervorragend wichtigen Beispielen den gegenwärtigen Stand der Fragen zu erörtern. Doch ist durch die Wahl der Zitate grundlegender Arbeiten entsprechender Stellen in ausführlichen Handbüchern und neuerer Sammelreferate versucht worden, dem Leser den Weg in die Literatur zu bahnen. Dementsprechend ist auch in stofflicher Hinsicht weniger die unendliche Mannigfaltigkeit der chemischen Verbindungen in den Vordergrund gestellt, als das was den Stoffwechsel aller Pflanzen beherrscht: die beiden Hauptsätze der mechanischen Wärmelehre.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thosing, Leipzig, Thomastus Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Soeben erschienen:

Die Erkrankungen der Blutdrüsen

Von

Professor Dr. Wilhelm Falta,

Wien.

Mit 103 Textabbildungen. — Preis M. 22.—; in Halbleder gebunden M. 24.50.

Soeben erschienen:

Innere Sekretion und Nervensystem

Von

Privatdozent Dr. H. Eppinger-Wien, Dr. R. Hirschfeld-Charlottenburg, Prof. Dr. A. Leri-Paris, Prof. Dr. P. Marie-Paris, Dr. E. Phleps-Graz, Prof. Dr. G. Schickele-Straßburg, Privatdozent Dr. A. Schüller-Wien, Prof. Dr. H. Vogt-Wiesbaden, Privatdozent Dr. J. Wiesel-Wien

(Zugleich Band IV des „Handbuches der Neurologie“)

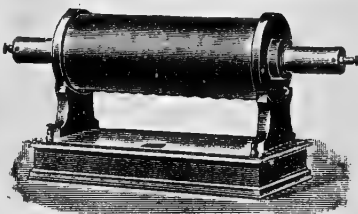
Herausgegeben von Professor Dr. M. Lewandowsky, Berlin.

Mit 56 Abbildungen. — Preis M. 24.—; in Halbleder gebunden M. 26.50.

ZU BEZIEHEN DURCH JEDE BUCHHANDLUNG

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W 35/9, Steglitzerstr. 58.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschienen:

Das Reizleitungssystem im Herzen.

Von **Professor Dr. Franz Külbs, Berlin.**

Mit 12 Textabbildungen. — Preis M. 2.—.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Herdersche Verlagshandlung, Freiburg i. B.: Seite IV — Library of the American Museum of Natural History, New York
Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II,
III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II.

Die experimentelle Chemotherapie und das Problem der inneren Desinfektion bei bakteriellen Infektionen.

Von Prof. Dr. J. Morgenroth, Berlin,

Abteilungsvorsteher am Pathologischen Institut.

Die erfolgreiche ätiologische Forschung der letzten Jahrzehnte hat uns für eine große Anzahl von Infektionskrankheiten, vor allem für die wichtigsten Volkskrankheiten, Tuberkulose, Malaria, Syphilis und die Wundinfektionskrankheiten, *parasitäre Mikroorganismen als Erreger* kennen gelehrt. Die Kenntnis und Klassifikation dieser Mikroorganismen, unter denen pflanzlichen und tierischen Lebewesen ein gleich wichtiger Anteil zukommt, ist durch rastlose Arbeit gefördert worden, ihre Biologie ist dank den Methoden der künstlichen Züchtung und des Tierexperiments erschlossen, die oft sehr komplizierten Bedingungen für das Zustandekommen der Infektion sind vielfach aufgeklärt. Die praktische Medizin benutzte diesen Fortschritt und verarbeitete das reichliche wissenschaftliche Material zu einer glänzend ausgebildeten, exakten *ätiologischen Diagnostik*. Es entwickelte sich weiter in engem Anschluß an die Errungenschaften dieser Mikrobiologie die *Immunitätslehre*, die Wissenschaft von den Antikörpern, und sie bereicherte wiederum die praktische Medizin durch Methoden der *Serumtherapie*, durch den Ausbau der *Schutz- und Heilimpfungen*. Eine *ätiologische Therapie*, die dem infizierten Organismus in seinem Kampf mit den Infektionserregern zu Hilfe kommt, die den genau erkannten Feind direkt zu treffen sucht, ist in lebhafter Entwicklung begriffen. Sie lehrt uns in den *Antitoxinen*, den *baktericiden* und *bakteriotropen Antikörpern* neuartige, vom tierischen Organismus selbst nach geheimnisvollen Gesetzen bereitete, in ihrer chemischen Beschaffenheit noch völlig dunkle Heilmittel kennen.

An diesem Aufblühen der *ätiologischen Therapie der Infektionskrankheiten* nahm zunächst die *arzneiliche Behandlung* einen auffallend geringen Anteil. Der nützliche „Arzneischatz“, der gerade in den letzten Jahrzehnten durch die glänzende Entwicklung der synthetischen Chemie wertvollsten Zuwachs erfahren hatte, *war lange Zeit durch kein ätiologisch wirksames Mittel bereichert worden*. Eine neue Wendung wird erst seit etwa einem Jahrzehnt angebahnt durch die Entwicklung der *experimentellen Chemotherapie der Infektionskrankheiten*.

Ziele und Methodik dieser Forschungsrichtung sind am besten zu erkennen, wenn man von den, zum Teil recht alten, empirischen Vorläufern der neuen Richtung in der Therapie ausgeht.

Lange bevor man etwas vom Wesen der Infektion wissen und die Existenz von Mikroorganismen als Infektionserreger ahnen konnte, hatte eine höchst unwissenschaftliche Erfahrung — deren

Vermittler indianische Zauberer und orientalische Alchymisten gewesen sind — für zwei Infektionskrankheiten, die heute noch zu den allerwichtigsten gehören, *chemische Heilmittel* kennen gelehrt, die *Chinarinde* für die *Malaria* und das *Quecksilber* für die *Syphilis*. Die Wirkung der Chinarinde gegenüber dem Sumpffieber war den Indianern der Provinz Loxa lange vor Eroberung Perus durch die Spanier bekannt; 1820 entdeckten *Pelletier* und *Caventou* das Chinin und Cinchonin, die ersten Repräsentanten der Chinaalkaloide, welche die Träger der spezifischen Wirkung der Chinarinde gegenüber der Malaria darstellen. Die Anwendung des Quecksilbers bei der Syphilis fand mit dem Eindringen dieser Krankheit in Europa um 1500 Eingang. Erst Jahrhunderte später gelang der rationalen Medizin eine weitere Entdeckung dieser Art, als *Stricker* (1876) bald nach *Kolbes* Synthese der Salicylsäure diese als Heilmittel beim akuten Gelenkrheumatismus erkannte.

Man bezeichnet die *Wirkung des Chinins bei Malaria*, des *Quecksilbers bei Syphilis*, der *Salicylsäure beim Gelenkrheumatismus* als *spezifische Wirkungen* in richtiger Erkenntnis des eigenartigen, engen Zusammenhanges einer bestimmten Krankheit und ihres Heilmittels. In diesen drei Beispielen einer spezifischen Therapie ist alles zusammengefaßt, was die Medizin auf dem Gebiet der ätiologischen Therapie der Infektionskrankheiten, soweit Arzneimittel, chemisch bekannte Stoffe, in Betracht kommen, geleistet hat. Es ist dabei bemerkenswert, daß gerade die Erreger der genannten, einer spezifischen arzneilichen Beeinflussung zugänglichen Infektionskrankheiten entweder, wie bei der Malaria (*Laveran* 1880) und Syphilis (*Schaudinn* und *Hoffmann* 1905), erst spät erkannt wurden oder, wie beim akuten Gelenkrheumatismus, heute noch unbekannt sind. Bekanntlich sind wir bei den beiden wirksamsten Schutzimpfungen, über die wir verfügen, bei der Jennerschen Schutzpockenimpfung und der Pasteurschen Impfung gegen die Tollwut, in der gleichen, etwas paradoxen Lage, daß der Erreger der Infektion und damit auch das immunisierende Agens unbekannt ist.

Was die *Wirkungsweise* dieser spezifischen Heilmittel betrifft, so dürfen wir annehmen, daß es sich um direkte *Abtötung* oder *zum mindesten um eine Schädigung oder Entwicklungshemmung der Parasiten innerhalb des menschlichen Organismus* handelt. Es ist anzunehmen, daß auch spezifische Antikörper hierbei mitwirken, wir können aber Umfang und Bedeutung dieses Anteils bis jetzt nicht abgrenzen; höchst wahrscheinlich ist ihre Rolle nur sekundär und schon durch ihr relativ spätes Auftreten eingeschränkt.

Man ist berechtigt, bei diesen Vorgängen von einer „*inneren Desinfektion*“ zu reden und damit die Wirksamkeit der spezifischen Heilmittel innerhalb der Blutbahn und der Gewebe des tierischen

Organismus in Analogie zu setzen mit der Wirkung der Desinfektionsmittel außerhalb des Tierkörpers.

Am besten sind wir in dieser Hinsicht über die Wirkung des Chinins bei der Malaria orientiert. Lange vor der Entdeckung der Malariaparasiten und der Erkenntnis, daß hier tierische Mikroorganismen aus der Klasse der Protozoen vorliegen, hatte der jüngst verstorbene Pharmakologe C. Binz erkannt, daß dem Chinin die besondere Eigenschaft zukommt, schon in sehr geringen Konzentrationen freilebende Protozoen, Amöben und Infusorien, abzutöten. Er hatte aus dieser Beobachtung den bewundernswert kühnen, später durch Laverans Entdeckung der Malariaplasmodien als richtig bewährten Schluß gezogen, daß die durch Chinin spezifisch beeinflussbare Malaria durch Protozoen erzeugt werde, und daß die Chininwirkung bei dieser Erkrankung auf einer Abtötung der Protozoen innerhalb des menschlichen Organismus beruhe.

Betrachten wir die spezifische Chinintherapie der Malaria, wie sie heute geübt wird, so treten uns Regelmäßigkeiten entgegen, die dem ärztlichen Eingreifen bei dieser häufigsten und wichtigsten Krankheit warmer Länder sehr oft den Charakter eines Experiments verleihen. Dies hängt vor allem damit zusammen, daß der Malariaanfall bei frisch Erkrankten einen ganz bestimmten Verlauf zeigt, und daß sein Auftreten und Abklingen mit großer Sicherheit vorauszusagen ist. Bekanntlich ist die Periodizität der Malaria abhängig von einem ganz bestimmten Entwicklungszyklus, den der Malariaparasit im Blute, bei der sogenannten Malaria tropica zum Teil in inneren Organen des Kranken, durchmacht. Systematische Blutuntersuchungen lassen das jeweilige Stadium der Entwicklung der Parasiten erkennen und zeigen, daß es mit dem Auftreten des Fiebers in gesetzmäßigem Zusammenhang steht. So wissen wir, daß bei der Malaria tertiana und quartana der Entwicklungsgang des Parasiten einen Zeitraum von zwei resp. drei Tagen umfaßt, und daß dementsprechend jeden dritten resp. vierten Tag ein Fieberanfall eintritt, welcher mit der Teilung der Parasiten, der sogenannten Sporulation, und deren erneutem Eindringen in die roten Blutkörperchen zusammenfällt. Die Untersuchung des Blutes erlaubt uns, in frischen, unkomplizierten Fällen den Eintritt der Sporulation beinahe auf die Stunde vorauszusagen und das Chinin im günstigsten Zeitpunkt anzuwenden, um den neuen Fieberanfall zu verhüten.

Tatsächlich hat die Tropenmedizin von diesem unzähligemale wiederholten Experiment am Menschen, das durch klinische Beobachtung und mikroskopische Blutuntersuchung scharf kontrolliert werden kann, den besten und nützlichsten Gebrauch gemacht und die wirksame Dosierung sowie den zweckmäßigen Zeitpunkt für die Chinintherapie der Malaria festgestellt. Gewiß ein bedeutender Fortschritt — aber der entscheidende und neue Erfolge verheißende Schritt zur experimentellen Chemotherapie auf diesem Gebiet ist noch zu tun. Bekanntlich ist die Therapie und die Prophylaxe der Malaria, wie sie durch das Chinin geübt wird, noch mit schweren Mängeln behaftet, von denen hier nur

die unangenehmen Nebenwirkungen der zu ausreichendem Effekt nötigen Chinindosen, die Gefahr des Schwarzwasserfiebers, das schon durch kleine Chiningaben ausgelöst werden kann, die Schwierigkeit einer dauernden Heilung, d. h. der vollständigen Vernichtung der Parasiten, erwähnt seien. Nun ist die chemische Struktur des sehr komplizierten Chininmoleküls, an deren Erforschung seit Jahrzehnten ausgezeichnete Chemiker mit Erfolg gearbeitet haben, gerade in den letzten Jahren durch die Arbeiten von P. Rabe vollständig aufgeklärt worden und die Synthese des Alkaloids in den Bereich der Möglichkeit gerückt. Auf alle Fälle ist für die chemische Variation des Moleküls, die schon früher in mancher Richtung mit Erfolg ausgeführt wurde, jetzt eine breite und sichere wissenschaftliche Basis gegeben. Wenn auch die Synthese des Chininmoleküls selbst angesichts des niedrigen Preises des natürlichen Produkts nicht mehr im entferntesten das hohe praktische Interesse besitzt, wie in früheren Zeiten, so muß sie doch aus einem neuen praktischen Postulat heraus erstrebt werden, welches dringend von der experimentellen Chemotherapie aufgestellt wird, denn nur die Synthese gibt der Chemie die Freiheit, die zahlreichen Derivate des Chinins aufzubauen, wie sie die biologische Wissenschaft benötigt.

Es unterliegt für mich keinem Zweifel, daß binnen kürzester Zeit in engem Zusammenarbeiten der medizinischen und chemischen Forschung eine neue Ära der experimentellen Therapie der Malaria beginnen muß, deren Endziel dahin geht, den bisher gebrauchten Naturstoff, das Chinin, zu einem idealen Heilmittel zu „veredeln“, oder ein solches nach dem Prinzip der Chininsynthese neu aufzubauen.

Die Prüfung neuer Mittel dieser Art kann zweifellos durch das Experiment am Menschen, wie es die Natur durch den infizierenden Mosquito unzähligemal vorbereitet, unter gewissenhaftester Beobachtung des „nil nocere“ geschehen. Zugrunde liegt dann diesem Vorgehen die Methodik der experimentellen Chemotherapie, deren Bedingungen in ziemlich vollkommener Weise erfüllt werden können. Aus den eben geschilderten Verhältnissen bei der Malaria können wir diese Prinzipien der experimentellen Chemotherapie leicht ableiten:

1. Möglichst vollständige experimentelle Beherrschung und sichere Voraussage des spontanen Krankheitsverlaufs;

2. günstige Beeinflussung dieses Verlaufs durch ein Arzneimittel von bekannter chemischer Konstitution;

3. Aufsuchen optimal wirkender Verbindungen aus derselben oder einer verwandten chemischen Gruppe durch inniges Zusammenarbeiten der synthetischen Chemie und experimentellen Biologie.

Wir werden im folgenden sehen, daß gerade auf dem hier als Beispiel herangezogenen Gebiet der Chinaalkaloide nicht nur von seiten der Chemie, sondern auch von seiten der Biologie die Bedingungen für ein zielbewußtes Fortschreiten der experimentellen Chemotherapie erfüllt sind, und zwar durch die ausgiebige Verwendung des Tierversuchs, dessen

Entwicklung als der eigentlichen Domäne der experimentell-chemotherapeutischen Forschung wir jetzt kurz zu betrachten haben.

Es muß hier mit allem Nachdruck betont werden, daß die oben geforderte Reform der Malariatherapie zunächst auf das gründlichste durch den Tierversuch vorbereitet werden muß, wobei allerdings die Malariainfektion als solche ausscheidet, da die Malariaparasiten bekanntlich nicht auf Tiere übertragbar sind. Die hier maßgebenden Momente können im Zusammenhang mit unserem Thema nicht ausführlich behandelt werden; sie sind hauptsächlich in der weiter zu besprechenden *systematischen Einführung der Chinaalkaloide in den chemotherapeutischen Tierversuch* enthalten.

Haben wir im vorausgehenden an einem ungewöhnlich günstig gelegenen Fall aus der menschlichen Pathologie, wie ihn die Malaria darstellt, die *Grundprinzipien der experimentellen Chemotherapie* demonstrieren können, so müssen wir uns weiterhin etwas eingehender mit dem *chemotherapeutischen Tierversuch* beschäftigen. Tatsächlich hat sich fast ausschließlich auf diesem Gebiet die entscheidende Entwicklung der experimentellen Chemotherapie abgespielt, und im wesentlichen dürfte allgemein auch in Zukunft das Tierexperiment der Vorläufer chemotherapeutischer Versuche am Menschen bleiben. Die beiden Hauptvorteile, welche den Tierversuch unentbehrlich machen, sind leicht zu erkennen. Zunächst fällt die weitgehende Rücksicht weg, welche gebietet, jede Schädigung durch das Heilmittel zu vermeiden; gerade die ausschlaggebende Erkenntnis der chemotherapeutischen Brauchbarkeit des ersten Repräsentanten einer wichtigen chemischen Gruppe wird oft erreicht durch Anwendung von Dosen, die durch ihre toxische Wirkung das Versuchstier schädigen oder töten (Atoxyl, Chinin). Weiterhin erlaubt in den meisten Fällen nur der Tierversuch die völlige experimentelle Beherrschung des Infektionsverlaufs, welche die Beurteilung therapeutischer Wirkung von Anfang an auf eine sichere Basis stellt. Wenn wir unsere Versuchstiere mit Streptococcen, Pneumococcen, Rotlaufbazillen, Trypanosomen infiziert haben, sind wir in der Lage, den tödlichen Ausgang der Krankheit mit absoluter Sicherheit vorauszusagen, den Verlauf durch Wahl des Infektionsmaterials und der Impfmethode bis auf Stunden zu beherrschen, die Entwicklung der Mikroorganismen innerhalb des Tierkörpers in jedem Moment zu untersuchen und so jede Beeinflussung der Infektion durch chemotherapeutische Agentien, mag sie nun geringfügig oder bedeutend, vorübergehend oder dauernd sein, festzustellen. Täuschungen werden vermieden durch große Versuchsreihen mit zahlreichen Kontrollversuchen.

Den Ausgangspunkt für diese rationelle experimentelle Chemotherapie bildeten Infektionen mit *Trypanosomen*, tierischen Parasiten aus der Klasse der Flagellaten, die sich auf kleine Versuchstiere leicht übertragen ließen; bei diesen nimmt dann die Krankheit einen schnellen und regelmäßigen Verlauf, der um so leichter mikroskopisch zu verfolgen ist, als sich die Vermehrung der relativ

großen, bei schwacher Vergrößerung schon durch ihre Beweglichkeit leicht wahrnehmbaren Parasiten im strömenden Blute vollzieht.

Die Trypanosomen wurden besonders in das Interesse weitester Kreise gerückt, als man in einer Trypanosomenart (*Trypanosoma Gambiense*) die Erreger der menschlichen Schlafkrankheit erkannte. Zunächst zeigten Erfahrungen am Krankenbett, daß dem Atoxyl, einer relativ ungiftigen organischen Arsenverbindung, wenigstens im ersten Stadium der furchtbaren Krankheit, eine ausgesprochene, wenn auch unsichere Heilwirkung zukommt.

Besonders gewisse Trypanosomenarten, wie z. B. die Erreger der bekannten Tsetsekrankheit der Haustiere des tropischen Afrika (*Trypanosoma Brucei*) lassen sich auf kleine Versuchstiere, speziell weiße Mäuse übertragen. Sie entwickeln sich bei diesen Tieren im Blut, vermehren sich außerordentlich rasch durch Längsteilung, und ihrer unaufhaltsam fortschreitenden Vermehrung erliegen die Versuchstiere in 3—4 Tagen. Untersucht man einen Blutstropfen der Tiere vor dem Tod, so sieht man das Gesichtsfeld von Trypanosomen wimmeln. Es genügt, einen Tropfen dieses parasitenhaltigen Blutes einer gesunden Maus unter die Haut zu spritzen, um mit Sicherheit die Krankheit auch auf diese zu übertragen. Man züchtet so, indem man immer wieder von Maus auf Maus impft, die Trypanosomen viele Jahre lang im Laboratorium fort und erzeugt mit ihnen sicher tödliche Infektionen der Versuchstiere.

Dieses vortreffliche Versuchsobjekt, wie es die mit Trypanosomen infizierte Maus darstellt, wurde zuerst von *Laveran* und *Mesnil* zu chemotherapeutischen Versuchen benutzt; man darf diesen Fortschritt in der Versuchstechnik als eine entscheidende Wendung für die Entwicklung der experimentellen Chemotherapie ansehen.

Laveran und *Mesnil* fanden zunächst, daß auch im Tierversuch dem Atoxyl eine deutliche Wirkung auf die Trypanosomeninfektion zukomme. *Ehrlich* entdeckte dann mit seinem Mitarbeiter *Shiga* die Wirkung gewisser Azofarbstoffe, *Plimmer* und seine Mitarbeiter die starken Heileffekte, wie sie durch Antimonverbindungen, vor allem den bekannten Brechweinstein, hervorgebracht werden. Wenige Beispiele dürften so geeignet sein, die wunderbaren und neuartigen Wirkungen, die der chemotherapeutische Versuch bietet, zu veranschaulichen, als die Heilung einer mit Trypanosomen infizierten Maus durch Brechweinstein. Einige Stunden vor dem Tode des Tieres, zu einer Zeit, wo ein aus der Schwanzvene entnommener Blutstropfen mehrere Hunderttausende von Trypanosomen im Kubikmillimeter enthält, injiziert man subkutan eine für das Tier selbst unschädliche Brechweinsteinlösung. Entnimmt man dann in kurzen Intervallen durch Abschneiden der Schwanzspitze einen Blutstropfen, so sieht man schon nach wenigen Minuten eine deutliche Verminderung der Trypanosomen, es treten Degenerationsformen der Parasiten auf, und nach mehreren Stunden ist kein *Trypanosoma* mehr zu sehen, das Blut ist parasitenfrei und bleibt es bei geeigneter Versuchsanordnung für immer. Diese

verblüffende Raschheit der Wirkung ist allerdings nur löslichen Antimonverbindungen eigen.

Den bedeutendsten Fortschritt hatte die aufblühende Chemotherapie zweifellos dem Eingreifen *Ehrlichs* und seiner Mitarbeiter zu verdanken. Gleichzeitig von der chemischen und biologischen Seite her wurde das *systematische Studium der Arsenverbindungen* begonnen und in jahrelanger Arbeit mit glänzendem Erfolge durchgeführt. Den entscheidenden Wendepunkt zu rapidem Fortschritt bildete die Auffindung der wahren Konstitution des Atoxyls (p-Amidophenylarsinsäure) durch *Ehrlich* und *Berthelm*. Die prinzipielle chemotherapeutische Bedeutung der Reduktionsprodukte der Phenylarsinsäuren, der Derivate des Phenylarsenoxys und Arsenobenzols, wurde aufgeklärt, eine Reihe äußerst wirksamer Derivate des Arsenobenzols wurde dargestellt. Ohne die günstigen Bedingungen des Versuches an trypanosomenkranken Tieren wäre ein derartig rascher Fortschritt kaum denkbar gewesen.

Auf biologischem Gebiet wurden an demselben günstigen Objekt von *Ehrlich* und seiner Schule zwei Erscheinungen entdeckt, deren Kenntnis für die Weiterentwicklung der Chemotherapie Voraussetzung war, die *Arzneifestigkeit der Trypanosomen* und die *Entstehung der serumfesten Trypanosomenrassen*, der sogenannten *Recidivstämme*. Das Auftreten der arzneifesten Parasiten im Gefolge ungenügender chemotherapeutischer Behandlung des Wirtstieres beruht darauf, daß die überlebenden Mikroorganismen rasch unempfindlich gegen das Heilmittel werden. Man kann es durch systematische Versuche dahin bringen, daß selbst die größten Mengen der wirksamsten Heilmittel ohne jeden Einfluß auf die Trypanosomen bleiben. Das Bemerkenswerteste ist, daß diese, jedesmal nur gegen eine bestimmte chemische Gruppe von Heilmitteln gerichtete *spezifische Resistenz der Parasiten*, einmal erworben, sich durch zahlreiche Generationen unvermindert erhält. Der Wirtswechsel der Protozoen scheint einen Bruch dieser Arzneifestigkeit herbeizuführen. Auf das Entstehen der Recidivstämme, welche eine kaum geahnte Raschheit und Mannigfaltigkeit der biologischen Wandlungsfähigkeit der Trypanosomen erkennen lassen, kann hier nur hingewiesen werden. Bemerkt sei noch, daß das Auftreten der spezifischen Arzneifestigkeit nicht auf die Trypanosomen beschränkt ist, sondern neuerdings auch bei der Chemotherapie bakterieller Infektionen (*Pneumococcen*) beobachtet und eingehend untersucht wurde.

Inzwischen war noch ein weiteres großes Gebiet von Infektionskrankheiten für die experimentelle chemotherapeutische Bearbeitung gereift, das Gebiet der *Spirillose*. Hierher rechnet man das Rückfallfieber, die Framboesie und Syphilis des Menschen und die brasilianische Hühnerspirillose, alles Erkrankungen, als deren Erreger Spirillen resp. Spirochäten anzusehen sind, Mikroorganismen, denen man entweder ihre Stellung unter den Protozoen anweist oder eine Mittelstellung zwischen diesen und den Bakterien zuschreibt.

Die Hühnerspirillose, für die schon durch ihr

natürliches Vorkommen das Versuchstier gegeben war, und die Recurrensinfektion, die auf Mäuse übertragbar ist, führen, ähnlich wie die Trypanosomeninfektion der Maus, zu einer Vermehrung der Parasiten im Blut. Die Syphilisspirochäte dagegen ist vorwiegend ein Gewebsparasit und zeigte sich auch als solcher im Tierversuch, als es den Bemühungen ausgezeichneter Forscher gelungen war, auch diese Infektion auf Versuchstiere zu übertragen. Nachdem schon Uhlenhuth auf dem Gebiete der experimentellen Chemotherapie der Spirillose methodisch wichtige Resultate erzielt hatte, zog *Ehrlich* und *Hata* dieselben in den Bereich ihrer systematischen Versuche, die zu dem Salvarsan (Dioxydiamidoarsenobenzol) führten, dessen Anwendung dann mit dem bekannten Erfolg auf die Spirochätenerkrankungen beim Menschen, Syphilis, Rückfallfieber und Framboesie, übertragen wurde. Bei der Framboesie, der in den Tropen eine große Bedeutung zukommt, scheint die Wirkung des Mittels mit einer Schnelligkeit und Sicherheit einzutreten, die es mit den günstigsten Erfahrungen beim Tierexperiment aufnimmt.

Mit dieser Entwicklung, wie sie hier nur kurz skizziert werden konnte, hatte sich die experimentelle Chemotherapie in geradezu glänzender Weise der Infektionen mit *Protozoen* und der zu diesen gehörigen oder ihnen äußerst nahestehenden *Spirochäten* bemächtigt und war in einem außerordentlichen, verheißungsvollen Fortschritt weit über das hinaus gegangen, was die erfolgreiche Empirie auf diesen Gebieten geleistet hatte.

Unberührt von diesem Fortschritt blieb zunächst ein großes und wichtiges Gebiet, das der *bakteriellen Infektionen*. Hier hatte seit *Behrings* Entdeckung der Antitoxine die experimentelle Therapie große Erfolge zu verzeichnen. Es war nicht nur gelungen, die Gifte der Bakterien durch spezifische Antikörper unschädlich zu machen, sondern es gelang auch, mit Hilfe der baktericiden Antikörper die im Organismus vegetierenden Bakterien selbst abzutöten oder mit Hilfe der bakteriotropen Antikörper ihre Aufnahme und Vernichtung durch die Phagocyten zu veranlassen.

Vollständig dagegen versagten Versuche der sogenannten inneren Desinfektion bei Bakterieninfektionen. Es sei daran erinnert, daß *Robert Koch*, nachdem er die starke desinfizierende Wirkung, welche das Quecksilbersublimat in vitro auf Milzbrandbazillen ausübt, studiert hatte, in kühnen Versuchen daran ging, auch die im Blute des infizierten Kaninchens rasch sich vermehrenden Milzbrandkeime durch Sublimatinjektionen abzutöten und so durch einen chemotherapeutischen Eingriff die Tiere vor dem sicher tödlichen Ausgang der Infektion zu retten. Die Versuche mißlangten. Später nahm *Behring* in ausgedehnten systematischen Arbeiten, bei welchen er eine große Anzahl von Desinfektionsmitteln prüfte, diese Bestrebungen wieder auf, welche er mit folgenden resignierten Worten abschließen mußte: „Als ich vor nunmehr zehn Jahren im pharmakologischen Institut des Professors *Binz*, des eifrigsten Vorkämpfers der ätiologischen Therapie, meine experimentellen Studien über die

Heilbarkeit von bakteriellen Infektionskrankheiten begann, da war die Hoffnung noch nicht ausgeschlossen, daß unter der großen Zahl von bakterienfeindlichen Mitteln sich auch eines oder das andere finden werde, welches bei der Tuberkulose, bei der Diphtherie, bei Milzbrand und bei anderen gut bekannten Bakterienkrankheiten dieselbe Rolle spielen könnte, wie das Chinin bei der Malaria. Diese Hoffnung hat mich und viele andere Untersucher getäuscht. Es darf fast als ein Gesetz betrachtet werden, daß die lebenden tierischen und menschlichen Körperzellen um ein Mehrfaches empfindlicher sind gegenüber den Desinfektionsmitteln als die bis jetzt bekannten Bakterien, so daß, ehe die Bakterien durch ein Desinfektionsmittel abgetötet oder am Wachstum im Blute und in den Organen verhindert werden, der infizierte Tierkörper schon vorher von diesem Mittel getötet wird. Der Pessimismus derjenigen, die voraussagten, „eine Desinfektion am lebenden Organismus ist für alle Zeiten unmöglich“ schien danach nur zu sehr gerechtfertigt zu sein, und wie wenig der Hinweis auf die Chininwirkung als Gegenargument Eindruck machte, das kann man sich leicht vorstellen. Einerseits handelt es sich bei der Malaria um Parasiten, die mit den Bakterien nichts zu tun haben, andererseits fehlt ja auch jetzt noch immer ein zwingender Beweis für die Zurückführung der Chininwirkung auf seine Eigenschaften als ätiologisches Antidot.“

Einen der Gründe für die Unmöglichkeit der inneren Desinfektion durch die außerhalb des Organismus wirksamen bakterientötenden Desinfektionsmittel erkannte Behring selbst in der Behinderung, welche die Wirkung der allgemeinen Desinfektionsmittel in eiweißhaltigen Flüssigkeiten und so auch in der Blut- und Gewebsflüssigkeit der Versuchstiere erleidet. Dieser Faktor trat in neuerer Zeit bei Versuchen von Ehrlich und Bechhold mit Desinfektionsmitteln hervor, welche außerhalb des Organismus in besonders kräftiger Weise auf Diphtheriebazillen wirkten; es war dies eine Reihe von halogenierten Phenolen. In serumhaltigen Medien jedoch versagte diese Wirkung vollständig und so kam es, daß beim infizierten Tier nicht der geringste Erfolg erzielt werden konnte, obwohl die unbedeutende Giftigkeit dieser Mittel die Behandlung mit sehr hohen Dosen erlaubte.

Eine irrige Voraussetzung der früheren Versuche zur inneren Desinfektion lag zweifellos in der außerordentlichen Überschätzung der Wirkung der Desinfektionsmittel *in vitro*. Dieselbe hing damit zusammen, daß man die Bedeutung minimaler Mengen des Desinfektionsmittels verkannte, welche den Bakterien anhaften, ihre Entwicklung hemmen und so eine Abtötung vortäuschen, wo nur eine Art Lähmung oder Scheintod im Spiele ist. Entfernt man, bevor man durch Übertragung in geeignete Kulturmedien prüft, ob die Bakterien durch das Desinfektionsmittel abgetötet sind, durch besondere Maßnahmen die letzten Spuren desselben, so kann man feststellen, daß lange Einwirkung relativ hoher Konzentrationen von Sublimat oder Karbolsäure die Bakterien noch nicht abgetötet hat.

Es ist nach dem Gesagten klar, daß alle die be-

kannten Desinfektionsmittel, deren Wirkung durch den Eiweißgehalt der tierischen Körperflüssigkeiten aufgehoben wird, für chemotherapeutische Verwendung ausgeschlossen sind.

Daß die Resignation, mit welcher man von der Aufgabe einer inneren Desinfektion bei bakteriellen Infektionen abließ, doch nicht berechtigt war, und daß auf diesem so schwierigen Gebiet von der chemotherapeutischen Forschung nützliche Arbeit geleistet werden kann, das haben erst die letzten Jahre gelehrt.

Die ersten Erfolge auf diesem Gebiet, die mir und meinem Mitarbeiter R. Levy gelangen, knüpfen an die systematische chemotherapeutische Erforschung derjenigen Alkaloide an, die wegen ihrer nahen chemischen Verwandtschaft mit dem Chinin, und weil sie zum Teil auch in den Chinarinden vorkommen, als *Chinaalkaloide* bezeichnet werden. Hier ergab sich als Grundlage rationeller Forschung gerade in letzter Zeit die Möglichkeit eines engen Zusammenwirkens biologischer und chemischer Methodik, da, wie erwähnt, gerade die Konstitutionsermittlung dieser kompliziert gebauten Verbindungen ihren Abschluß gefunden hatte.

Es ist leider nicht möglich, hier auf die Untersuchungen einzugehen, die zunächst an Tieren ausgeführt wurden, die mit *Trypanosomen* infiziert waren. Hier zeigte sich, daß unter den zahlreichen untersuchten Derivaten des Chinins zweien eine bevorzugte Stellung zukomme, dem *Hydrochinin* und dem *Äthylhydrocuprein* (Morgenroth und Halberstaedter).

Das Hydrochinin entsteht aus dem Chinin durch katalytische Reduktion, indem zwei Wasserstoffatome addiert werden; die für das Chinin charakteristische und für seine antiparasitäre Wirkung wichtige Methoxygruppe bleibt erhalten. Wird diese Methoxygruppe weiterhin durch die Äthoxygruppe ersetzt, so gelangt man zum *Äthylhydrocuprein*¹⁾.

Das Äthylhydrocuprein ist nun das erste Präparat, welches im chemotherapeutischen Tierversuch eine ausgesprochene spezifische Wirkung gegenüber einer fortschreitenden, mit Sicherheit zum Tode führenden Infektion mit hochpathogenen Bakterien, und zwar mit *Pneumococcen*, entfaltete. Der neue Zweig der Chemotherapie besitzt nicht nur hohes theoretisches Interesse, sondern verlangt auch vom ärztlichen Gesichtspunkt aus volle Aufmerksamkeit, da der *Pneumococcus* zu den wichtigen Erregern schwerer Infektionskrankheiten des Menschen gehört. Es sei hier vor allem an die Lungenentzündung (*Pneumonia fibrinosa*) und an das fortschreitende Geschwür der Hornhaut des Auges (*Ulcus serpens*) erinnert.

Für die Durchführung systematischer Tierversuche bietet der *Pneumococcus* verhältnismäßig günstige Bedingungen, da eine Reihe der im Laboratorium gebrauchten Tiere für die Infektion mit diesem Mikroorganismus empfänglich sind. Infiziert man eine Maus, indem man ihr eine kleine

¹⁾ Die Bezeichnung deutet die Verwandtschaft mit einem Chinaalkaloid, dem Cuprein, an, das früher aus der Rinde von *Remijia cuprea* gewonnen wurde.

Menge einer Reinkultur des Pneumococcus unter die Haut oder in die Bauchhöhle einführt, so entwickelt sich in kurzer Zeit eine schwere Infektion. Die Pneumococci dringen bald in die Blutbahn ein, vermehren sich dort in kurzer Zeit schrankenlos, und die Mäuse erliegen binnen wenigen Tagen der Infektion.

Man ist nun in der Lage — um kurz den Haupterfolg der neuen Behandlung zu präzisieren —, indem man zu gleicher Zeit mit der Infektion die Behandlung der Versuchstiere durch subcutane Injektion des Äthylhydrocuprein beginnt, den Ausbruch der Erkrankung ein für allemal zu verhindern, die in den Organismus eingeführten Bakterien, bevor sie überhaupt zur Entwicklung kommen, abzutöten.

Bringt man bei einer Anzahl von weißen Mäusen eine geringe Menge einer hochvirulenten Pneumococcenkultur (es genügen hier oft Verdünnungen einer Bouillonkultur im Verhältnis eins zu einer Million) in die Bauchhöhle, so tritt nach einer anfänglichen geringen Verminderung der Bakterienzahl bald eine ungehemmte Vermehrung der Mikroorganismen ein. Ihre Zahl in der Bauchhöhle wird immer größer, nach einigen Stunden bereits dringen sie in das Blut ein und vermehren sich dort; und unter dem Bild dieser Bakteriämie erliegen die Versuchstiere oft schon innerhalb 24 Stunden der Infektion. Gewöhnlich regelt man im Experiment die Stärke der Infektion so, daß die unbehandelten Mäuse nach Ablauf von 40—48 Stunden tot sind.

Die Behandlung besteht nun darin, daß man gleichzeitig mit der Injektion der infizierenden Bakterien in die Bauchhöhle der Tiere subcutan Lösungen des Heilmittels einspritzt. Man kann wässrige Lösungen leicht löslicher Salze des Äthylhydrocuprein benutzen oder — was sich als wirksamer erwiesen hat — Lösungen der Alkaloidbase selbst in Olivenöl. Die letzteren geben langsam das Alkaloid an die Blutbahn ab und bringen es in stetige Berührung mit den zu beeinflussenden Mikroorganismen.

Auf diese Weise gelingt es, oft erst durch mehrmalige Behandlung, alle oder fast alle Tiere einer großen Versuchsreihe zu retten, die Pneumococci in der Bauchhöhle abzutöten und damit die Entstehung der tödlichen Bakteriämie zu verhindern. Bemerkenswert ist, daß diese Vernichtung der Bakterien nicht, wie dies bei der Wirkung baktericider Antikörper häufig der Fall ist, unter Mitwirkung der weißen Blutkörperchen, der sogenannten Freßzellen oder Phagocyten, vor sich geht, sondern daß die Pneumococci einfach in der Bauchhöhle einem Auflösungsprozeß unterliegen.

Auch bei fortgeschrittener Infektion gelingt die Heilung noch, und es ist — wenn auch nicht mit derselben Sicherheit — möglich, die in das Blut eingedrungenen und dort reichlich vermehrten Mikroorganismen durch das Mittel abzutöten. *Es liegt also in dem Äthylhydrocuprein ein spezifisches Heilmittel gegenüber der Pneumococceninfektion der Maus vor.*

Der Verlauf der Pneumococceninfektion bei der

Maus unter dem Bilde der foudroyant entstehenden Bakteriämie weicht ganz wesentlich von dem Bilde der wichtigsten Pneumococceninfektion beim Menschen, der fibrinösen Pneumonie, ab. Hier ist der krankhafte Prozeß zunächst auf die Lungen beschränkt, in deren Alveolen die Pneumococci sich vermehren, und der Ausgang ist glücklicherweise in der Mehrzahl der Fälle ein günstiger durch den Eintritt der Krise. Auch hier dringen übrigens meistens die Pneumococci in das Blut ein, und der ungünstige Verlauf der Krankheit wird gerade durch die fortschreitende Vermehrung derselben im Blut gekennzeichnet. Es wäre also auch hier von entschiedenem Wert, wie im Versuch bei der Maus, das Eindringen der Pneumococci ins Blut und ihre Vermehrung in der Blutbahn zu verhindern; aber es taucht vor allem die Frage auf, ob man die in der Lunge sich entwickelnden Pneumococci beeinflussen könne.

Die experimentelle Erzeugung von Pneumonien ist nicht leicht, doch gelingt es bei Meerschweinchen, indem man besonders geeignete Pneumococcenkulturen direkt in das Lungengewebe einführt, eine Pneumonie hervorzubringen, die in ihrem anatomischen Bilde der sogenannten katarthalschen Pneumonie des Menschen gleicht und, wenn man ihren Verlauf nicht beeinflusst, unter Entstehung einer Bakteriämie zum Tode der Versuchstiere führt. Daß es Neufeld und Engwer gelang, auch diese *experimentelle Pneumonie* durch Anwendung des Äthylhydrocuprein zu coupieren, gibt uns die Berechtigung, auch eine günstige Beeinflussung des lokalen Prozesses in der Lunge des Menschen zu erwarten.

Von Wichtigkeit ist es, daß Neufeld und Engwer bei dieser Meerschweinchenpneumonie durch Kombination des Äthylhydrocuprein mit einem spezifischen, durch Immunisierung von Pferden mit Pneumococci erhaltenen Heilserum bessere Resultate erhielten als mit jedem dieser Agentien allein, eine Beobachtung, die auch von Boehncke bei der Pneumococceninfektion der Maus bestätigt wurde.

Die Wirkung des Äthylhydrocuprein ist offenbar eine spezifische und dabei allgemeine, d. h. sie erstreckt sich auf alle Bakterienkulturen verschiedener Herkunft, die durch die Gesamtheit ihrer Merkmale als echte Pneumococci charakterisiert sind.

Schon oben wurde kurz bemerkt, daß bei der *Chemotherapie der Pneumococceninfektion* ebenso wie bei der Behandlung der Trypanosomeninfektion das Phänomen der sogenannten *Arzneifestigkeit* in die Erscheinung tritt. Führt man die Behandlung einer Maus mit Dosen des Mittels aus, die zur Heilung nicht ausreichen, so erliegt das Versuchstier, wenn auch mit einer größeren oder geringeren Verzögerung, schließlich der Infektion. Überträgt man die Pneumococci nun auf eine neue Maus, so findet man, daß dieselben bereits schwerer durch das Mittel zu beeinflussen sind, und nach einigen Generationen erhält man einen Pneumococcenstamm, der vollkommen unempfindlich gegenüber dem chemotherapeutischen Agens ist und dies auch

durch viele Generationen hindurch bleibt. Das-
selbe Resultat kann man durch entsprechende Ein-
wirkung des Mittels auf die Pneumococcen außer-
halb des Tierkörpers, im Reagenzglas, erreichen.

Was nun den Zusammenhang zwischen chemi-
scher Konstitution der Chinaalkaloide und ihrer
chemotherapeutischen Wirkung gegenüber der
Pneumococceninfektion betrifft, so wird die einiger-
maßen vollständige experimentelle Behandlung
dieser Frage gewiß noch Jahre erfordern. Ein
wichtiges Prinzip läßt sich wohl jetzt schon aus-
sprechen, daß nämlich die spezifische Wirkung in
engem Zusammenhang mit dem Ersatz der schon
oben erwähnten Methoxygruppe des Chinin- resp.
Hydrochininmoleküls durch die Äthoxygruppe
steht, und zwar scheint diese letztere Seitenkette
das Optimum der Wirkung zu ergeben. Am ge-
nauesten ist dieses Verhalten beim Übergang
vom Hydrochinin zu der homologen Äthoxyver-
bindung, dem Äthylhydrocuprein, untersucht. Es
zeigt sich hier eine *sprunghafte Änderung* in dem
Verhalten: dem Hydrochinin kommt, auch in
größten Dosen, höchstens eine geringe, ganz un-
regelmäßige verzögernde Wirkung gegenüber der
Pneumococceninfektion der Maus zu. Geht man
von der optimalen Äthoxyverbindung zu höheren
Homologen über, so tritt bei der Isopropyl- und
Propylverbindung eine Verringerung der Wirkung
ein, die bereits bei dem nächst höheren Homologen,
der Isobutylverbindung, wieder auf Null sinkt.
*Diese besondere Bedeutung der Äthoxygruppe für
das Zustandekommen der Pneumococcenwirkung
bei den Chinaalkaloiden* tritt auch in anderen
homologen Reihen hervor durch die mehr oder
weniger sprunghafte Steigerung der Wirkung
gegenüber der Methoxygruppe.

Der chemotherapeutischen Wirkung des Äthyl-
hydrocuprein im Tierversuch liegt nun eine *un-
gemein starke antiseptische Wirkung* zugrunde, die
nach den bisherigen Erfahrungen spezifisch, d. h.
nur gegen Pneumococcen, nicht gegen anders-
artige Bakterien, gerichtet ist. A. E. Wright
machte im Anschluß an die erfolgreichen chemo-
therapeutischen Versuche zuerst die wichtige Be-
obachtung, daß das lösliche Salz des Äthylhydro-
cuprein auch außerhalb des Tierkörpers noch in
sehr starken Verdünnungen die Pneumococcen ab-
tötet; bei längerer Einwirkung genügen nach
Wright noch Verdünnungen von 1 : 800 000.

Vor allem aber zeigte es sich in Wrights Unter-
suchungen, daß die Wirkung des Äthylhydrocuprein
auf die Pneumococcen im Reagenzglas durch die
Anwesenheit des Blutserums nicht gestört wird.
*So führt der Weg über den Tierversuch zur Kennt-
nis eines hochwertigen, spezifischen, in eiweißhaltigen
Lösungen wirksamen Antiseptikums.* Das
Blutserum von Menschen, welche das Mittel einge-
nommen haben, von Tieren, denen man es injiziert
hat, zeigt demgemäß antiseptische Eigenschaften
gegenüber den Pneumococcen; die Pneumococcen
bilden ihrerseits das feinste, empfindlichste
Reagens auf Äthylhydrocuprein.

Bei der Milzbrandinfektion des Menschen und
der Versuchstiere hat sich neuerdings das Salvarsan

als wirksam gezeigt, so daß man erwarten darf, daß
ebenso wie bei den Protozoen- und Spirilleninfek-
tionen auch auf dem Gebiete bakterieller Infektionen
die Arsenverbindungen Bedeutung gewinnen werden.

Durch die Auffindung einer *Chemotherapie der
Pneumococceninfektion* ist der Bann gebrochen,
der bisher das Vordringen chemotherapeutischer
Methoden in das Gebiet bakterieller Infektionen
aufgehalten hat. Damit ist der Weg zu einer erfolg-
reichen inneren Desinfektion gewiesen, der wohl
auch bei den Pneumococceninfektionen des Men-
schen bald zu den erwünschten praktischen Ergeb-
nissen führen wird.

Der Segelflug der Vögel.

Von Dr. C. Wieselsberger, Göttingen.

Zu einer der interessantesten Arten des freien
Fluges gehört sicherlich der Segelflug, der von
manchen Vögeln sehr häufig angewendet wird. Das
Charakteristische desselben besteht im wesentlichen
darin, daß der Vogel, ohne Flügelschläge auszu-
führen, sich durch die Luft bewegt und dabei nicht
an Höhe verliert; im Gegenteil ist es ihm möglich,
sich auf diese Weise in größere Höhen zu erheben.
In letzterem unterscheidet er sich von dem Gleit-
fluge, der stets eine nach abwärts gerichtete Flug-
bahn aufweist. Aus dieser Erklärung des Segel-
fluges ergibt sich nun, daß er ohne Kraftaufwand
von seiten des Vogels, also ohne Energieverbrauch
vor sich geht. Wir wissen jedoch, daß jeder durch
die Luft bewegte Körper entgegen seiner Bewe-
gungsrichtung einen Widerstand erfährt, zu dessen
Überwindung eine Kraft nötig ist. Ein dauernder
Flug ohne Kraftaufwand würde daher im Wider-
spruch mit dem Energieprinzip stehen und deshalb
unmöglich sein. Es muß indessen auf die Tatsache
hingewiesen werden, daß der Segelflug nie bei
ruhiger Luft, sondern nur bei Wind zustande
kommen kann, und wie wir sehen werden, ist es
gerade die Energie des Windes, welche dem Be-
wegungswiderstand als Äquivalent gegenübersteht.

Nicht alle Vögel verstehen sich auf den Segel-
flug. Hauptsächlich sind es Mövenarten (Albatros,
Silbermöve, Schwarzmantel), die ihn mit Ele-
ganz ausführen; ferner beherrschen ihn der
Kondor, Adler, Falke, Storch und andere mit großer
Geschicklichkeit. Die Flugorgane der „Segler“ sind
in aerodynamischer Hinsicht äußerst günstig ge-
formt. Die Flügel besitzen im Verhältnis zu ihrer
Breite eine sehr große Spannweite und weisen eine
nach unten konkave Wölbung auf. Wie die experi-
mentelle Forschung in Übereinstimmung mit der
Theorie gezeigt hat, sind Tragflächen von dieser
Form sehr wirksam, wenn sie sich quer zur Wind-
richtung erstrecken, denn sie besitzen für kleine An-
stellwinkel (Winkel der Sehne des Flügelprofils mit
der Windrichtung) bei verhältnismäßig großem Auf-
trieb einen sehr geringen Widerstand. Auftrieb und
Widerstand sind als Komponenten des gesamten
Luftwiderstandes aufzufassen und ergeben sich
dadurch, daß man den Gesamtwiderstand R

(s. Fig. 1), den die Fläche erfährt, derart in zwei Komponenten zerlegt, daß die eine (W) in die Flugrichtung fällt, die andere senkrecht dazu steht (A). Erstere repräsentiert dann den in Flugrichtung wirkenden Widerstand, letztere die hebende Kraft oder den Auftrieb. Für Flächen von großer Spannweite und geringer Breite ist nun der Auftrieb sehr viel größer als der Widerstand, sodaß mit einer verhältnismäßig geringen Zugkraft, die eben dem Widerstand äquivalent ist, ein großes Gewicht schwebend erhalten werden kann. Beispielsweise ist nach den neueren Untersuchungen für eine rechteckige Fläche mit einem Seitenverhältnis 9 : 1 und 1 : 26 Wölbung der Auftrieb 14 mal so groß als der Widerstand bei einem Anstellwinkel von $\alpha = 3^\circ$. (Für diese Verhältnisse ist Fig. 1 gezeichnet.) Nach

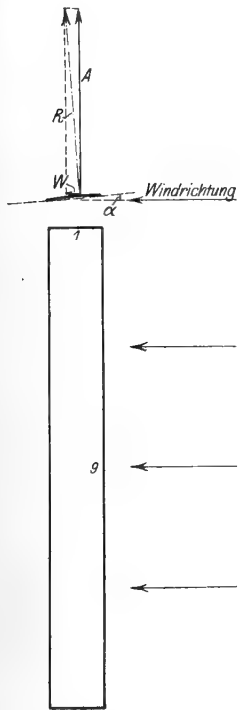


Fig. 1.

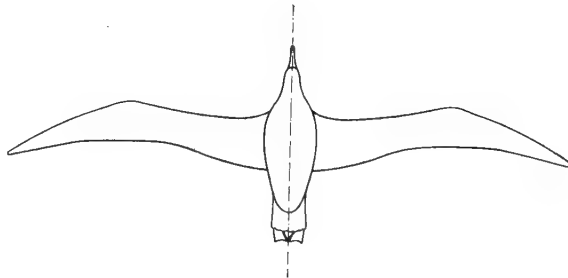


Fig. 2.

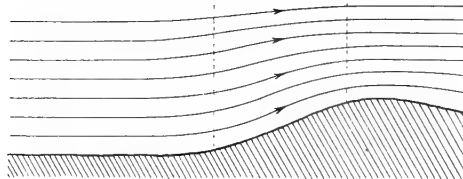


Fig. 4.

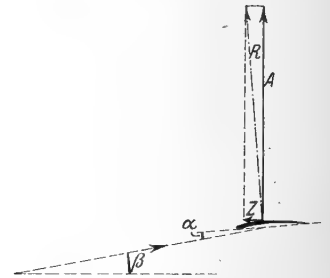


Fig. 3.

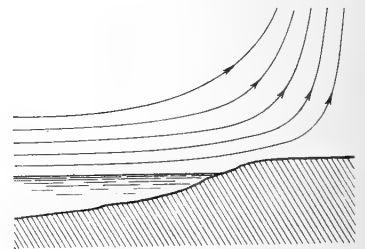


Fig. 5.

ähnlichen Grundsätzen sind die Flügel der Segelflieger gebaut. Durch die glatte Form des Rumpfes ist weiterhin Sorge getragen, daß dieser nur einen minimalen Luftwiderstand verursacht; die Füße werden beim Fluge eingezogen und schließen sich in manchen Fällen fast vollkommen an den Körper an. So bildet der Segelflieger durch seine organische Form ein in flugtechnischer Hinsicht äußerst vollkommenes Gebilde. Einer der besten Segler, der Albatros, ist in Fig. 2 im Grundriß dargestellt, wobei besonders die im Verhältnis zur Spannweite sehr schmalen Flügel ins Auge fallen, sodaß die erwähnten günstigen Luftwiderstandsverhältnisse in hohem Maße gegeben sind.

Die Tatsache des Segelfluges steht nach den von vielen Forschern gemachten Beobachtungen zweifellos fest. Außerdem gibt es des öfteren Gelegenheit, denselben an verschiedenen einheimischen Vögeln,

z. B. am Adler zu beobachten. Es sei hier die Schilderung wiedergegeben, die Darwin in seinem Werke „Reise eines Naturforschers um die Welt“ über den Segelflug des Kondors gibt: „In der Nähe von Lima beobachtete ich mehrere dieser Vögel beinahe eine halbe Stunde lang, ohne auch nur einmal mein Auge wegzuwenden; sie bewegten sich in großen Bogen, schwenkten im Kreise herum, senkten und erhoben sich, ohne einen einzigen Flügelschlag zu tun. Als sie dicht über meinem Kopfe hinglitten, beobachtete ich sehr scharf in schräger Richtung die Umrisse der einzelnen endständigen Federn in jedem Flügel; wäre die geringste schwin- gende Bewegung dagewesen, so würden diese einzelnen Federn wie verschmolzen erschienen sein; sie hoben sich aber einzeln gegen den blauen Him-

mel ab. Der Kopf und Hals wurden deutlich und gewaltsam bewegt; die ausgestreckten Flügel schienen den Stützpunkt zu bilden, auf welchem die Bewegungen des Halses, Kopfes und Schwanzes wirkten. . . . Die Kraft, welche nötig ist, die Impulsgröße eines sich in einer horizontalen Ebene in der Luft (wo so wenig Reibung vorhanden ist) bewegenden Körpers zu erhalten, kann nicht groß sein; und diese Kraft ist alles, was etwa nötig ist.“

Wenn wir dazu übergehen, die Erklärung für das Zustandekommen des Segelfluges zu geben, so müssen wir auf den bereits erwähnten Umstand zurückgreifen, daß das Segeln nur in bewegter Luft stattfinden kann. Doch ist hierbei die gleichförmige, horizontale Luftbewegung auszuschließen, denn nach dem Prinzip der Relativbewegung ist es in bezug auf die Kräfte einerlei, ob sich der Vogel in einer ruhenden oder in einer gleichförmig horizontal be-

wegen Luftmasse befindet. Die Bedingungen, unter welchen der Segelflug möglich ist, sind hingegen folgende:

1. Der Wind muß, im Falle er gleichförmig ist, eine nach aufwärts gerichtete Geschwindigkeitskomponente besitzen.
2. Der Wind muß ungleichförmig sein und zwar
 - a) in bezug auf Stärke,
 - b) in bezug auf Richtung in einer Vertikalebene.

Am einfachsten sind die Verhältnisse im Falle 1 des aufsteigenden Luftstromes. Die Windrichtung bilde mit der Horizontalen einen Winkel β und treffe den Flügel unter einem Anstellwinkel α (Fig. 3). Den resultierenden Luftwiderstand R zerlegen wir in eine vertikale Komponente A und in eine horizontale Komponente Z . Erstere ergibt den Auftrieb und muß gleich dem gesamten schwebenden Gewichte sein. Z ist die nach vorwärts treibende Kraft, die dem Schraubenzug beim Maschinenflug entspricht und in diesem Falle das Ergebnis des aufwärts gerichteten Luftstromes ist. Es genügt bereits ein ziemlich kleiner Winkel β , um das Segeln zu ermöglichen, da ja, wie wir wissen, Tragflächen bzw. Flügel gerade bei kleinen Anstellwinkeln flugtechnisch äußerst günstig wirken. Wenn wir der Frage nach der Entstehung eines aufwärts gerichteten Luftstromes näher treten wollen, so kann ein solcher durch die Bodenformation in der Weise hervorgerufen werden, daß die Luft gegen geneigtes Gelände ansteigt und dadurch nach oben abgelenkt wird, wie das in Fig. 4 veranschaulicht ist. In diesem Falle wäre das Segeln in dem durch die gestrichelten Linien abgegrenzten Bereich möglich. Andererseits können thermische Einflüsse eine solche Strömung erzeugen, und die Entstehung des Seewindes läßt sich beispielsweise auf derartige Ursachen zurückführen. Durch die Sonnenwärme wird die Bodenfläche ziemlich rasch erwärmt, während der vom Wasser bedeckte Teil infolge der großen spezifischen Wärme des Wassers sich nur sehr langsam erwärmt. Die Folge davon ist, daß auf dem Lande die warme Luft aufzusteigen beginnt und vom Wasser her als Ersatz Luft nachströmt, so daß sich die in Fig. 5 schematisch dargestellte Luftbewegung ergibt. Bereits O. Lilienthal, der sich eifrig mit der Frage des Segelfluges beschäftigte, hat Untersuchungen über die aufwärts gerichtete Komponente des Windes gemacht. Die Versuche wurden in einer freien, horizontalen Ebene in der Nähe von Berlin ausgeführt und dabei die Windrichtung bis zu 10 m Entfernung vom Boden beobachtet. Wie das Diagramm eines solchen Versuches zeigt (Fig. 6), stellte sich dabei heraus, daß im Mittel die Windrichtung um 3–4° nach aufwärts gerichtet ist. Das Ergebnis ist etwas überraschend, wird aber wohl noch problematisch aufzufassen sein, da weitere Versuche in dieser Richtung nur sehr spärlich vorliegen.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn der Segelflug durch wechselnde horizontale Geschwindigkeit bei sonst gleichmäßiger Beschaffenheit des

Windes zustande kommt (Fall 2 a). Hier hat man es mit einer vollständig andern Art des Segelfluges zu tun als bisher. Ohne auf die Theorie, bei der ziemlich komplizierte dynamische Verhältnisse in Betracht kommen, näher einzugehen, wollen wir uns der Betrachtung nur qualitativ zuwenden. Von den prinzipiellen Vorgängen hierbei gewinnt man am besten eine Vorstellung durch ein mechanisches Modell, das *Bazin* und *Lanchester*, beide unabhängig voneinander, angegeben haben. Es besteht aus einer wellenförmigen Bahn, die durch vier Rollen beweglich ist, so daß das Ganze einen Wagen vorstellt (Fig. 7). Steht nun das Modell auf einer horizontalen Ebene, und läßt man bei *A* eine Kugel ablaufen, ohne ihr einen Anstoß zu erteilen, wobei

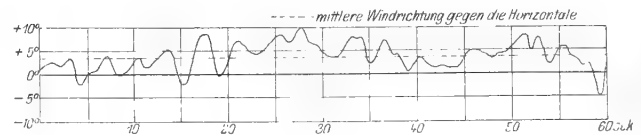


Fig. 6.

man den Wagen mit gleichförmiger Geschwindigkeit von rechts nach links bewegt, so ist klar, daß die Kugel niemals den höher gelegenen Punkt *B* erreichen kann. Erteilt man hingegen dem Wagen einen Ruck, also beschleunigte Bewegung, wenn die Kugel bei *C*, bzw. *D* angekommen ist, ferner eine verzögerte Bewegung, wenn sie sich bei *E* befindet, so wird dadurch Energie auf sie übertragen und sie wird den höher gelegenen Punkt *B* erreichen. Auf das Problem des Segelfluges übertragen, entspricht die Kugel dem segelnden Vogel, die wellenförmige Bahn der Flugbahn, und die wechselnde Geschwindigkeit des Wagens stellt die veränderliche Windgeschwindigkeit vor. Ist daher die momentane Geschwindigkeit geringer als die mittlere Geschwin-

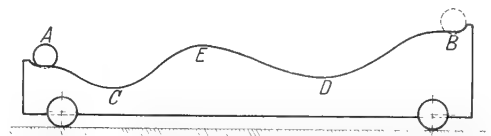


Fig. 7.

digkeit, so wird der Vogel sinken; sobald aber eine größere Geschwindigkeit einsetzt, wird er in die Höhe getragen. Die Flugbahn wird eine wellenförmige Linie darstellen und daher die Höhenlage des Vogels fortwährend wechseln.

Daß die Windstärke großen Schwankungen unterworfen ist und somit die Bedingungen der eben geschilderten Art des Segelfluges gegeben sind, kann kaum einem Zweifel unterliegen. In dieser Richtung liegen auch bereits mehrere Beobachtungen vor, die alle darin übereinstimmen, daß die Windgeschwindigkeit zeitlich wie örtlich einem großen Wechsel unterworfen ist. In Fig. 8 ist der zeitliche Verlauf der Windstärke nach einer von Prof. v. d. Borne gemachten Registrierung wiedergegeben, die dies sehr schön vor Augen führt.

Außer der Windstärke ist bei der natürlichen Luftbewegung auch die Richtung des Windes Schwankungen unterworfen, wie auch auf dem Lilienthalschen Diagramm (Fig. 6) zu sehen ist. Es läßt sich zeigen, daß durch solche Schwankungen der Windrichtung in einer Vertikalebene ebenfalls der Segelflug zustande kommen kann (Fall 2b). Wird eine Luftbewegung angenommen, die die Richtung z. B. nach dem Sinusgesetz periodisch

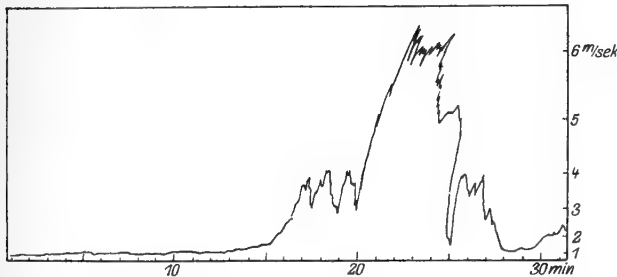


Fig. 8.

wechselt, so daß jedoch die mittlere Richtung horizontal bleibt, so sind die Bedingungen hierfür erfüllt. Es ergibt sich bei Annahme einer geeigneten Tragfläche, die sich in diesem pendelnden Strom befindet, als Mittelwert des Widerstandes während einer Periode ein negativer Wert — d. h. Vortrieb —, während der Auftrieb stets positiv bleibt. Der Grund dieses Verhaltens liegt naturgemäß in den

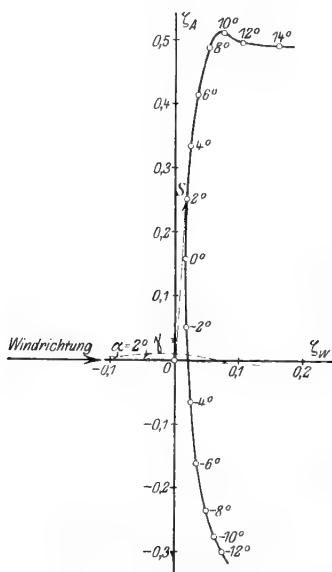


Fig. 9.

günstigen Luftwiderstandsverhältnissen der Flächen, die der Untersuchung zugrunde gelegt sind. Die gewölbte Fläche besitzt, außer den bereits anfangs hervorgehobenen günstigen Eigenschaften, noch den Vorteil, daß die Luftkräfte bei positivem Anstellwinkel (= Strömung gegen die konkave Seite) erheblich größer sind als bei negativem Anstellwinkel (Strömung gegen die konvexe Seite). In Fig. 9 sind die spezifischen Luftkräfte der bereits eingangs

betrachteten Fläche (Fig. 1) von 9 : 1 Seitenverhältnis und $\frac{1}{26}$ Wölbung in Polardarstellung wiedergegeben. Die spezifischen Kräfte sind von 0 aus nach Größe und Richtung den verschiedenen Anstellwinkeln entsprechend aufgetragen und bis zum Schnitt mit der Kurve abzunehmen. Die Windrichtung ist horizontal in Pfeilrichtung angenommen. Für einen Anstellwinkel von beispielsweise $\alpha = 2^\circ$ ist der spezifische Luftwiderstand durch die Strecke OS, der Winkel des Luftwiderstandes mit der Windrichtung durch den Winkel γ bestimmt. Diese Darstellung zeigt deutlich die Überlegenheit der nach aufwärts gerichteten Kräfte gegenüber den nach unten gerichteten. Nach den Untersuchungen von A. Betz ergibt diese Fläche bei Annahme einer Schwankung der Windrichtung um $\pm 10^\circ$ den Widerstand Null; bei größeren Schwankungen erhält man Vortrieb, also eine der Windrichtung entgegengesetzte Kraft.

Noch günstiger gestalten sich die Verhältnisse bei Annahme einer Luftbewegung, die nicht nur die Richtung auf die eben beschriebene Weise, sondern auch die Stärke ständig wechselt.

Eine Reihe von Möglichkeiten stehen also, wie wir gesehen haben, zur Ausführung des Segelfluges zu Gebote, und der segelnde Vogel, der mit seinem Element wohl vertraut ist, wird sich diese instinktiv zunutze machen. Unwillkürlich drängt sich uns dabei die Frage auf, ob sich schließlich auch der Segelflug mit Flugmaschinen erreichen läßt, so daß ein Flug ohne dauernden Kraftaufwand möglich wäre. Die erste Art des Segelfluges, bei der die aufsteigende Luftströmung das Schweben zustande bringt, ist zweifellos auch mit Flugapparaten zu erreichen. Lilienthal, der seine bekannten Gleitflüge von einer Anhöhe aus ausführte, hat des öfteren, wenn der Wind gegen den Hügel strich, Flüge von bedeutend größerer Dauer ausgeführt, als es der Flugdauer bei ruhiger Luft entsprach. Auch die Gebrüder Wright haben in Amerika mit einem motorlosen Apparat Flüge unter denselben Verhältnissen ausgeführt, und es soll ihnen im Jahre 1911 ein richtiger Segelflug von 9 Minuten Dauer gelungen sein. Was hingegen die zweite Art, den dynamischen Segelflug, betrifft, so liegen hier die Verhältnisse bedeutend ungünstiger. Denn während einerseits die Bedingung hierfür ein unregelmäßiger Wind mit böigem Charakter ist, dessen Stärke und Richtung möglichst wechselt, ist andererseits eine derartige Luftbewegung für unsere heutigen Flugapparate der gefährlichste Gegner, der schon manchen verhängnisvollen Absturz herbeigeführt hat. Diese Tatsache läßt der Hoffnung auf Erreichung des künstlichen Segelfluges wohl wenig Raum.

Über den selektiven und den normalen Photoeffekt.

Von Dr. R. Pohl, Berlin.

Nach der elektromagnetischen Theorie besteht einfarbiges Licht aus periodischen, transversalen

elektrischen Schwingungen. Innerhalb konzentrischer Kugelschalen, die sich vom Emissionszentrum mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km/sec ausbreiten, und deren Abstand man als Wellenlänge bezeichnet, befindet sich ein elektrisches Feld mit sinusförmiger (\sim) Verteilung der elektrischen Kraft, deren Maximalamplitude in intensiver Sonnenstrahlung etwa ± 5 Volt/cm beträgt, im Lichte eines Sternes 6. Größe jedoch noch unsere Netzhaut zu reizen vermag, wenn sie nur etwa 10^{-6} Volt/cm mißt. Von dem magnetischen Feld, das beim Fortschreiten des elektrischen Feldes auftritt, können wir im folgenden absehen. Es sei nur bemerkt, daß es in einer zur Ebene des elektrischen Feldes senkrechten Ebene, der sogenannten Polarisationsebene, liegt und daß seine maximale Feldstärke im Sonnenlicht etwa dem zehnten Teil unseres horizontalen magnetischen Erdfeldes gleichkommt. Die Wellenlänge, also den Abstand zweier aufeinander folgender Kugelschalen, finden wir im sichtbaren Licht zwischen $8 \cdot 10^{-5}$ und $4 \cdot 10^{-5}$ cm (rot bzw. violett) und im ultravioletten Licht bis herab zu $1 \cdot 10^{-5}$ cm. Andere Wellenlängen des elektromagnetischen Spektrums nennen wir nicht mehr Licht, sondern je nach ihrer Größe Röntgenstrahlen ($\lambda \sim 10^{-9}$ cm), ultrarote Wärmewellen (10^{-4} bis $3 \cdot 10^{-2}$ cm) oder elektrische Wellen (2 mm bis zu vielen Kilometern).

Fallen elektrische Lichtwellen auf einen Körper, in dem sich Elektronen befinden, so werden diese Elektronen in Bewegung gesetzt und wenn diese Elektronen imstande sind, die Oberfläche des Körpers als freie Kathodenstrahlen zu verlassen, so spricht man von einer *lichtelektrischen Elektronenemission*. Man hat bei ihr zwei getrennte Phänomene zu unterscheiden, die man als *normalen* und *selektiven* Photoeffekt bezeichnet, und deren Merkmale man sich zweckmäßig an einem mechanischen Beispiel veranschaulicht: Denken wir uns einen Zug fortschreitender Wasserwellen, der einen Schwimmer hebt und senkt und diesem dadurch Energie zuführt. Dann sind zwei Fälle möglich: Der Schwimmer kann erstens elastisch an eine Ruhelage gebunden sein, etwa mit einer Spiralfeder. Er gerät durch die ankommenden Wellenzüge in Schwingungen und die Amplitude dieser Schwingungen kann, falls die Schwingungsdauer der Wasserwellen der Eigenschwingungsdauer des Schwimmers nahekommt, so groß werden, daß die Feder bricht und der Schwimmer davonfliegt, und zwar nicht in einer beliebigen Richtung, sondern in einer solchen, die in der Schwingungsebene der Wasserteilchen enthalten ist und senkrecht zu ihrer Fortpflanzungsrichtung steht. Oder es kann zweitens ein Schwimmer ohne elastische Bindung auf den Wasserwellen auf- und niedergehen, mittels irgend einer einfachen Mechanik, z. B. eines Steigrades, eine Feder spannen, und die Energie dieser gespannten Feder vermag dann nach Belieben dazu zu dienen, irgend eine Arbeit zu leisten, etwa eine Kugel, eventuell auch den eigenen Schwimmer, fortzuschleudern, und zwar in einer ganz beliebigen Richtung, die durchaus nicht in die Schwingungsebene der Wasserteilchen hineinzufallen oder senk-

recht zur Fortpflanzungsrichtung der Wellen zu stehen braucht.

Im Falle, daß wir Licht statt Wasserwellen und Elektronen statt der Schwimmer haben, sprechen wir vom *normalen Photoeffekt*, wenn wir das zweite, vom *selektiven*, wenn wir das erste unserer mechanischen Bilder gebrauchen können. Für die normale Elektronenemission ist es ohne Belang, unter welchem Winkel das Licht auf die Oberfläche des Körpers, z. B. eines Metalles, auffällt und in welcher Ebene das elektrische Feld des Lichtes schwingt. Es ist gleichgültig, ob die Schwingungen, wie im polarisierten Licht, dauernd in einer Ebene erfolgen, oder ob sich die Schwingungsebene rasch und regellos um die Fortpflanzungsrichtung eines natürlichen Lichtstrahls herumdreht, stets ist die Zahl der emittierten Elektronen proportional der absorbierten Lichtenergie, wie sie sich aus den optischen Eigenschaften des bestrahlten Metallspiegels berechnen läßt. Die normale Emission beginnt auf Seite der längeren Wellen bei einer durch den chemischen Charakter der bestrahlten Moleküle bedingten Grenze, die bei den Metallen der Alkali- und Erdalkaligruppe im Ultraroten, bei den anderen im Sichtbaren oder gar im Ultravioletten liegt. Von dieser Grenze, die sich übrigens aus verschiedenen Gründen nicht als eine scharfe und wohldefinierte Wellenlänge bestimmen läßt, steigt die Ausbeute an Elektronen pro Kalorie absorbierten Lichtenergie kontinuierlich mit abnehmender Wellenlänge (vgl. Kurve *N* in Fig. 2). Vorausgesetzt ist, daß das Licht der einzelnen Wellenlängen nicht sehr verschieden tief in das bestrahlte Metall eindringt und so in den Spektralgebieten geringer Reflexion und großer Eindringungstiefe (Grenzfall: durchsichtiger Körper!) den angeregten Elektronen das Entweichen aus der Oberfläche des Körpers unmöglich macht. Ein näher untersuchtes Beispiel dieser Art bietet das Calcium, bei dem unterhalb von $\lambda \sim 350 \mu\mu$ in der normalen Elektronenemission ein Minimum auftritt, falls man nicht durch streifende Inzidenz des Lichtes dafür sorgt, daß auch in dem schlecht reflektierten Spektralgebiet unterhalb $\lambda \sim 350 \mu\mu$ das eindringende Licht so dicht unter der Oberfläche verläuft, daß die Mehrzahl der angeregten Elektronen, ohne stecken zu bleiben, den Weg bis zur Oberfläche zurücklegen kann. Man mißt eben stets nur die Zahl der Elektronen, die das Metall verlassen, nicht die Zahl derer, die wirklich vom Licht in Bewegung gesetzt werden. Versuche, auch die Zahl der letzteren zu bestimmen, setzen die genaue Kenntnis des Absorptionskoeffizienten des erregenden Lichtes wie der angeregten Elektronen voraus, und Experimente dieser Art befinden sich erst im Anfangsstadium. Die Hauptschwierigkeit liegt in der relativ kleinen Geschwindigkeit der Elektronen und der durch sie bedingten hohen Absorbierbarkeit. Die Geschwindigkeit beträgt etwa 6 bis $12 \cdot 10^7$ cm/sec, was einer Beschleunigung des Elektrons durch eine elektrische Spannung von der Größe 1—4 Volt entspricht. Die Geschwindigkeit steigt mit abnehmender Wellenlänge, wahrscheinlich der Wurzel aus dieser umgekehrt proportional, und es ist sehr bemerkenswert, daß eine lineare Extrapolation

bis auf die Wellenlänge der Röntgenstrahlen ($\lambda \sim 10^{-9}$ cm) auf Elektronengeschwindigkeiten von $1-2 \cdot 10^{10}$ cm/sec führt, wie man sie tatsächlich beobachtet, wenn man statt des Lichtes Röntgenstrahlen zur Erregung der Elektronen verwendet. Der Proportionalitätsfaktor zwischen der kinetischen Energie der Elektronen und der Frequenz des erregenden Lichtes scheint dabei direkt das Plancksche „Wirkungselement“ zu ergeben und kann möglichenfalls bei präziser numerischer Bestimmung zur Deutung dieser ebenso merkwürdigen wie vielseitig anwendbaren Konstanten dienen¹⁾.

Der Mechanismus der normalen lichtelektrischen Elektronenemission ist noch ganz unbekannt und gewinnt auch nicht an Klarheit durch seine weiteren, seltsamen, in diesem Berichte nicht angeführten Eigenschaften. Unser oben benutztes zweites mechanisches Bild mit Schwimmer, Steigrad und Feder führt uns nur allgemein auf eine lokale Anhäufung von Energie, die dann in irgend einem explosionsartigen Vorgang ein Elektron ausschleudert, für dessen Bahn die Orientierung des erregenden elektrischen Feldes ganz ohne Einfluß ist, worin wir das Charakteristikum des normalen Photoeffekts erblicken.

Dem normalen gegenüber steht der *selektive* Photoeffekt. Er findet als reines Resonanzphänomen seine Analogie in dem ersten unserer beiden mechanischen Bilder, dem durch Wellenzüge angeregten, *elastisch* befestigten Schwimmer. Nur elektrische Lichtwellen, deren Frequenz der Eigenschwingungszahl des Elektrons nahekommt, vermögen das Elektron bis zum Abfliegen zu beschleunigen. Die selektive Emission ist daher auf ein relativ *enges Wellenlängenintervall beschränkt*. Die kleine Tabelle 1 gibt in der zweiten Spalte die Resonanz-

Tabelle 1.

Metall	$\lambda_0 =$ Resonanz- Wellenlänge	$r =$ Atomradius	$\frac{\lambda_0}{r} = \text{const.}$
Rubidium	ca. 480 $\mu\mu$	$2,55 \cdot 10^{-8}$ cm	1,88
Kalium	435 $\mu\mu$	2,37	1,83
Natrium	340 $\mu\mu$	1,84	1,85
Lithium	280 $\mu\mu$	1,57	1,79

wellenlänge der Elektronen für die Atome der Alkaligruppe und die Fig. 1 zeigt, wie die Zahl der Elektronen pro Kalorie absorbierten Lichtenergie in Form einer Resonanzkurve im Spektrum zu beiden Seiten der Eigenwellenlänge abfällt. Aber diese Emission findet, ganz im Sinne unseres mechanischen Schwingungsbildes, nur statt, wenn das *elektrische* Feld des Lichtes eine zur Metalloberfläche *senkrecht* stehende Komponente besitzt. Beim Auffallen des Lichtes auf einen Spiegel eines Alkalimetalles beobachten wir nur den normalen Photoeffekt (Kurve *N* in Fig. 2), solange das Licht *senkrecht* eintritt oder bei schräger Inzidenz so polarisiert ist, daß sein elektrisches Feld *parallel* zur Me-

talloberfläche schwingt. Die Resonanzelektronen schwingen eben in der Richtung des elektrischen Feldes, können nur in dessen Richtung von ihrem Atom abfliegen und das Metall naturgemäß nicht verlassen, wenn sie keine zur Oberfläche senkrechte Geschwindigkeitskomponente besitzen. Erzeugen wir jedoch eine solche Komponente, indem wir im natürlichen Licht von senkrechter Inzidenz zu schrägem Einfall übergehen, oder bei schräger Inzidenz die Schwingungsebene des elektrischen Vektors durch

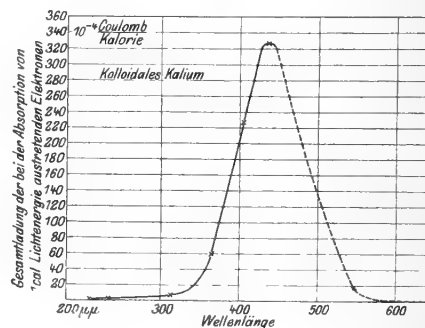


Fig. 1.

Drehung der Polarisationssebene aus seiner der Metalloberfläche parallelen Lage herausdrehen, so erhalten wir nicht nur die Elektronen des normalen Effektes, sondern auch die des selektiven, die sich bei Messungen längs des Spektrums in ihrer resonanzartigen Verteilung dem ständigen Anstieg der normalen Emission überlagern (Kurve $N+S$ in Fig. 2). In der Regel übertrifft die selektive Emission die normale erheblich, in einem extremen Falle läßt der Maßstab der Fig. 1 die normale Emission des Kaliums kaum erkennen, da sie sich selbst bei $\lambda = 230 \mu\mu$ nur wenig über die Nulllinie erhebt. Die

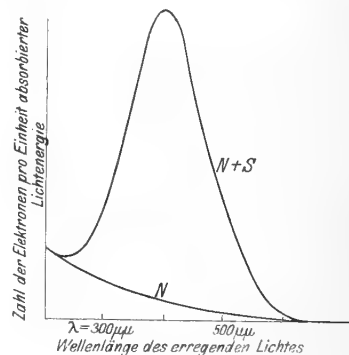


Fig. 2 (schematisch).

Eigenwellenlänge des Resonanzelektrons steht in auffälliger Beziehung zum Radius des Atoms, sie ist ihm innerhalb der Versuchsfehler proportional (vgl. die 3. und 4. Spalte Tab. 1) und dies führt auf die Vermutung, daß die Elektronen des selektiven Photoeffektes der Oberfläche des Atomes angehören. Dafür spricht ferner die erhebliche Resonanzbreite, die als Störung bzw. Dämpfung der Elektronenschwingungen durch die Nachbaratome zu deuten ist. Zur Entscheidung dieser Frage wird man später den Abstand und die gegenseitige Beeinflussung der

¹⁾ Vgl. dazu das Referat von H. Sieveking, ds. Zs. 1, 393, 1913 und M. Born, ebenda, S. 499.

Atome variieren müssen, indem man das Metall teils bei sehr tiefen Temperaturen, teils im dampfförmigen Zustand untersucht.

Auch die Abhängigkeit der Elektronenfrequenz von der chemischen Bindung des Atoms weist auf eine periphere Lage, in der man bekanntlich die chemischen Valenzelektronen vermutet. Man hat beim Zusatz von Hg und Tl zum Kalium eine Verschiebung der Eigenwellenlänge um 60 bzw. 150 $\mu\mu$ beobachtet, und in Fällen festerer chemischer Vereinigung ist die Verschiebung ins Ultraviolette so erheblich, daß im Spektralbereich von 230 bis 700 $\mu\mu$ allein die normale Emission erhalten bleibt. Genaue Messungen über die Lage und Breite der Resonanzgebiete in Molekülen wohldefinierter Metallverbindungen versprechen interessante Aufschlüsse über die chemischen Kräfte, die die Atome im Molekülverband aneinander fesseln, und es scheint neuerdings zu gelingen, aus der Eigenfrequenz des selektiven Photoeffekts der Komponenten die Verbindungswärme einer Reaktion zu berechnen.

Leider ist es sehr mühselig, chemisch und physikalisch wohl definierte Metalloberflächen in der für die lichtelektrischen Messungen erforderlichen Beschaffenheit herzustellen. Am günstigsten sind noch die Verhältnisse bei den stark oxydablen, aber leicht schmelz- und verdampfbaren Alkalimetallen und mit Sicherheit hat sich das selektive Resonanzphänomen nur für die Metalle dieser Gruppe nachweisen lassen. Die Resonanzgebiete scheinen für die Mehrzahl der Metalle bei sehr kleinen Wellenlängen zu liegen und hier erschwert neben anderem die große Eindringungstiefe des Lichtes in die unterhalb $\lambda \sim 250 \mu\mu$ schlecht reflektierenden Metalle die Beobachtung in gleicher Weise, wie dies oben für den normalen Photoeffekt ausgeführt wurde.

Befinden sich diese und andere theoretische Fragen über den selektiven Photoeffekt, wie z. B. die nach dem Einfluß seiner Elektronen auf die optischen Eigenschaften des Metalles, noch im Stadium der ersten Versuche, so steht es mit der praktischen Anwendung der selektiven Elektronenemission erheblich besser, sie ist für Photometriezwecke aller Art außerordentlich geeignet, da die Zahl der Elektronen und der ihnen entsprechende Strom der Lichtintensität in den weitesten Grenzen, zwischen $\frac{1}{1000}$ Meterkerzen und der Helligkeit der Sonne, proportional ist. *Elster* und *Geitel*, denen die Erforschung der lichtelektrischen Elektronenemission so viel verdankt, haben schon vor 20 Jahren auf die Benutzung der Alkalimetalle zu Photometriezwecken hingewiesen, sie haben u. a. den Lichtwechsel während astronomischer Finsternisse, das zeitliche Abklingen des Phosphoreszenzlichtes u. a. mehr quantitativ verfolgt, ohne daß die lichtelektrische Photometrie die Verbreitung gefunden hätte, die ihrer Einfachheit und Bequemlichkeit entspricht. Es scheint, daß die bis vor kurzem unbekannte Überlagerung zweier so verschiedenartiger Phänomene, wie des normalen und des selektiven Effekts, und die Abhängigkeit ihres gegenseitigen Verhältnisses von

der Orientierung der erregenden Lichtschwingung manche Unsicherheit der Beobachtung erzeugt hat, die man heute bei der Kenntnis der Eigenheiten beider Arten der Emission leicht vermeiden kann. In der Praxis geschieht dies wohl am einfachsten dadurch, daß man das Alkalimetall in Form einer „schwarzen“, d. h. alles einfallende Licht absorbierenden Hohlraumfläche herstellt und dabei gleichzeitig das Metall in zahllose feine Kügelchen auflöst, deren der Lichteindringungstiefe vergleichbarer Durchmesser einem möglichst großen Bruchteil der angeregten Elektronen das Entweichen aus der Metalloberfläche gestattet. Die Messungen der Fig. 1 beziehen sich auf den Fall einer derartigen Fläche kolloidalen Kaliums, wobei zu bemerken ist, daß man bei Anwendung des Prinzips der Stoßionisation die primäre Elektronenemission benutzen kann, um einen etwa 100 mal intensiveren Elektrizitätstransport auszulösen. Oberhalb von $\lambda = 550 \mu\mu$, im gelben und roten Teil des Spektrums, läßt die Methode lichtelektrischer Photometrierung allerdings noch zu wünschen übrig, da es noch nicht gelungen ist, den selektiven Effekt des Rb oder gar des Cs in ähnlichem Grade zur Ausbildung zu bringen, wie am K in der Fig. 1. Wer sich für weiteres aus der Praxis der Photometrierung interessiert, sei auf ein Referat des Herrn *H. v. Dechend* auf Seite 313 d. J. verwiesen, während die Arbeiten des Verfassers und *P. Pringsheims* in den Verhandlungen d. Deutsch. Physik. Ges. seit 1909 nähere Einzelheiten über die hier besprochenen Untersuchungen des normalen und des selektiven Photoeffekts enthalten.

Aussichten des Plantagenkautschuks.

Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.

Unablässig arbeitet die Chemie an der Herstellung des künstlichen Kautschuks, schon werben gelegentlich Gesellschaften größere Kapitalien dafür und schrecken auch mittelst gut lancierter Pressenotizen das Kapital von den Unternehmungen in Plantagenkautschuk ab. Tatsächlich ist in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Kautschuksynthese viel geleistet worden und die Prophezeiung, daß eine ernste Rivalität zwischen künstlichem und natürlichem Produkt vor der Tür stehe, ist nicht ganz so unwahr, wie sie noch vor kurzem erschien. Indes — auch die andere Seite, Gewinnung und Verarbeitung des natürlichen Materials, zeitigt ihre Fortschritte, die ihrerseits neue Anstrengungen auf der Seite der Gegner nötig machen. Es sind von den Synthetikern noch andere als rein technische Schwierigkeiten zu überwinden, ehe die Kautschukplantagen als „verloren“ gelten, so verloren wie etwa die kleineren Anlagen der Art vor Jahren im Kautschuksturm, als manche gute deutsche Pflanzung in fremde Hand kam.

Die Weltproduktion an Kautschuk (bei der also noch kein synthetischer ist!) betrug 1912 etwa 100 000 Tons, als Verbraucher hiervon steht hinter

den Vereinigten Staaten Deutschland an zweiter Stelle. Seine Einfuhr beträgt etwa 200 000 dz. An dieser ist in erster Linie bisher Brasilien beteiligt, darnach kommt jetzt Mexiko, dann Kongo, Kamerun, Niederländisch-Indien, Deutsch-Ostafrika, Britisch-Indien, Ceylon. Was aus Brasilien kommt, dürfte in erster Linie der bestbewertete Parakautschuk von *Hevea brasiliensis* sein, der noch heute fast ausschließlich aus wilden Pflanzen im Uferwald des Amazonenstromgebietes und in einer fast ein Jahrhundert alten Methodik von einzelnen (Pacht-) Sammlern erzeugt und aufbereitet wird. Obwohl dieser Kautschuk als wildes Material 15—20 % Waschverlust hat, wird er auf dem Markte doch dem Produkt, das *Hevea* in Plantagen liefert, vorgezogen und erzielt jetzt dauernd besseren Preis, weil das letztere im allgemeinen um seiner schablonenhaften Aufbereitung willen an Güte nachsteht, insbesondere auch an Haltbarkeit für gewisse Waren öfter das wilde hinter sich gelassen hat.

Tatsächlich beginnt nun Heveakautschuk aus Pflanzungen in immer steigendem Maße auf den Markt zu kommen, und auf riesige Gründungen in dieser Richtung ist auch der oben erwähnte Kautschuksturm zurückzuführen. Diese Neugründungen liegen in Britisch-Indien, den Malay-Staaten und Niederländisch-Indien, und damals rechneten alsbald geschickte Spekulant^{en} den bescheidneren Kapitalisten vor, daß binnen kurzem jene Neupflanzungen den Weltbedarf decken und damit alle Konkurrenz totschiessen könnten. In etwas war die Rechnung richtig, wenn auch viel übertrieben wurde. Der von den Federated Malay States ausgeführte Kautschuk hat im Jahre 1911 die Menge von 19,5 Millionen Pfund erreicht, d. h. eine Zunahme gegen 1910 um 60 %. (Im gleichen Jahre betrug die gesamte brasilianische Ausfuhr, von Para und Manaos, 36 Millionen kg.) Und im Jahre 1912 ist eine weitere Zunahme um 88 % auf 21,5 Millionen Pfund zu verzeichnen gewesen. Und dabei stehen diese Gesellschaften in den Malay-Staaten, die bis 275 % Dividende erreichen (z. B. in Selangor), noch am Beginn ihrer Ernten. Sie haben im ganzen jetzt gegen 500 000 Acres mit *Hevea* bepflanzt und berechnen, daß sie im Jahre 1916 etwa 70 000 Tonnen Kautschuk daraus ernten, eine Quantität, die in der Tat annähernd drei Viertel der gegenwärtigen Weltproduktion ausmacht.

Nun steigt nicht bloß die Produktion von Heveakautschuk in Indien, sondern auch auf afrikanischem Boden, wo bislang der meiste geerntete Kautschuk (Kongo, Kamerun) wilder war, ist einerseits die Zahl der Heveaversuchspflanzungen vermehrt (z. B. in Kongo neuerdings), sondern es sind auch die spezifischen afrikanischen Pflanzungssorten (*Manihot*- und *Kickxiakautschuk*) stetig reicher und vor allem besser auf dem Markte erschienen. Diese beiden Sorten, von denen freilich der *Manihotkautschuk* sehr ungleich ausfällt, da die Aufbereitungsmethoden sehr schwanken und bisher keine Standardqualitäten bestehen, kommen gelegentlich dem Parakautschuk im Preise gleich. Es würde sich

schon heute lohnen, der eifrigen auf die Verbesserung der *Manihot*waren zielenden Arbeit eigens zu gedenken, aber es steht gerade zurzeit ein gewisser vorläufiger Abschluß darin bevor, den abzuwarten sich empfiehlt. Es sei aber betont, daß die deutsch-ostafrikanischen Pflanzungen dieser Sorte *neben* den indischen *Hevea*-Großbetrieben doch ihren eigenen Wert wieder und damit das Recht auf weitere Vermehrung zu gewinnen scheinen.

Nach alledem hätten wir für die Pflanzter da zunächst eine erhebliche Verbilligung zu erwarten. Es ist ja erstaunlich, wie stark die Kautschukpreise noch immer schwanken, bester Para kostete z. B. 1910 noch 14,30 M., 1911 nur 9,70 M. und 1912 wieder 10,20 M. Gleichzeitig schwankte Plantagen-*Manihot* zwischen 10 M. und 8,35 M., *Kickxia* zwischen 11 M. und 9,25 M. Es ist für den Gegenstand recht bezeichnend, welche Folgen das nach sich ziehen kann. Es gibt eine Anzahl geringerer Sorten, die nur zu Mischzwecken brauchbar, nach der Größe der auf sie zu verwendenden Arbeit unter einen gewissen Preis sich nicht mehr drücken lassen, aber auch in ihrer Güte eine wesentliche Steigerung nicht mehr erfahren können. Diese Produkte finden also nur bei bestimmter relativer Höhe der gesamten Preise noch Absatz. Solch ein Objekt war früher besonders der mexikanische *Guayule*-Kautschuk (von *Parthenium argentatum*), der im Gegensatz zu allen anderen Sorten nicht durch Anzapfen, sondern durch Extraktion von ganzen Pflanzen oder Teilen gewonnen wird. Da hierfür eine eigene Industrie nötig war, so konnte diese nur zeitweilig arbeiten. Tatsächlich haben Fabriken der Art schon wechselnd still gelegen und wieder die Arbeit aufgenommen je nach Lage des Marktes. Eine Besserung hierfür scheint indes die Tatsache zu bedeuten, daß die Kautschuk verarbeitenden Industrien ihrerseits, bei der Ungleichheit der Kautschuksorten, allmählich sich gern auf *eine* Sorte einarbeiten und somit wenigstens vorübergehend geneigt sind, auch höhere Preise zu zahlen. So erreicht z. B. *Guayule* z. Z. noch trotz sinkender Tendenz den Preis von 5 M. Wenn übrigens wirklich durch Massenzufuhr von Plantagenkautschuk die Preise allgemein sanken, so würde demnach um so schneller sich unter Wegfall der billigsten eine gewisse Gleichmäßigkeit der Qualitäten einstellen. Zugleich gibt die Tatsache des Festhaltens der Industrie an bestimmten Sorten einen wichtigen Fingerzeig für unsere afrikanischen Sorten: sie müssen ihren Boden bei der Industrie finden, ehe die Überschwemmung des Marktes mit ostasiatischer Ware beginnt. An einen Ersatz der *Manihot*pflanzungen in Ostafrika ist garnicht, an den der *Kickxiapflanzungen* in Westafrika durch *Hevea* wohl kaum zu denken, so daß die Konkurrenz mit dem ostasiatischen Kautschuk, vorhandenem und kommendem, nur in Erzielung gleicher Güte an anderem Material gesucht werden kann. Wohl aber scheint Heveapflanzung für Samoa in Betracht zu kommen, es stehen dort beträchtliche Anlagen, die Ernte freilich ist noch gering.

Bemerkenswert ist nun noch für die Zukunft der Heveapflanzungen allerorten, daß die brasilianische Regierung in Erwartung der kommenden ostasiatischen Massenproduktion allerlei Vorkehrungen getroffen hat, die geeignet sind, Menge und Güte des dortigen (wie wir sahen, an sich schon höher bewerteten) Heveakautschuks noch zu steigern. Als Mittel dazu dienen nach einem Ende 1912 in Kraft getretenen Gesetz: Zollfreiheit für alle bei der Kautschukgewinnung benutzten Geräte, Prämien für Anbau, Errichtung von Versuchs- und Lehrstationen, Prämien für die ersten Aufbereitungsanstalten, Verbilligung der Transportkosten, Ermäßigung der Ausfuhrzölle auf Rohmaterial u. a. Im besonderen hat man dann auch begonnen, zum Schutze der vorhandenen Bestände den Gebrauch des bisher üblichen Beiles, mit dem angezapft wurde, durch den des Zapfmessers als eines für den Baum weniger gefährlichen Instrumentes zu ersetzen. Diese und die anderen Maßnahmen dürften bei der Durchführung noch viel Schwierigkeiten machen, indes sind sie ein reges Anzeichen für die Rüstungen Brasiliens gegen drohende Schädigung seines wertvollen Produktes.

Wenn aus allem diesen für Hevea Gesagten zur Genüge auf eine weitere Erniedrigung des Preises der besten Kautschuksorten geschlossen werden darf, so müssen technische Chemie und Hersteller künstlichen Kautschuks die Lehre daraus ziehen, daß sie zur Erzielung irgend eines Erfolges ihr Produkt von vornherein gleich so billig liefern müssen, daß es dem in einigen Stufen zu erwartenden Sinken des Preises für Naturkautschuk standhalten kann.

Wäre nun bei derartig mehrfach denkbarer Vergrößerung des Marktes selbst bei annehmbaren, bleibenden Preisen etwa eine Überproduktion zu fürchten, die dann möglicherweise dem unsichereren Pflanzungskautschuk eher die Existenzmöglichkeit nehmen könnte als dem Kunst- und Fabrikprodukt? Auch damit mag es noch gute Weile haben. Denn die Verwendungsmöglichkeit von Kautschuk aller Formen und die erwünschten Verwendungen sind zu zahlreich, als daß man nicht mit Freuden dieses Material heranziehen würde, falls es erschwinglich wird.

Die Monatskarten der Deutschen Seewarte für den Nordatlantischen Ozean.

Von Prof. Dr. G. Schott, Hamburg.

Als die „Titanic“ im April 1912 nach dem Zusammenstoß mit einem Eisberge in der Nähe der Neufundland-Bank, aber doch weit ab von Land auf hoher See in die Tiefe versank und der unerhörte Verlust an Menschenleben und Gut aller Art die Welt erregte, tauchte naturgemäß die Frage nach der geographischen Lage der Wege, die die Dampfer im allgemeinen bei ihren Reisen zwischen der Alten und Neuen Welt befolgen, außerhalb der Schifffahrtskreise sehr vielfach auf. Die bequemste,

zugleich zuverlässigste, amtliche Quelle, sich hierüber zu unterrichten, stellen die gegen Ende jedes Monats neu in einer Auflage von rund 1200 Stück von der Deutschen Seewarte in Hamburg ausgegebenen *Monatskarten für den Nordatlantischen Ozean* dar, die zwar zunächst für die Navigationsräume der transatlantischen Schiffe bestimmt, aber doch auch jedermann sonst leicht zugänglich sind¹⁾. Sie bei den Lesern der „Naturwissenschaften“ kurz einzuführen, erscheint, ganz abgesehen von dem Interesse an momentanen Einzelereignissen, auch um deswillen angebracht, weil diese Karten einen Auszug dessen, was wir vom Ozean und seinen Oberflächenerscheinungen wissen, in kartographischer Form darbieten, allerdings mit der Beschränkung auf das in der Navigation unmittelbar Notwendige, und weil ja heutzutage weit über die Kreise der in der Schifffahrt von Berufswegen Tätigen hinaus Fragen über das Meer eine Rolle spielen, endlich weil hier, die fremdländischen entsprechenden Veröffentlichungen hinzugenommen, eine beachtenswerte maritime Kartographie von besonderer Art, in der Hauptsache geographischen Charakters, vorliegt, die Beachtung verdient. Deshalb mag am Schluß auch ein Blick den außerdeutschen Ozean-Monatskarten gewidmet werden.

Die Monatskarten reichen vom Äquator bis 60° N-Br. und von 10° O-Lg. bis 100° W-Lg. und sind in Merkatorprojektion bei einem Äquatorialmaßstab von 1 : 15 000 000 entworfen. Die Landflächen sind nebensächlich behandelt, ja mit allerlei Text maritimen und nautischen Inhaltes bedruckt. Über den Flächen des Meeres finden wir in Blaudruck die jeweils für den betreffenden Monat gültigen mittleren Windverhältnisse dargestellt (nach Richtung und Stärke), sodaß wir leicht die Westwinde und veränderlichen Winde von der Passatzone und dem Monsun der westafrikanischen Tropenküste trennen; wir finden ferner, durch blaue Schraffur, die Häufigkeit und örtliche Ausbreitung der Nebel angegeben (Neufundland-Gegend), durch rote kleine Dreiecke die Eisberge (wiederum Neufundland-Gegend!) in ihrem Auftreten auf Grund der letzten teils schriftlichen, teils telegraphischen Meldungen, durch rote Signaturen anderer Art andere Schifffahrtshindernisse bezeichnet, z. B. treibende Wracks usw. Eine schwarze Platte endlich druckt die im betreffenden Monat gültigen, teils nur empfohlenen, teils von den Schifffahrtsgesellschaften fest vorgeschriebenen Dampferwege in starken schwarzen Linien; schwarz punktiert sind eingetragen die Linien gleicher Deklination der Magnetnadel. Sturmwarnungssignale, Strompfeile u. a. m. vervollständigen den Inhalt.

Man sieht, die Kartenblätter bringen äußerst verschiedenartige Faktoren, teils Beobachtungstatsachen, teils die im allgemeinen wahrscheinlichen mittleren Zustände des Weltmeeres und der Atmosphäre über dem Weltmeere zum Ausdruck: der das Ganze verbindende Grundgedanke wird in dem Bestreben gefunden, dem Schiffsführer durch das

¹⁾ Kommissionsverlag von Eckardt & Meßtorff, Steinhöft 1, Hamburg. Preis pro Karte 0,75 M.

Kartenbild die allerwichtigsten Faktoren vor Augen zu führen, deren Kenntnis er während der Überfahrt braucht. Natürlich kann man dies auch im Wort, in Büchern erreichen, genau so, wie der Geograph neben dem Atlas die textliche Beschreibung sucht, die Länderkunde. Aber die kartographische Fixierung ist nicht bloß bequem, sondern auch anschaulich, ja hervorragend zweckmäßig auf der Einöde des Meeres, das bei aller äußeren anscheinenden Einförmigkeit räumlich und zeitlich so ungeheure Verschiedenheiten seiner Wesenseigenschaften besitzt. Und hierin liegt zugleich der Wert der Karten auch für die naturwissenschaftlichen Kreise. Wer lesend tiefgründig schöpfen will, ohne doch Spezialstudien ozeanographischer Art zu treiben, der wird in des Verfassers jüngst herausgegebener „Geographie des Atlantischen Ozeans“ (Hamburg, Boysen & Co., 1912) über alle Eigenschaften des atlantischen Meeres einschließlich der Verkehrsverhältnisse sich orientieren können — das Buch darf hier, da es das einzige seiner Art ist, vom Verfasser selbst wohl angeführt werden —; wer aber nur eine Karte haben will und auf den Nordatlantischen Ozean sich beschränken kann, auch die Mühe nicht scheut, den oft nicht ohne weiteres ersichtlichen Zusammenhang der Erscheinungen auf dem Kartenbilde richtig zu deuten, dem werden die Monatskarten in ihren stetig auf dem laufenden gehaltenen Ausgaben manche Anregung vermitteln:

In der Tatsache, daß diese Karten allmonatlich neu gedruckt werden, liegt die vorteilhafte Möglichkeit, allen Veränderungen jederzeit folgen zu können: hierdurch gewinnen sie ungemein an allgemeiner praktischer Verwendbarkeit. Die „Titanic“-Katastrophe hat dazu geführt, daß die großen am transatlantischen Passagiergeschäft beteiligten Dampfschiffahrtsgesellschaften die sogenannten „vereinbarten Routen“ zwischen Westeuropa und New York einer Revision unterzogen, teils aus Sicherheitsgründen, teils wohl auch aus einiger Rücksicht auf das Publikum; denn die bis 1912 gültige Lage dieser wichtigsten Schiffsfahrtswege der Erde trug in durchaus entsprechender Weise den Forderungen der Sicherheit Rechnung — sorgfältige Schiffsführung natürlich vorausgesetzt —, und in anormalen Eisjahren sind auch früher schon wiederholt Verlegungen dieser Routen für kurze Zeit vorgenommen worden. Wenn jetzt anscheinend dauernd für die Zukunft etwas andere, also örtlich und zeitlich ein wenig anders begrenzte Wege vorgeschrieben werden, so muß betont werden, daß auch diese Wege natürlich nicht durch unter allen Umständen eisfreie und nebelfreie Zonen führen und führen können, zumal die Verlegung nach Süden in der kritischen Gegend, d. h. etwa unter 47° W-L., nur einen halben Breitengrad oder rund 55 km beträgt. Wer die Monatskarte vom April 1912 mit den neuesten Karten, z. B. für Juni 1913 vergleicht, vermag den Unterschied der Wege festzustellen. Die Entfernungen, die nach den neuesten Bestimmungen die großen Dampfer zwischen der Elbe/Weser-Mündung und der Einfahrt bei New York während der eis- und nebelreichen Saison abzdampfen haben, stellen sich, wie wir aus der Monatskarte ohne

weiteres ablesen, in Seemeilen (à 1,852 km) jetzt wie folgt:

für die Ausreise (westwärts)

$305 + 265 + 48 + 1749 + 1023 + 193 = 3583$ Seemeilen,

für die Rückreise (ostwärts)

$177 + 1052 + 1780 + 48 + 265 + 305 = 3627$ Seemeilen.

Im Jahre 1908 hat die Deutsche Seewarte auch *Monatskarten für den Indischen Ozean*¹⁾ herausgegeben. In der Anlage und Zweckbestimmung den nordatlantischen gleich, unterscheiden sie sich von ihnen doch wesentlich dadurch, daß sie nicht allmonatlich neu gedruckt werden, sondern eine Dauer- ausgabe darstellen, daher auch in der Form eines kleinen Atlas verkauft werden. Ebenso sind *Vierteljahreskarten für die Nordsee und Ostsee*, wiederum mit maritim-meteorologischem, ozeanographischem Inhalt und den Verkehrswegen, vorhanden¹⁾.

Hiermit ist die Tätigkeit der Deutschen Seewarte nach dieser Richtung erschöpft. Wir begegnen aber ähnlichen Monatskarten auch bei zwei anderen seefahrenden Nationen, bei den Amerikanern und Engländern. Von den Amerikanern stammt überhaupt die Idee dieser Karten, die sie *Pilot Charts* nennen und das Hydrographic Office zu Washington herausgibt. In England heißen sie *Monthly meteorological Charts* und werden vom Meteorological Office redigiert. Amerikanische monatliche Pilot charts existieren nicht bloß für den Nordatlantischen und Indischen Ozean, sondern auch für den Nordpazifischen, ferner vierteljahrsweise erscheinende solche Karten für den Südpazifischen und Südatlantischen, so daß tatsächlich alle Meere der Erde berücksichtigt sind. England beschränkt sich bis jetzt gleich Deutschland auf den Nordatlantischen und den Indischen Ozean.

Der wissenschaftliche Inhalt der englischen Monatskarten ist sehr bedeutsam. Auf den Rückseiten der dem nordatlantischen Meere gewidmeten Karten finden wir die Wasser- und Lufttemperaturen nicht bloß nach ihren vieljährigen Durchschnittswerten, sondern auch die in den letztvergangenen Wochen jeweils beobachteten, sodaß z. B. die Karte für Mai 1913 die Temperaturen, die in der Zeit vom 2. März bis 5. April 1913 tatsächlich beobachtet wurden, bereits bringt und daher bis zu gewissem Grade die unperiodischen und periodischen Wärmeschwankungen fortlaufend verfolgt werden können. Ebenda finden wir kleine synoptische Wetterkarten vom Ozean, z. B. auf der Karte für Mai 1913 die atlantischen Wetternachrichten bis zum 17. April 1913: eine äußerst schnelle, z. T. nur mit drahtloser Telegraphie mögliche Berichterstattung. Die indischen Monatskarten des britischen Amtes berücksichtigen in besonderem Maße die Eisverhältnisse in dem gesamten südhemisphärischen Eismeere und bieten in dieser Hinsicht sowohl für die allgemeinen, d. h. durchschnittlichen Verhältnisse als auch für die augenblicklich vorliegenden, letzten Meldungen eine reichhaltige Fundgrube.

¹⁾ Zu beziehen ebenfalls bei Eckardt & Meßtorff, Hamburg.

Besprechungen.

Unna, P. G., Biochemie der Haut.

I.

Die vorliegende Monographie bildet ein Kapitel des Handbuches der Biochemie des Menschen und der Tiere von *Karl Oppenheimer*. Die grundlegenden und neuartigen Befunde, welche der Verfasser mit seiner Methode des Nachweises der Reduktionsorte und Sauerstofforte im Gewebe in letzter Zeit sogar am überlebenden Gewebe erzielte, regten ihn an, die Chemie der Haut zu ordnen nach dem Verhältnis, in welchem die einzelnen Hautelemente zum Sauerstoff und zur Sauerstoffversorgung stehen. Durch Behandlung der Gewebe mit Permanganat färbte Verfasser die reduzierenden Gewebsteile dunkelbraun durch das ausfallende Mangansuperoxyd. Die Sauerstofforte der Zellen mit Gewebe, besonders die Kerne, die Mastzellengewebe und der Knorpel bleiben bei diesem Verfahren hell, da das übermangansaure Kali an diesen Stellen nicht reduziert wird, sie färben sich dagegen mit Rongalitweiß, einer Mischung von Formalin, sulfoxylsaurem Natrium und Methyl, blau. Die Reduktionsorte im Gewebe konnte *Unna* nicht bloß mit Kaliumpermanganat nachweisen, sondern auch mit einer Mischung von Eisenchlorid und rotem Blutlaugensalz, welche durch Berliner-Blau-Bildung nach Reduzierung des Ferrisalzes zu Ferrosalz die Reduktionsorte kenntlich macht. In einer gelben Lösung von Tetranitrochrysophansäure in Chloroform entsteht durch Reduktion eine Rotfärbung der reduzierenden Gewebsbestandteile. Der Einwand gegen die Unnasche Deutung der Kaliumpermanganatbilder als Reduktionsorte, daß vielleicht Wasserstoffsuperoxyd oder entsprechende Substanzen im Gewebe der Grund der Mangansuperoxydabscheidung seien, wird jetzt wohl kaum mehr im Ernst erhoben werden können. Die durch Rongalitweiß nachweisbaren Sauerstofforte bilden das Negativ zu den Kaliumpermanganatbildern, sie decken sich aber nicht etwa mit den durch Methylenblau färbbaren Gewebsbestandteilen. *Unna* unterscheidet primäre Sauerstofforte, nämlich die Kerne und Mastzellen, welche den Sauerstoff zu aktivieren vermögen, indem sie nachgewiesenermaßen Peroxydase, aber weder Oxydase noch Peroxyd enthalten, von den sekundären Sauerstofforten, welche den angeführten Sauerstoff speichern, ohne ihn ganz zu verbrauchen, ohne ihn jedoch zu aktivieren. Der Verfasser deckte mit diesen Methoden die wichtige Rolle der bis dahin funktionslosen Mastzellen auf, zeigte die Bedeutung der langen Ausführungsgänge fast aller Drüsen, welche Sauerstoff an die Sekrete abgeben und ordnete die bisher färberisch nur eben unterscheidbaren Zellbestandteile und Interzellularsubstanzen unter Aufklärung einer ganzen Reihe bisher paradoxer Färbeerscheinungen nach ihrer Affinität und ihrem Verhalten gegen den Sauerstoff. Für kein anderes Organ besitzen wir eine derartige Analyse der Zellbestandteile, wie sie in der vorliegenden Arbeit für die Haut geliefert wird, es wird daher die Anwendung der Unnaschen Methoden auf alle Körperzellen eine der wichtigsten und vielversprechendsten Aufgaben der Zellphysiologie darstellen.

II.

Für das Studium der Kerne dienten spitze Kondylome und Hautcarcinome. Entfernt man sorgfältig alle Lipoid- und Fette, so gibt die einfache Methylgrünfärbung alle Stellen der Gewebe, welche Nuclein enthalten und nur diese. Das Kernkörperchen ist in tierischen Zellen nicht frei von Nuclein. Durch polychromes Methylenblau färben sich alle sauren Eiweißkörper der Zelle um so tiefer blau, je ausgesprochener der Säure-

charakter. Kernkörperchen und Granoplasma der Plasmazellen erweisen sich am sauersten. Durch Methylgrün Pyronin färbt man besonders deutlich die Substanz der Nucleoli, welche nur wenig Nuclein enthalten, neben reichlichen Mengen von sauren Eiweißkörpern, welche in manchen Beziehungen dem Granoplasma ähneln. Durch eine neue Färbemethode Hamatein-Alaun-Safranin-Tannin kann man scharf die Substanz der Kernkörperchen, welche durch Gerbsäure fixiert sind, chemisch unterscheiden von dem ebenso sauren Granoplasma, welches in Gerbsäure sich löst. Im Kern findet sich nirgends reine Nucleinsäure, besonders arm an Nuclein sind die Kernkörperchen. Der sauerste Eiweißkörper im Kern ist die Hauptschubstanz der Nucleolen, ein Globulin, welches durch seine Löslichkeit in Kochsalzlösung sich scharf von dem ebenso sauren Granoplasma, welches als Albumose wasserlöslich ist, unterscheidet. Verfasser unterscheidet tinktoriell sechs Kernsubstanzen: 1. basophiles Chromatin, 2. basophiles Nucleolin, 3. oxyphile Kerngrundsubstanz, 4. oxyphiles Chromatin, 5. oxyphiles Nucleolin, 6. basophile Kerngrundsubstanz. Nur die drei basophilen Kernsubstanzen kommen als Sauerstoffaktivationsorte in Betracht. In den sauren Kernen *Unnas* ist die Fähigkeit der Mitosenbildung verloren gegangen, dagegen die Fähigkeit Sauerstoff zu aktivieren besonders ausgesprochen, soweit die Rongalitmethode einen Aufschluß hierüber gewähren kann. In den Mastzellen enthalten die Granula freien Sauerstoff, die Kerne dagegen zeigen eine Chromatin- und Sauerstoffarmut, welche nach *Unna* von einer permanenten Sauerstoffabgabe an das Protoplasma herrührt. Die Mastzellenkörnung besteht aus einem Eiweißkörper, welcher deutlich von Mucin unterscheidbar, doch chemisch sich am engsten den Mucinen und Muciden anschließt. Durch Benzidin und H_2O_2 läßt sich eine Peroxydase in den Mastzellengranula nachweisen. Granoplasma nennt der Verfasser eine Anhäufung von Cytose, eines stark sauren, tinktoriell basophilen Eiweißkörpers einer Deutero-Albumose, in den verschiedensten Hautzellen. Bindegewebszellen, welche an Cytose überreich sind, heißen Plasmazellen. Granoplasma speichert Rongalitweiß proportional dem Gehalt an Cytose. Kollagen und Kernsubstanz stehen in bezug auf ihr Verhalten gegen O_2 im Gegensatz. Im Kollagen überwiegen die basischen Aminosäuren über die sauren, daher färbt sich Kollagen mit sauren Farben, namentlich den Sulfifarben, die Reduktionskraft erlischt fast vollständig, während bei der Umformung die Reduktionskraft steigt. Bei Reduktionsfärbung findet sich farbloses Kollagen bei gefärbten Bindegewebszellen. Kollagen imbibiert sich leicht mit sauren Körpern, namentlich mit Cytose und wird alsdann zum basophilen Kollagen. Die Frage der Hautpigmente ist chemisch noch nicht genügend gelöst. Wir können eisenfreie Pigmente scharf unterscheiden von eisenhaltigen Abkömmlingen des Blutfarbstoffes, doch können auch aus letzterem eisenfreie Pigmente entstehen unter Abspaltung der eisenhaltigen Molekülgruppe. Die Pigmente reduzieren, obwohl sie ihre Farbe einem Oxydationsprozeß verdanken und nach *Unna* im Kern oder in dessen Umgebung entstehen. Die Reduktionsorte der Haut überwiegen an Menge erheblich die Sauerstofforte.

Das Spongioplasma der Hautzellen und das Platin der Kerne, ferner Elastin, Muskel- und Nervensubstanz, Hornschicht, Haare und Nägel sowie alle sezernierten Fette bilden die Reduktionsorte der Haut. Sowie Fett mit äußerer Luft in Berührung kommt, belädt sich die Ölsäure mit Sauerstoff. Die reduzierenden Zellsubstanzen färben sich mit sauren Farbstoffen besonders gut, nachdem die sauren Gewebsbestandteile chemisch herausgelöst worden sind. Die Kerne färben sich mit Hämalaun, einem sauren Farbstoff, wegen ihres Gehaltes

an oxyphiler Substanz, während die eigentlichen Kernfarben, die basischen Farben, das basophile Nuclein in den Kernen färben. *Unna* glaubt, daß die gesamte Zellsubstanz ursprünglich oxyphil oder basisch war, wie bei den Amöben. Diese brauchen keinen Sauerstoff zu speichern, da sie rings von ihm umgeben sind. Je komplizierter der Bau der Tiere, desto notwendiger die Bildung von Sauerstofforten im Gewebe. Wir finden daher bei höheren Lebewesen mehr und mehr Auftreten von basophilen Substanzen. Elastin unterscheidet sich durch Reduktionskraft erheblich vom Kollagen, entsprechend dem Verhalten der Aminosäuren, aus welchen es sich zusammensetzt. Myosin reduziert wegen starken Gehaltes von Tyrosin, die Nerven reduzieren weniger als die Muskeln, am stärksten der Axenzylinder. Besonders ausführlich bespricht *Unna* den Prozeß der Verhornung. Er vergleicht die verhornende Zelle mit einem Verdauungsgefäß. Die Albumosen der fertigen Hornzelle entsprechen der schwerverdaulichen Antigruppe von *Kühne*, welche besonders reich ist an Prolin, Glycocol und Phenylalanin, während Thyrosin, Cystin und Tryptophan sich leicht abspalten und in der verhornenden Membran den Rand der Zelle erfüllen. Wenn durch ein tryptisches Ferment der verhornenden Zelle die Hemigruppe abgespalten wird, so wandern die Leitzkörper der Verhornung bis an die Außenwand der Zelle und sperren sie vom chemischen Austausch mit der Außenwelt ab. Der ganze Zellinhalt wandelt sich alsdann in einen Albumosenbrei, während das Spongiplasma durch Aufnahme von Hemikörpern ähnlich wie die Außenmembran verhornt. Durch diese originelle Auffassung der Verhornung als eines tryptischen Prozesses erklärt *Unna* sowohl den wechselnden Schwefelgehalt, wie auch die leichte Erkennbarkeit von Tyrosin und Cystin bei der Verhornung durch Farbenreaktionen schon in der Kälte. Bei den Fetten unterscheidet *Unna* Zellfette und Sekretfette. In den Sekretfetten zerfallen die Cholestearinester in Fettsäuren und Cholestearin, in den Zellfetten geht der umgekehrte Prozeß der Esterbildung vor sich. Die Reaktion der Haut ist an der Oberfläche überall sauer, erst in der Papillarschicht stößt man auf alkalische Reaktion. Die Oberfläche der Menschenhaut reduziert, was für ihr Verhalten gegen Arzneistoffe von der größten Wichtigkeit ist. Gereinigte Haut verhält sich durchaus anders als nicht entfettete, bei welcher die Ölsäure Oxydationen vermittelt. Hochoxydierte Verbindungen besitzen Affinität zur Hornschicht, ebenso die Hydroxylverbindungen des Benzols. Ölige Mittel können die Hornschicht durchsetzen. Obige Ausführungen sind nicht imstande, die Lektüre des hochinteressanten Werkes überflüssig zu machen, sie sollen aber hinweisen auf die wichtigen biologischen Ausführungen *Unnas* und zur Mitarbeit an der Aufklärungsarbeit dieses Forschers auffordern.

H. Friedenthal, Nikolassee.

Cohen, Ernst, Jacobus Henricus van't Hoff. Sein Leben und Wirken. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1912. XV u. 638 S. 14,75 M., geb. 16.— M.

Die Aufgabe, den Lebensgang und das Schaffen einer bedeutenden Persönlichkeit zu schildern, ist in gewissem Sinne verwandt der Aufgabe, die dem Künstler bei der bildlichen oder plastischen Darstellung eines großen Mannes erwächst. Hier wie dort kommt es nicht so sehr auf eine photographisch getreue Wiedergabe aller Details an, als auf ein Herausarbeiten der charakteristischen Momente, d. h. auf die Vereinigung der individuellen Züge zu einem künstlerischen Gesamtbild. Von diesem höheren Standpunkte der Beurteilung aus gesehen ist die van't Hoff-Biographie von *Ernst Cohen* ein künstlerisches Werk zu nennen. Legt der Leser nach genüßreichen Stunden das Buch aus der Hand, so steht

das Bild des Menschen und des Forschers in plastischer Größe und Klarheit vor ihm. Zu diesem glücklichen Gelingen trägt nicht zum wenigsten die innere Wärme bei, die die Darstellung durchdringt. Man fühlt, daß Liebe und Begeisterung die Grundstimmung abgeben, ohne daß jemals eine unwahre Idealisierung Platz griffe, ganz im Sinne des dem Buche vorangestellten Voltaire'schen Mottos: „On doit des égards aux vivants, on ne doit aux morts que la vérité!“ Dazu kommt ein lebendiger und reizvoller Stil, der die biographischen und die wissenschaftlichen Abschnitte des Buches gleichmäßig belebt. Betrifft dieses Lob mehr die Harmonie und Schönheit der Form, so darf in höherem Maße noch der innere Wert des Werkes gerühmt werden, das weit über den Rahmen einer persönlichen Lebensbeschreibung hinausgewachsen ist. Denn *Cohen* begnügt sich nicht damit, dem Lebens- und Schaffensgange seines Helden zu folgen, sondern er sucht überall die Zusammenhänge auf, die sein Leben mit dem Leben und Schaffen anderer verbinden, seien es Vorgänger, Freunde oder Mitarbeiter. Überall erweist sich der Biograph als der sichere, das Gesamtgebiet beherrschende Führer, der zu den gedanklichen Quellen von *van't Hoff's* Lehren vordringt und von da aus dem vielfach verzweigten Ideenstrom bis zur Mündung folgt. Diese gründliche Berücksichtigung des geistigen Anteils, den die frühere Zeit und die Mittelwelt an *van't Hoff's* Werk gehabt hat, macht *Cohen's* Lebensbeschreibung zu einem wichtigen Dokument zur Geschichte jener Renaissancezeit der Chemie, in der wir noch heute stehen. Die führende Rolle, die *van't Hoff* in dieser neuen Entwicklung gespielt hat, konnte nicht besser und überzeugender geschildert werden, als es durch *Cohen* geschehen ist.

Im Zusammenhange hiermit muß auch der vielen, meist außerordentlich interessanten Dokumente aus dem Nachlasse *van't Hoff's* gedacht werden, die hier zum ersten Male veröffentlicht werden. Vor allem trägt der Briefwechsel mit Verwandten, Freunden und Fachgenossen in hohem Maße dazu bei, uns die menschliche und wissenschaftliche Persönlichkeit *van't Hoff's* nahe zu bringen. Die Briefe, die er als Jüngling mit dem Vater wechselt, enthüllen uns seine ganze Jugendzeit, der Briefwechsel mit *Arrhenius* andererseits ist der Ausgangspunkt für die Entwicklung der Theorie der Lösungen, die aus der glücklichen Vereinigung der Ideen der beiden Freunde zur Vollendung gedieh. Sehr reizvoll und lebendig wirken auch die zahlreichen eingestreuten Skizzen und Tagebuchaufzeichnungen, unter denen die Schilderung aus der Geschichte des Amsterdamer Laboratoriums mit der lebendigen Charakteristik des alten Freundes und Kollegen *J. W. Gunning* hervorgehoben sei. In besonders hohem Maße aber wird sich jeder Leser angezogen fühlen von der ausführlichen Schilderung der amerikanischen Reise *van't Hoff's* vom Jahre 1901, die nicht nur als das Produkt persönlichen Erlebens eines scharfen Beobachters für die Kenntnis des amerikanischen Universitätslebens von bleibender Bedeutung ist, sondern die uns auch ein Selbstporträt des Verfassers liefert, das seine einfache und schlichte, häufig ein wenig ironisch gefärbte Art sicherlich auf das getreueste widerspiegelt.

Eines der interessantesten Kapitel ist der ersten Entwicklung *van't Hoff's* gewidmet. *Cohen* hat, wie bereits erwähnt, die glückliche Idee gehabt die Jugendzeit *van't Hoff's*, seine Lehr- und Wanderjahre, die durch die Stationen Delft, Leiden, Bonn (*Kekulé*), Paris (*Ad. Wurtz*) gekennzeichnet sind, im wesentlichen in den an den Vater gerichteten Briefen wiederzuspiegeln. Hierdurch erhalten wir eine sehr lebendige Anschauung von dem Geisteszustande des Jünglings, und da über rascht uns vor allem eine grüblerische, weltchmerzliche

gefärbte Phantasie, unjugendlich in der kritischen Stellungnahme zu allen Empfindungen und Werten, die sonst die Jugend genießend hinzunehmen pflegt.

Diese romantischen Ergüsse sind sicherlich vielfach unreif und offenbar stark beeinflusst durch *van't Hoff's* Lieblingsdichter *Byron*, aber sie zeigen doch in Gedanke und Form den nach innerer Selbständigkeit ringenden Geist und der Gesamteindruck, den man aus diesen Briefen gewinnt, ist der des Sturmes und Dranges einer Persönlichkeit von echter Originalität. Erstaunlich ist an vielen Stellen die Kraft und Fülle des dichterischen Ausdrucks, der alle Betrachtung und Schilderung in die Sphäre einer schwärmerischen Phantasie entrückt. So beschäftigt ihn auch immer wieder der Anteil, den die Phantasie am wissenschaftlichen Schaffen hat; sie ist ihm ein wesentlicher Bestandteil jeder geistigen Produktion. So lesen wir: „Die Tatsache ist die Grundlage, die Phantasie das Baumaterial“ . . . oder „Phantasie und wissenschaftliches Urteil bilden Wahrheit, Phantasie und Geschmack, Schönheit . . .“ Man geht in der Annahme wohl nicht fehl, daß sich in dieser Hervorhebung des persönlichen und rein individuellen Elementes der Kampf einer schöpferischen Natur zur inneren Freiheit und Selbständigkeit offenbart. In diesem Sinne ist es sehr charakteristisch, daß *van't Hoff* als Schüler von *Kekulé* in Bonn, 21 Jahre alt, als einziger der Praktikanten, und dazu noch als der jüngste, sich der Leitung des berühmten Meisters entzog: „Ich wollte nach eigenen Ideen arbeiten!“ Im Zusammenhange mit diesem Selbstständigkeitsdrang steht auch seine stets bekundete Abneigung gegen Bibliotheken, die „einen geistestötenden Eindruck auf ihn machen“. Diese erste Entwicklungsperiode zeitigte bis zum Jahre 1874 keine bedeutenden Früchte chemischer Forschung, aber es ist bezeichnend für das echte Genie, daß nun mit einem Schlage aus dem Haupte des 22jährigen eine Schöpfung entspringt, die ihn in die erste Reihe der modernen Naturforscher stellt: „Die Chemie im Raume“. Sehr anschaulich schildert *Cohen* die bekannte Wirkung der Theorie vom asymmetrischen Kohlenstoffatom auf die wissenschaftliche Mitwelt in Heimat und Fremde. Gestützt von Männern wie *Joh. Wislicenus*, und *Kekulé*, mit allen Waffen einer tief wurzelnden Abneigung befeindet von *Kolbe*, überwand die neue Theorie kraft ihrer inneren Bedeutung verhältnismäßig schnell alle Widerstände. Dieser Kampf gibt *van't Hoff* die innere Veranlassung nach seiner Berufung an die neue Universität Amsterdam in seiner Antrittsrede „Die Phantasie in der Wissenschaft“, an sein altes Lieblingsthema wieder anzuknüpfen. Die Gedanken sind nahe verwandt mit denen der Jugendbriefe, aber sie sind vertiefter und besser begründet, allerdings nicht zugunsten der Form, die nun den etwas nüchternen und manchmal unbeholfenen Charakter annimmt, der für die spätere literarische Produktion *van't Hoff's* charakteristisch ist.

Es ist nicht der Zweck dieser Besprechung dem Lebensgange des Meisters, wie ihn uns *Cohen* entrollt, im einzelnen weiter zu folgen; es sollte nur auf die Darstellung der Jugendzeit etwas nachdrücklicher hingewiesen werden, weil sie uns eine Fülle interessanter, neuer Tatsachen und Zusammenhänge vermittelt, die für die Beurteilung der Entwicklung *van't Hoff's* wesentlich sind.

Bedeutet die „Chemie im Raume“ das geniale Erstlingswerk, so sind die „Studien zur chemischen Dynamik“ vom Jahre 1884 das Hauptwerk der zweiten Epoche. Hier werden zum ersten Male die Fragen der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts streng formuliert und beantwortet, und die Affinitätslehre erfährt auf Grund der mechanischen Wärmetheorie eine grundlegende Erweiterung, die sie einer

exakt-mathematischen Behandlung zugänglich macht. Daß *Cohen*, der an diesen Studien einen lebhaften schöpferischen Anteil gehabt hat, dieses Kapitel mit besonderer Liebe und Gründlichkeit behandelt, ist begreiflich. Tatsächlich ist ihm die Analyse dieses Werkes in ihrer historisch weit ausgreifenden, kritisch eindringenden Darstellung ausgezeichnet gelungen. Dasselbe gilt von der nun folgenden Darstellung des Werdens und Reifens von *van't Hoff's* berühmtester Schöpfung, der „Theorie der Lösungen“ und aller ihrer Konsequenzen. Wer bisher die wundervolle Harmonie, die zwischen den einfachen Gesetzen der gasförmigen Stoffe und denen der verdünnten Lösungen besteht, nur als Tatsache hinnahm, der ist nun an der Hand der *Cohenschen* Darstellung imstande allen Entwicklungsphasen dieser Entdeckerarbeit, mit der außer *van't Hoff's* die Namen *Pfeffer*, *de Vries*, *Raoult*, *Arrhenius*, *Ostwald* in erster Linie verknüpft sind, in alle Einzelheiten hinein zu folgen.

Einen sehr beträchtlichen Teil seines Buches hat schließlich *Cohen* der Berliner Zeit *van't Hoff's* gewidmet. Wissenschaftlich wird dieselbe beherrscht von dem Problem der Bildung und Spaltung der Doppelsalze. Die umfassenden Studien über die Staßfurter Salzablagerungen, die bereits in Amsterdam begonnen worden waren, wurden hier zu glänzendem Ende geführt. Das Problem, welche Stoffe sich bei gegebener Temperatur aus den Gemengen der Einzelsalze bilden, in welcher Reihenfolge und in welcher Menge sie sich aus ihren Lösungen abscheiden, wird in mühseliger systematischer Arbeit unter Zugrundelegung der Prinzipien des heterogenen Gleichgewichts mit Hilfe einer durch ihre Einfachheit bewunderungswürdigen Methodik gelöst. Wie mir scheint, kann die Bedeutung dieser Arbeiten gar nicht überschätzt werden, weil sie nicht nur für unsere Kenntnis der Entstehung der Staßfurter Salzlager von außerordentlichem Werte sind, sondern auch die Anregung für die Neubelebung der experimentellen chemischen Geologie gegeben haben. Denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die neueren Untersuchungen auf diesem Gebiete, die sich mit der Deutung geologischer Prozesse auf physikalisch-chemischer Grundlage beschäftigen, sämtlich von *van't Hoff* beeinflusst sind. Andererseits ist nicht zu leugnen, daß *van't Hoff's* wissenschaftliche Fruchtbarkeit in der Berliner Zeit nachzulassen beginnt. Diese Tatsache findet bei *Cohen* darin ihren Ausdruck, daß die Berliner Kapitel uns vorzugsweise reiches Material zur Beurteilung der menschlichen Persönlichkeit *van't Hoff's* liefern. Darf man das freundliche Bild, das uns hier gezeichnet wird, ganz kurz skizzieren, so sind es die Züge der Güte, der Schlichtheit und der Vornehmheit, die uns aus allen menschlichen Beziehungen dieses Lebens entgegenleuchten.

Aus allem, was gesagt worden ist, geht hervor, daß wir es in *Cohens* *van't Hoff-Biographie* mit einem bedeutenden Werke zu tun haben, das nicht nur einem der größten Naturforscher ein würdiges Denkmal errichtet hat, sondern darüber hinaus einen wertvollen Beitrag zur Geschichte des Werdens der physikalischen Chemie bildet.

R. J. Meyer, Berlin.

Vos, Moritz, Über eine neue Methode der Stoßerregung elektrischer Schwingungen. Zeitschrift für drahtlose Telegraphie, Bd. 7, 1913. Inaugural-Dissertation der philos. Fakultät Marburg i. H.

Die Arbeit von *Moritz Vos* betrifft eine Frage, welche durch die drahtlose Telegraphie aufgeworfen wurde, und bringt eine bedeutende Aufklärung in bezug auf das Zustandekommen der sogenannten Stoßerregung.

Bei der Telegraphie ohne Draht werden die elektrischen Schwingungen zunächst erzeugt durch die Entladungen eines Induktoriums, welche Entladungen durch

einen von ihnen erzeugten Funken hindurch erfolgen (daher die Bezeichnung Funkentelegraphie; Marconi). Da die Entladungen in der Funkenstrecke einen großen Widerstand finden, erlöschen die von einer Entladung erzeugten Schwingungen hierbei sehr schnell. Dieser Nachteil wird nach *Braun* und *Slaby-Arco* dadurch vermieden, daß die im vorbezeichneten Leitungskreis erregten Schwingungen induzierend wirken auf einen zweiten Schwingungskreis, welcher keine Funkenstrecke enthält, und welcher auf elektrische Resonanz mit dem Funkenkreis abgestimmt ist. Die in ihm erzeugten Schwingungen sind dann nur sehr wenig gedämpft und werden der Antenne zugeleitet, welche alsdann die elektrischen Wellen aussendet. Weil letztere bei diesem System („Telefunken“) nur sehr wenig gedämpft sind, kann auch auf präzise Resonanz beim Empfängerapparat abgestimmt werden. Aber auch dieses System hat folgenden Nachteil. Die Energie der Schwingungen, welche zuerst aus dem Funkenkreis in den Antennenkreis durch Resonanz hinüber wandert, wandert weiterhin wieder zurück in den Funkenkreis. Dieser Nachteil wird durch die sogenannte Stoßerregung von *Max Wien* beseitigt. Nachdem die Energie aus dem Funkenkreis herübergewandert ist in den Antennenkreis, muß sich der Funkenkreis selbsttätig dauernd unterbrechen. Diese für die Stoßerregung erforderliche selbsttätige Unterbrechung des Funkenkreises erzielte *Max Wien* zuerst durch die sogenannten Löschfunken: Der Funke geht zwischen großen und die Wärme gut leitenden Metallstücken über. Dadurch kühlt sich die Funkenstrecke während der ersten Abgabe der Schwingungen an den Antennenkreis so stark ab, daß keine Rückzündung erfolgt. Weiterhin hat dann *Max Wien* auch die sogenannten Löschröhren eingeführt: Geißlersche Röhren, welche in den Funkenkreis eingeschaltet werden, und welche ihre Leitfähigkeit durch Ionisation ihres Gasinhaltes erst durch die Entladungen selbst erhalten. Nach der ersten Energieabgabe verlieren auch diese ihre Leitfähigkeit und bewirken in dieser Weise ebenfalls die automatische Unterbrechung des erregenden Funkenkreises.

Herr *Moritz Vos* hat eine dritte Anordnung erdacht und erprobt gefunden, die er „Löschkondensator“ nennt. Eine mit verdünnter Luft angefüllte Röhre ohne Elektroden besitzt äußere Metallbelegungen, die im Stoßkreis eingeschaltet werden. Durch die zuerst ansetzenden starken Spannungen wird der verdünnte Gasinhalt ionisiert, und der durch die Röhre repräsentierte Kondensator besitzt eine relativ große Kapazität, da nur die Glaswände als nichtleitende Zwischenschicht in Betracht kommen. Ist aber die Energieabgabe an den Sekundärkreis (Antennenkreis) zum ersten Male erfolgt, so verschwindet mit dem Herabsinken der Spannung im primären Kreis auch die Ionisation in dem verdünnten Luftraum. Der Kondensator erhält eine nur ganz kleine Kapazität, weil als isolierendes Zwischenmedium die beiden Glasschichten plus dem Gasinhalt in Betracht kommen. Dadurch werden die Primärschwingungen im Stoßkreis dauernd unterbrochen.

Herr *Moritz Vos* hat alle bei der Verwendung seiner neuen Art der Stoßerregung auftauchenden Fragen über den Einfluß der verschiedenen physikalischen Umstände eingehend untersucht. Er hat dazu sich einer besonderen Versuchsanordnung bedient, welche darauf beruhte, daß von der im Sekundärkreis erzeugten Schwingung eine Abzweigung in ein Thermoelement hineinlief. Die in ihm erzeugten Erwärmungen wurden mit einem empfindlichen Galvanometer gemessen. Zur Bestimmung der bei seinen Apparaten auftretenden Kapazitäten und Selbstinduktionen und zur Abstimmung der verschiedenen Schwingungskreise auf elektrische Re-

sonanz bediente er sich unter anderem eines Meßkreises mit Selbstinduktion und veränderlicher Kapazität (Drehkondensator). Als Indikator für die Resonanz diente dabei das Aufleuchten einer Heliumröhre. Die Präzision, mit welcher die Einstellung dieser Versuchsanordnung möglich war, ist bewundernswert.

Die eingehenden Untersuchungen, die mit dieser neuen Anordnung angestellt wurden, haben folgende Ergebnisse geliefert:

Die Löschwirkung und der Nutzeffekt der Anordnung hängen von der Koppelung, dem Gasdruck und dem Funkenpotential stark ab; weniger Einfluß haben Elektrodenmaterial der Funkenstrecke und Kapazität im Stoßkreis. Es gibt eine günstigste Koppelung zwischen Stoßkreis und Sekundärsystem; bei zu enger Koppelung tritt Rückzündung ein. Der günstigste Gasdruck in den Löschkondensatoren liegt für Luftfüllung bei etwa 10 mm Hg. Silber- und Kupferelektroden in der Funkenstrecke löschen am besten; schlechter löschen Zink, Blei und alle Metalle mit geringer Wärmeleitfähigkeit.

Für die neue Anordnung, die Löschkondensatoren, ergab sich als günstigster Nutzeffekt, d. h. als Bruchteil der im primären Stoßkreis vorhandenen Energie, welcher auf den sekundären Schwingungskreis übertragen wird, etwa ein Drittel. Die Wiensche Löschröhre dagegen ergab hierfür etwa vier Fünftel. In dieser Beziehung zwar ist mithin die Löschröhre dem Löschkondensator von Herrn *Vos* überlegen, aber die Wienschen Löschröhren haben infolge der Erhitzung an den Einschmelzstellen der Elektroden nur eine kurze Lebensdauer, welcher Nachteil bei den Vosschen Löschkondensatoren wegfällt. Letztere werden daher zu bevorzugen sein für den Laboratoriumsgebrauch, in welchem es nicht auf Nutzeffekt so sehr ankommt. Sie würden aber auch bei der Anwendung für die Telegraphie ohne Draht in denjenigen Fällen den Vorzug verdienen, in welchen es mehr darauf ankommt, daß die Entsendung der Wellen ohne jede Unterbrechung mit möglichster Zuverlässigkeit erfolgen kann, wenn dagegen die Größe des Nutzeffektes weniger maßgebend sein würde.

F. Richarz, Marburg a. L.

Astronomische Mitteilungen.

Messungen während der totalen Sonnenfinsternis vom 9. Oktober 1912. In Nr. 4656 der *Astron. Nachr.* gelangen interessante Beobachtungen aus Südamerika zur Mitteilung, die von den Astronomen der Sternwarte Santiago de Chile während der letzten Sonnenfinsternis angestellt worden sind. Zunächst hat Dr. *Prager* mit einigen Assistenten der Sternwarte trotz ungünstiger Witterung aus einer Messungsreihe am Repsoldschen Refraktor mit ziemlicher Sicherheit die Momente des Eintritts und Austritts des Mondes am Sonnenrande bestimmt. Vergleicht man damit die in den verschiedenen astronomischen Jahrbüchern (Berliner Jahrbuch, Nautical Almanac, Connaissance des Temps und American Ephemeris) vorausberechneten Momente jener Finsternis, so ergibt sich das beachtenswerte und schon bei der auch in Deutschland seinerzeit sichtbaren Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 bemerkte Faktum, daß die Vorausberechnungen der „American Ephemeris“ am genauesten die Beobachtungen darstellen. Diese in Washington von der einzigen Staatssternwarte Nordamerikas (alle übrigen Observatorien sind in Nordamerika durch private Mittel begründet worden) herausgegebenen astronomischen Ephemeriden benutzen die von *Newcomb* hergeleiteten empirischen Verbesserungen der Koordinaten- und Parallaxenwerte für den Mond und erreichen da-

durch eine so bedeutende Verbesserung in der Darstellung der Mondbahn, daß zwischen den beobachteten und den vorausberechneten Momenten für den Eintritt bei der letzten Finsterniserscheinung nur 1,7 Zeitsekunden und für den Austritt auch nur 2,6 Sekunden Differenzen auftraten, während z. B. beim englischen Nautical Almanac dieselben Fehler 10 bzw. 25 Zeitsekunden betragen.

Schwache Streifen auf dem Planeten Neptun in äquatorialer Richtung hat Prof. See auf der Washingtoner Sternwarte aus Beobachtungen im 26-zölligen Refraktor nach Mitteilungen in den *Astron. Nachr.* Nr. 4656 entdeckt. Die den schon fast zehn Jahre zurückliegenden Beobachtungen beigelegten Zeichnungen der Neptunsoberfläche erinnern an die bekannte Streifenstruktur auf dem Planeten Saturn. Mit Recht hebt See hervor, daß derartige durch die Rotation der Planeten hervorgerufenen Oberflächenerscheinungen zuerst auf Jupiter und Saturn, dann auf Uranus und schließlich nunmehr auf dem bisher äußersten Planeten unseres Sonnensystems Neptun wahrgenommen werden konnten.

Periodisch erscheinende Linien im Spektrum des Sterns „12 Canis venatici“ sind nach einem Telegramm aus Pulkowo bei St. Petersburg von Belopolsky entdeckt worden. Dieselben waren an 17 Tagen unsichtbar und wiederum an 5 Tagen deutlich wahrzunehmen. Schon früher konnte in Potsdam auf dem Astrophysikalischen Observatorium von Prof. Ludendorff die Veränderlichkeit der relativen Intensität einer bestimmten Anzahl von Spektrallinien bei 12 Can. venat. nachgewiesen werden, sodaß also die russische Entdeckung nur eine Bestätigung dieser bereits in Nr. 4129 der *Astron. Nachr.* mitgeteilten Wahrnehmung auf der Potsdamer Sternwarte anzusehen ist.

Über eine Gesetzmäßigkeit der Planetenrotation berichtet in den *Astron. Nachr.* Nr. 4657 H. Nies (Köln) an der Hand von empirischen Formeln, die er schon früher (*Astron. Nachr.* 1912 Nr. 4546) auf die Umdrehung der Planeten Venus, Erde, Mars, Jupiter sowie beim Monde anwandte, die jedoch damals beim Planeten Saturn versagten. Nies macht jetzt darauf aufmerksam, daß beim Saturn die durch das Ringsystem bedingte abweichende Gestalt wohl eine Modifikation der ersten Formeln nötig machte. Durch Hinzufügung eines neuen Faktors in die empirische Rotationsformel, die dann auch für den Ringplaneten Saturn gilt, gelingt es, eine rechnerische Gesetzmäßigkeit zu finden. Im Anschluß daran stellt schließlich der Verfasser die folgenden allgemeinen Sätze auf: 1. Jeder Körper, der unter der Einwirkung einer Zentralbeschleunigung und einer Eigengeschwindigkeit eine geschlossene Kegelschnittbahn beschreibt, rotiert während seines Laufes mit gleichbleibender Geschwindigkeit um eine Achse, die weder senkrecht auf der Bahnebene noch in ihr liegen kann. 2. Für Himmelskörper ohne Ring gilt ferner das folgende Gesetz:

Die Rotationsgeschwindigkeit eines Äquatorpunktes ist direkt proportional dem Quadrate der größten Projektion seines parallel zur Bahnebene auf die Rotationsachse projizierten Abstandes vom Planetenmittelpunkte und umgekehrt proportional dem Quadrate der großen Bahnachse sowie der vierten Potenz der Dichte des rotierenden Körpers. Endlich gilt 3. für Himmelskörper mit einem Ringsystem zu 2. noch der Zusatz: und direkt proportional der sechsten Potenz des Verhältnisses: Äquatordurchmesser dividiert durch Ringdurchmesser. Wenn die von Nies hergeleiteten Formeln zur rechnerischen Bestimmung der Rotation von Planeten sich wirklich im vollen Umfange bestätigen sollten, so käme bei dem Planeten Venus, dessen Rotationsdauer aus den Messungen selbst noch sehr strittig ist, eine *kurze Umdrehungszeit* von nicht ganz 24 Stunden heraus, im Ge-

gensatz zu der von Schiaparelli und später von Lowell vertretenen langen Rotation von 225 Tagen, gleich der Umlaufzeit der Venus um die Sonne.

Über die Tätigkeit der vier indischen Sternwarten Kodaikanal, Madras, Bombay und Alibag liegen interessante Berichte aus dem letzten Jahre 1912 vor. Danach sind auf der Sternwarte in Madras während der letzten Jahre ganz plötzliche Änderungen in der Aufstellung der großen Durchgangsinstrumente aufgetreten, die sich in starken Schwankungen der Horizontalachsen-Neigung ausdrückten und dem Einflusse unterirdischer Wasserläufe auf die Fundamente des Instruments zugeschrieben werden. Das unter englischem Einfluß sich nunmehr vollziehende Wiederaufblühen der indischen Astronomie hat nicht nur wissenschaftlich, sondern auch historisch großes Interesse, wenn man den hohen Stand der alten Hindu-Astronomie, insbesondere auch die zahlenmäßige Behandlung der damaligen Planetenaufzeichnungen bedenkt und sich an den Höhepunkt der orientalischen Astronomie erinnert, der im 18. Jahrhundert durch die von Maharadscha Dschaisingh zu Dschapur geschaffenen großartigen Sternwartenanlagen erreicht wurde.

Über das Lebenswerk des englischen Astronomen Williams Huggins berichtet der ausgezeichnete amerikanische Astronom Prof. Hale von der Mount-Wilson-Sternwarte in äußerst bemerkenswerter Weise im Aprilheft des *Astrophysical Journal*. Darin wird der englische Liebhaberastronom W. Huggins, der mit bescheidenen instrumentellen Hilfsmitteln so hervorragende und wertvolle astrophysikalische Entdeckungen ausführte, als glänzendes Beispiel dafür hingestellt, wie ein großer Forscher auch mit kleineren Instrumenten bedeutsame Messungen ausführen kann, ganz in Übereinstimmung mit dem bekannten Ausspruch Bessels: die Hauptsache bei jedem astronomischen Instrument ist der Mensch am Ende des Fernrohrs, ein Ausspruch, der sogar auch bei der Anwendung der Photographie in der messenden Astronomie zutrifft.

Umfassende magnetische Landesvermessungen, die stets durch die kosmischen Beziehungen des Erdmagnetismus zu den Zustandsänderungen auf der Sonne auch ein astronomisches Interesse haben, sind nunmehr im südlichen und zentralen Afrika im Auftrage des Carnegie-Instituts zu Washington von Prof. Beattie und Morrison durchgeführt worden. Diese magnetische Landesaufnahme, die nur unter Überwindung schwieriger Verhältnisse gelang, umfaßt die Gegenden zwischen dem Zambesi und Nil und dehnt sich auch auf Ost-Rhodesia, Deutsch-Ostafrika, das Kongogebiet, Uganda, Nyassa sowie Britisch-Ostafrika aus.

Neue Bestimmungen der Sterntemperaturen teilt Dr. Nordmann in der ersten Mainnummer der *Comptes rendus* mit, die in befriedigender Weise mit den an dieser Stelle (Naturwissenschaften Heft 12) bereits früher mitgeteilten spektrophotographischen Messungen von Dr. Rosenberg über die Wärme der Fixsterne übereinstimmen. Nach Dr. Nordmann, der die Ausmessung der Sternspektren auf visuellem Wege durchführte, liegen die tiefsten Temperaturen (für Sterne vom Typus des Aldebaran) bis 2100° C und die höchsten bis 23 000° C von ihm beobachteten bei dem Stern ϵ Persei vom Spektraltypus der Kreuzsterne. Nach Nordmann sind die Helium-Sterne zugleich auch die heißesten Fixsternsonnen.

A. Marcusc.

Kleine Mitteilungen.

Der Hausmüll und seine Verwertung in den Großstädten. Die Beseitigung und Verwertung des Mülls ist aus zwei Gründen gerade für die Großstädte von be-

sonderer Bedeutung, erstens bietet der Müll den Bakterien einen ganz besonders reichen Nährboden, und die Übertragung von Ansteckungskeimen ist um so gefährlicher, je mehr Menschen davon betroffen werden können, und zweitens wächst mit der Bevölkerungszahl natürlich auch die Menge des Mülls, so daß seine zweckmäßige Entfernung in den Großstädten von Tag zu Tag sich schwieriger gestaltet. Die Müllbeseitigung kann nun in der Hauptsache auf zweierlei Weise erfolgen: entweder stapelt man den Müll in so großer Entfernung von menschlichen Behausungen auf, daß seine mißlichen Folgeerscheinungen an Wirksamkeit möglichst verlieren, oder aber man beseitigt ihn durch Verbrennung, eventuell nach vorangegangener Separation der noch nutzbar zu machenden Stoffe, und macht ihn so durch Umwandlung in neue Formen einer wirtschaftlichen Verwertung zugänglich.

Die Mehrzahl der deutschen Großstädte hält heute noch an dem *Ablagerungssystem* fest, obwohl für diese primitive Form der Müllbehandlung heute gar keine stichhaltigen Gründe mehr vorliegen. In früheren Zeiten, als die ländliche Bevölkerung noch die städtische übertraf, konnte man die Müllbeseitigung mit seiner Verwertung sehr einfach verbinden, indem man den Müll mit den Fäkalien kompostierte und dieses Gemenge als Düngemittel der Landwirtschaft zuführte. Mit der Einführung der Schwemmkanalisation in den Städten schwand die Möglichkeit einer landwirtschaftlichen Müllverwertung, und da man kein anderes Mittel zur Müllbeseitigung kannte, so suchte man seine Lästigkeit und Schädlichkeit in der Weise zu vermindern, daß man ihn in weiter Entfernung von der Peripherie der Stadt aufstapelte. Diese Müllablagerung verursacht den Großstädten jedoch erhebliche Kosten, denn je größer eine Stadt ist, um so mehr muß bei der Auswahl des Stapelplatzes auf die wachsende Ausdehnung der Stadt Rücksicht genommen werden, und um so größer ist andererseits die Masse des Mülls und seine Zunahme. Infolgedessen erhöhen sich die Beförderungskosten des Mülls in geradem Verhältnis zum Bevölkerungszuwachs von Tag zu Tag. Noch schwerwiegender als diese *wirtschaftlichen Schädigungen* sind die *hygienischen Bedenken*. Denn die den Müllhaufen entsteigenden Fäulnisgase tragen zur Bakterienbildung bei und verunreinigen die Luft, auch Ratten und Mäuse, die sich in großer Zahl in diesen Ablagerungen aufhalten, können zur Verbreitung von Krankheitskeimen beitragen, ferner werden die leichteren Müllstoffe vom Winde auf die umliegenden Äcker und Wiesen verweht, was eine Schädigung der Pflanzen zur Folge haben kann, und schließlich bewirken die den Müllstätten entströmenden Gerüche eine starke Entwertung des benachbarten Grund und Bodens. Trotz dieser erheblichen Mißstände entschließen sich die Stadtverwaltungen nur recht langsam zur Einführung der neueren Müllverwertungsmethoden.

Zuerst versuchte man, wie Dr. Cl. Dörr im „*Gesundheitsingenieur*“, 1913, S. 91—93, mitteilt, in England, den Müll durch *Verbrennung* zu beseitigen, was in hygienischer Hinsicht einen erheblichen Fortschritt darstellt. Als diese Methode in der Folge von einer Reihe von deutschen Städten übernommen wurde, wurden jedoch weniger günstige Ergebnisse erzielt, und zwar deshalb, weil die englischen Verbrennungsmethoden nicht ohne weiteres auf die anders gearteten deutschen Verhältnisse übertragen werden konnten. Der Müll der deutschen Städte ist nämlich nicht so reich an brennbaren Substanzen, wie der englische Müll; dies gilt namentlich für solche Städte, wo zur Feuerung vorwiegend Braunkohlenbriketts verwendet werden. Vor der Einrichtung einer Müllverbrennungsanlage ist daher die Zusammensetzung des Mülls genau zu untersuchen, denn eine ein-

heitliche, für alle Fälle wirtschaftliche Lösung der Müllbeseitigungsfrage gibt es nicht. Bei einer solchen Anlage muß man danach streben, nicht nur die Kosten zu decken, sondern möglichst noch einen Überschuß zu erzielen. Bei einem hohen Gehalt an brennbaren Stoffen kann der Müll *ohne* vorhergehende Separation verbrannt werden, die hierbei sich ergebenden überschüssigen Wärmemengen können dann in elektrische Energie übergeführt werden, die, soweit sie nicht zur Deckung des Licht- und Kraftbedarfs der Anlage selbst verbraucht wird, verkauft werden kann. Von den Verbrennungsresten kann die *Schlacke* zur Herstellung von Bausteinen, als Sand für die Mörtelbereitung, zur Auffüllung von tief gelegenen Gelände sowie im Straßenbau verwendet werden. Die Asche kann zu einem kalkhaltigen Düngemittel verarbeitet werden oder zu Isolationszwecken dienen. Enthält der Müll dagegen einen großen Prozentsatz *unverbrennbarer* Stoffe, so muß vor der Verbrennung eine *Separation* vorgenommen werden, wobei mit möglichst wirtschaftlicher Ausnutzung die Beachtung hygienischer Erfordernisse verbunden werden muß. Die Separation muß daher soweit als möglich automatisch erfolgen. Das Absieben des Feinmülls muß in einem luftdicht abgeschlossenen, niemandem zugänglichen Raume vorgenommen werden. Die übrig bleibenden Grob- und Sperrstoffe werden gemeinsam verbrannt, oft ist es jedoch zweckmäßig, die Sperrstoffe (Glas, Porzellan, Metall, Knochen und Papier) auch noch gattungsweise abzusondern, weil sie meist die Wirtschaftlichkeit des Verbrennungsprozesses beeinträchtigen. Dies ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn für diese Stoffe am Orte der Anstalt oder in der Nähe eine Absatzmöglichkeit vorhanden ist. Beim Ausbruch einer Epidemie muß diese Separation von Hand unbedingt unterbleiben, ebenso sind Lumpen in jedem Falle mitzuverbrennen, weil sie möglicherweise von dem Bettzeug oder von Kleidungsstücken von mit ansteckenden Krankheiten behafteten Personen herrühren können. Bei zweckmäßiger Anlage einer Müllverbrennungsanstalt ist die Müllbeseitigung in den meisten Fällen mit geringeren Kosten möglich als die bisherige unhygienische Aufstapelung, und oft wird sich sogar noch ein Gewinn dabei erzielen lassen.

S.

Fortschritte und Probleme der chemischen Industrie.

Über den wissenschaftlichen Wert der großen nationalen und internationalen Kongresse sind die Meinungen einigermaßen geteilt; in einer Beziehung aber dürfte ihr Nutzen unbestritten sein: Sie veranlassen die sonst so schweigsamen großen Herren der Technik, etwas aus ihrer Reserve herauszutreten und einem größeren Publikum von höchst interessanten Dingen zu erzählen, die sonst nur einigen wenigen zugänglich sind. Geheimnisse werden freilich naturgemäß auch bei solchen Gelegenheiten nicht ausgeplaudert; aber man lernt Zusammenhänge kennen, erfährt authentische Zahlen und gewinnt Ausblicke, die man sonst vergeblich suchen würde. Dies trifft auch zu für den Vortrag, den Herr Geheimrat Professor Dr. C. Duisberg, der Leiter der Elberfelder Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co., in der allgemeinen Sitzung des VIII. Internationalen Kongresses für angewandte Chemie am 9. September 1912 in New York gehalten hat, und der jetzt in einer Separatausgabe (Otto Spamer, Leipzig, 1913) erschienen ist. Aus dem anregenden Inhalte können nur die wichtigsten Punkte hervorgehoben werden: Nach einigen allgemeinen Bemerkungen über die Erzeugung der auch in chemischen Betrieben sehr wichtigen mechanischen Energie, der hohen und tiefen Temperaturen bespricht Duisberg etwas ausführlicher die zahlreichen neuen Stahl- und Eisensorten, über die bereits in dieser Zeitschrift (I, S. 510)

berichtet wurde. Aus der *anorganischen Großindustrie* werden erwähnt die Neuerungen in der Darstellung von Schwefelsäure und Ammoniumsulfat, die Herstellung der landwirtschaftlich wichtigen Stickstoffverbindungen, die Chloralkali-Elektrolyse, Weißblechzinnung, Hydrosulfit, Peroxyde und endlich die seltenen Elemente sowie die Synthese einiger Edelsteine. Etwas länger verweilt der Verfasser bei den neuesten Erfolgen der *organisch-chemischen Technik*. Die Neuerungen in der Verarbeitung des Steinkohlenteers und der Zwischenprodukte bilden die Einleitung zur Besprechung der Teerfarbstoffe, deren einzelne Gruppen charakterisiert werden. Es sind besonders die durch Lichtechtheit ausgezeichneten indigoähnlichen, die Alizarin-, Indanthren- und Algolfarbstoffe, die in der letzten Zeit in weitem Umfange das Feld erobert haben. Viel jünger, aber nicht minder kräftig entwickelt ist die Industrie der pharmazeutischen Präparate, der die Chemotherapie neue Gebiete erschlossen hat. Auch die Herstellung künstlicher Riechstoffe repräsentiert bedeutende wirtschaftliche Werte. Die künstliche Seide gewinnt bedeutend an Boden und auch für die Einführung der Acetylcellulose (Cellitfilm) und des daraus hergestellten schwerverbrennlichen Cellons an Stelle der feuergefährlichen Nitrocellulose und des Celluloids sind die Aussichten nicht übel. Noch gar nicht zu übersehen sind die wirtschaftlichen Folgen, die sich aus der Fabrikation des Kautschuks auf künstlichem Wege (siehe diese Zeitschrift Heft 1, Seite 20) ergeben können. — Ein wechselreiches Bild des Erreichten und des Erstrebten in der chemischen Industrie zieht in *Duisbergs* Vortrag an uns vorüber, und es lohnt sich, dem bewanderten Führer zu folgen. Kpl.

Staatlicher Schutz des Edelmarders. Der Kampf gegen die gedankenlose Vertilgung der Raubtiere und Raubvögel wurde vor einigen Jahren auch durch die Vorstellungen eingeleitet, die die Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen an die Landesvereine des Allgemeinen Deutschen Jagdschutzvereins richtete, um die Beseitigung der von ihnen ausgesetzten Prämien für die Vertilgung von „Raubzeug“ herbeizuführen. Diese Anregungen, die vom Präsidenten des Jagdschutzvereins, dem Herzog *Viktor von Ratibor*, lebhaft gefördert wurden, haben dahin geführt, daß eine ganze Reihe von Landesvereinen Preußens und anderer Bundesstaaten die Prämien ganz oder größtenteils abgeschafft hat. Aber es fehlt auch nicht an solchen, die in dieser Hinsicht noch mehr oder weniger rückständig sind. (Vgl. *Beiträge zur Naturdenkmalpflege* 1913, Bd. 4, Heft 1, S. 53.) Die Staatliche Stelle hatte u. a. darauf hingewiesen, wie widersinnig es sei, für Tiere, deren Balg einen ansehnlichen Handelswert hat, auch noch Abschußprämien auszusetzen. So gelten die Bälge des Iltis etwa 6 M., des Fuchses 12—15 M., des Steinmarders 26—28 M. und des Edelmarders gar 40—45 M. Der Edelmarder ist inzwischen so selten geworden, daß er ohne besonderen Schutz binnen kurzem gänzlich verschwinden würde. Es muß daher große Befriedigung erregen, daß jetzt seitens der preussischen Staatsforstverwaltung Maßregeln zur Erhaltung dieses edlen Raubwildes ergriffen worden sind. In Abänderung der Bestimmungen des § 65 der Forstdienstinstruktion hat der Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten die königlichen Regierungen ermächtigt, den Forstbeamten *das Fangen und die Erlegung des Edelmarders in den Staatsforsten ihres Bezirks für eine bestimmte Zeit zu untersagen*, insoweit es zur Verhinderung des völligen Aussterbens des Tieres notwendig erscheint und sonstige Bedenken nicht entgegenstehen. In dem Erlaß wird darauf hingewiesen, daß der Edelmarder sich u. a. durch die Verfolgung des Eichhörnchens nützlich macht, und

daß für seine Schonung größere Waldgebiete in Frage kommen, in denen die Interessen der niederen Jagd von geringerer Bedeutung sind. Wünschenswert ist es, daß die übrigen größeren Waldbesitzer und Jagdinhaber für die Maßregel gewonnen werden, damit auch in den Privat- und Kommunalforsten das Verschwinden des Marders verhindert wird.

F. M.

Fürstlich Hohenzollernsches Naturschutzgebiet im Böhmerwald. Fürst *Wilhelm von Hohenzollern*, ein eifriger Förderer des Naturschutzes, hat in seinen Besitzungen im Böhmerwald ein 210 ha großes Reservat eingerichtet. Es liegt zum größeren Teil im Fürstlichen Forstrevier Böhmisches Eisenstein, zum kleineren im Forstrevier Bayerisch Eisenstein. Dieses Gebiet wird vor jedem Eingriff des Menschen tunlichst behütet bleiben; Holz- und Grasnutzung, Jagd und Fischerei sollen dort dauernd ruhen, und auch das Einbringen fremder Pflanzen und Tiere wird unterbleiben. Das Naturschutzgebiet beginnt in 1008 m Höhe und steigt zum Kamm auf 1343 m; es weist vielfach Felsenmeere auf und enthält auch zwei Seen, die verschiedenen Stromgebieten (Moldau-Elbe und Regen-Donau) angehören. Der Holzbestand ist durchweg Hochwald und setzt sich besonders aus Fichte, etwas Tanne, Legföhre, Buche, Bergahorn, Eberesche, Weide und Birke zusammen. In vielen Teilen ist wohl noch niemals Holz geschlagen, auch anderwärts ist der jetzige Bestand von Natur erwachsen. An der Wand des „Schwarzen Sees“ horstet der Wanderfalk; Auer- und Birkwild ist ebenfalls vorhanden. Das Gebiet ist schwer zugänglich. Es enthält keinerlei Baulichkeiten; nur an einer Stelle der Peripherie, am Nordufer des Schwarzen Sees, ist eine Wirtschaft eingerichtet. Das wechselvolle Gelände ist von landschaftlicher Schönheit und weist hervorragende Aussichtspunkte auf. Nach Westen sieht man nahezu den ganzen Bayrischen Wald, über Böhmen schweift der Blick bis Pilsen und bisweilen zum Erzgebirge. Die Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege hat die Untersuchung des Naturschutzgebietes eingeleitet. Bereits sind einige Fachleute zur Erforschung der Tier- und Pflanzenwelt und zu photographischen Aufnahmen dort tätig gewesen. Weitere Arbeiten stehen bevor. (*Beiträge zur Naturdenkmalpflege* 1913, Band 4, Heft 1, Seite 9.)

F. M.

Erzeugung harter Röntgenstrahlen. Die Röntgenbehandlung tief unter der Epidermis liegender Körperteile erfordert eine Strahlung, die sehr hart ist und die, um die oberen Hautstellen nicht zu schädigen, so gut wie *gar keine* weichen Strahlen enthält. Die Analyse der bei jedem Induktionsstoß von einer Röntgenröhre ausgehenden Strahlung zeigt aber neben harten Strahlen noch einen erheblichen Teil weicher. Zum Zweck dieser Analyse läßt *Dessauer* (*Dessauer, Fr., Erzeugung harter Röntgenstrahlen. Physikal. Zeitschrift XIV, p. 246, 1913*) die Strahlen auf eine rotierende photographische Platte fallen und stellt dabei in ihren Weg einen staffelförmig aufgebauten Aluminiumkörper. Die weichen Strahlen gehen durch die dünnen Staffeln hindurch, werden aber von den dicken absorbiert. Das Bild auf der rotierenden photographischen Platte zeigt, wie sich die Härte der Strahlung während eines Induktionsstoßes ändert: die harten Strahlen entstehen fast nur im ersten Moment eines jeden Stoßes (Aufleuchtens), nachher überwiegen die weichen. Das ist auch vollkommen plausibel: um den Stromdurchgang durch die Röhre einzuleiten, ist eine hohe Spannung nötig, sie gibt eine harte Strahlung; ist er eingeleitet, so ist die Spannung an der Röhre klein, sie gibt eine weiche Strahlung. *Dessauer* sucht nun die harte Strahlung von der weichen dadurch zu

scheiden, daß er die Röhre nur im ersten Moment des Durchschlags einschaltet: Die Sekundärspule des Hochspannungstransformators, der die Röhre versorgt, wird unmittelbar nach der Einschaltung auf einen Hochspannungswiderstand umgeschaltet. Für die Röhre wird also nur derjenige Teil der Wechselstromkurve nutzbar gemacht, der der maximalen Spannung und damit der harten Strahlung entspricht. *P. Lg.*

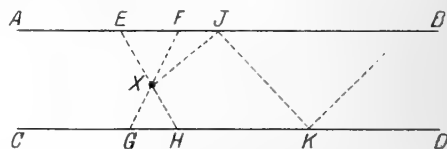
Drahtlose Telephonie. Es ist an dieser Stelle schon früher darauf hingewiesen worden, weshalb die Reichweite der drahtlosen Telephonie bisher sehr engbegrenzt war, nämlich aus dem Grunde, daß man genötigt war, das Mikrophon der Schwachstromtechnik, das nur geringe Energien verträgt, ohne zu verbrennen, zu benutzen, indem man es direkt in den Antennenkreis einschaltete. Gegenüber den imposanten Leistungen der drahtlosen Telegraphie, z. B. wie kürzlich berichtet, über eine Entfernung von ca. 6500 Kilometer zwischen Berlin und New York, mußte man sich in der drahtlosen Telephonie mit Entfernungen von nur wenigen 100 Kilometern begnügen, wobei dann meistens auch noch eine wirklich gute Sprachübertragung nicht gelingen wollte. Das ist nun neuerdings auch anders geworden, seitdem die neuen Hochfrequenzmaschinen in praktischen Gebrauch genommen sind, weil man in der Lage ist eine nur bei dieser Maschinenanordnung benutzbare Schaltung anzuwenden an Stelle der vorhin erwähnten Schaltung des Mikrophons bei Benutzung der Lichtbogen- oder Funkenmethode zur Erzeugung der Hochfrequenzschwingungen. So konnte jetzt die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie mit der auf ihrer Station Nauen bei Berlin installierten, von *Graf Arco* erfundenen Telefunken-Hochfrequenzmaschine einen bemerkenswerten Rekord mit drahtloser Telephonie aufstellen. Eine Reihe von drahtlosen Empfangsstationen wurden von den Versuchen benachrichtigt, die in einem Entfernungsradius bis zu 700 km eine tadellose Sprachübertragung feststellen konnten, z. B. in der Station des Wiener Technologischen Gewerbemuseums. Es besteht nach diesen Versuchen alle Wahrscheinlichkeit, daß auch demnächst eine drahtlos-telephonische Übertragung über den Ozean sich erzielen läßt. *Dr. E.*

Getreide, Malz, Sämereien und sonstige körnige Massengüter werden seit geraumer Zeit in Lagerhäusern mittels Saugluft von einer Stelle zur anderen befördert. Hierzu ist neuerdings die **Kohlenförderung durch Saugluft** getreten. Diese ist von der Mühlenbau- und Maschinenfabrik vorm. Gebr. Seck in Dresden für ein größeres industrielles Unternehmen in Österreich eingerichtet worden. In diesem Betrieb wurde die Kohle bisher durch Handwagen von der Lagerstelle nach den bis zu 180 m entfernten Kesselhäusern befördert. Nunmehr geschieht dies durch eine Saugluftanlage, die in 24 Stunden etwa 24 Wagen feinkörniger Stein- und Braunkohle nach den Verbrauchsstellen bewegt. Hierdurch werden nicht nur bedeutende Ersparnisse erzielt, sondern auch mancherlei Störungen sowie die Verunreinigung der Betriebsanlagen vermieden. (*Z. d. Ver. d. Ing.* 57, 474, 1913.) *Mk.*

Charles Moreu hat 70 Thermalquellen auf ihren Gehalt an **seltene Gasen** untersucht und Betrachtungen über ihre Bedeutung für die Radioaktivität und die **Physik der Erde** angestellt. Nach ihm besitzen die Quellen von Santenay den größten Gehalt an Helium, nämlich 10,16 Volumprozent. Sie entwickeln 17 000 l dieses Gases im Laufe eines Jahres; die Quellen von

Neris aber 34 000 l. Nimmt man an, daß alles Helium von dem in der Erde enthaltenen Radium in die Atmosphäre gelangt, und die Masse dieses Radiums genau so groß ist, um die Temperatur der Erde konstant zu erhalten, so würden 7000 Jahrhunderte ausreichen, um das in der Atmosphäre enthaltene Helium zu erzeugen. Diese Zeit ist aber nicht hinreichend, da nicht alles Helium in die Atmosphäre gelangt, wenn auch wahrscheinlich die darin befindliche Menge dieses Gases gänzlich aus den Thermalquellen stammt. Andererseits destilliert aber vermutlich auch ein großer Teil des Heliums aus der Atmosphäre in den Himmelsraum. — Argon, Krypton, Xenon (und wahrscheinlich auch Neon) sind in den Gasentwicklungen der Quellen nahezu in demselben Verhältnis enthalten wie in der Atmosphäre. Dies ist vermutlich durch ihre chemische Unangreifbarkeit zu erklären. Seit Beginn der Erde haben sie sich wahrscheinlich stets in dem gleichen Verhältnis erhalten, wovon nur das Helium unter den seltenen Gasen eine Ausnahme macht. Auch in dem unverbrennlichen Teil der schlagenden Wetter hat man A, Kr und Xe in der gleichen Relation gefunden. Das Argon und seine Begleiter befinden sich vermöge ihrer Unangreifbarkeit außerhalb des Einflusses der Chemie. Diese Eigenschaft sichert ihnen ewige Unverletzlichkeit zu und schützt sie gegen alle Katastrophen, deren Auftreten Astronomie und Geologie als möglich erscheinen lassen. Ihr Gaszustand verleiht ihnen Zutritt in alle Flüssigkeiten und Atmosphären, wo die fünf Mitglieder der Familie immer in Gemeinschaft und in voller Freiheit sich bewegen. (*C. R.* 156, 1044, 1913.) *Mk.*

Cooper Hewitt verleiht dem Lichte seiner Quecksilberdampflampen durch fluoreszierende Reflektoren eine dem Tageslichte ähnliche Farbe. Er benutzt hierzu mit Rhodamin gefärbte Celluloidhütcchen und hat beobachtet, daß die Reflexion viele Male stärker ist, wenn die Rückseite der Reflektoren mit weißem Papier belegt wird, als wenn man hierzu Silberpapier verwendet. Diese Erscheinung erklärt *R. W. Wood* durch **Einschließung der Strahlung vermöge Totalreflexion** und macht folgenden entsprechenden Versuch. Er versilbert auf einer weißen Porzellanplatte einen kreisrunden Fleck. Wird die Platte dann mit einer Rhodamin- oder Fluoreszinzölösung übergossen, so erscheint im Lichte einer Quecksilberlampe der Fleck fast schwarz trotz des hohen Reflexionsvermögens der polierten Silberschicht. Der Rand des Fleckes dagegen zeigt eine stärkere Helligkeit und dies gibt eine Erklärung für die auffallende Erscheinung. Stellt in der Figur *ABCD* ein Rhodaminhütcchen



dar, welches auf der Fläche *CD* versilbert ist, so bewirkt die Versilberung, daß nur die Strahlen in dem Kegel *GXH* durch die obere Fläche austreten. Die Strahlen außerhalb des Büschels, wie *XJ*, werden aber fortgesetzt reflektiert bis zum Rand. Ist nun die untere Fläche mattweiß, so wird bei *K* der Strahl diffus reflektiert und ein Teil seines Lichtes gelangt durch die obere Fläche. Die Wirkung der matten Fläche befreit die durch innere Reflexion gefangene Lichtenergie. Wenn keine Absorption stattfände, so würde der äußere Rand blendend hell erscheinen, da alles gefangene Licht alsdann hier herausträte. (*Phys. Z.* 14, 270, 1913.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 27.

4. Juli 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Über die Begutachtung der englischen Parlaments-Kommission betreffend die Systeme für drahtlose Telegraphie bei großen Entfernungen. Von *Dr. G. Eichhorn, Zürich*. S. 633

Die Arbeiten der Carnegie-Institution an der magnetischen Aufnahme der Erde. Von *Dr. A. Nippoldt, Potsdam*. S. 634.

Die Sensibilitäten des menschlichen Organismus. Von *Dr. Otto Veraguth, Zürich*. S. 636.

Allgemeine Prinzipien der Entwicklung und Vererbung. Von *Prof. Dr. A. Greil, Innsbruck*. S. 642.

Die Quellmoore bzw. Gehängemoore Norddeutschlands. Mit 5 Typenprofilen. Von *Dr. Alfred Berg, Berlin*. S. 646.

Zur Theorie der „Kristallokinese“. Von *Privatdozent Dr. Richard Lachmann, Breslau*. S. 650.

Besprechungen. S. 653.

Astronomische Mitteilungen. S. 655.

Kleine Mitteilungen. S. 656.

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE
HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Soeben erschien: Teil III. Abteilung IV. Band 2.

ZELLEN- UND GEWEBELEHRE • MORPHOLOGIE UND ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

Unter Redaktion von † E. Strasburger und O. Hertwig.

1. Botanischer Teil.

Unter Redaktion von † E. Strasburger.

Bearbeitet von † E. Strasburger und W. Benecke.

Mit 135 Abbild. [VIII u. 338 S.] Lex. 8. 1913.

Geh. M. 10.—. In Leinwand geb. M. 12.—.

In Halbfranz geb. M. 14.—.

2. Zoologischer Teil.

Unter Redaktion von O. Hertwig.

Bearb. von R. Hertwig, H. Poll, O. Hertwig, K. Heider, F. Keibel, E. Gaupp. Mit 413 Abbildung. [VIII u. 538 S.] Lex. 8. 1913.

Geh. M. 15.—. In Leinwand geb. M. 17.—.

In Halbfr. geb. M. 19.—.

Inhalt: I. Botanik: Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre: † E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benecke. — **II. Zoologie:** Die einzelligen Organismen: R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen: H. Heider. — Die Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: F. Keibel. — Morphologie der Wirbeltiere: E. Gaupp.

Ausführlicher Prospekt umsonst und postfrei vom

VERLAG B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

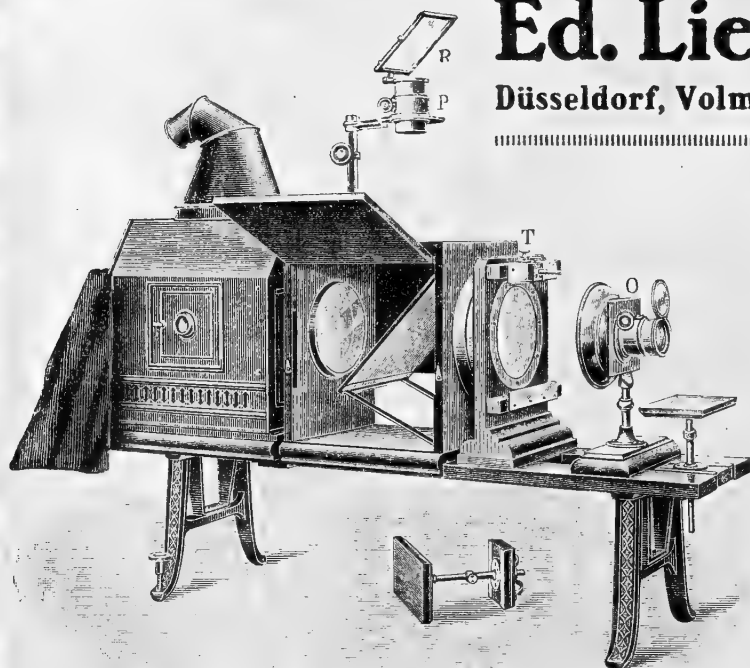
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

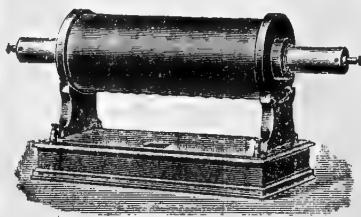
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungsbedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Die Diathermie.

Von Dr. Josef Kowarschik, Wien.

Mit 32 Textfiguren. 1913.

Preis M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.40.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Ferdinand Enke, Stuttgart: Seite III — Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite I — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite II.

Über die Begutachtung der englischen Parlaments-Kommission betreffend die Systeme für drahtlose Telegraphie bei großen Entfernungen.

Von Dr. G. Eichhorn, Zürich.

Vom englischen Parlament beziehungsweise dem Postmaster-General wurde bekanntlich vor einiger Zeit eine Studienkommission ernannt, um die verschiedenen Systeme (*Telefunken, Marconi, Poulsen, Goldschmidt, Galletti*) hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit für große radiotelegraphische Reichweiten zu studieren und gemeinschaftlich mit der Admiralität darüber zu berichten. Dieser Bericht ist kürzlich erschienen und wurde von der englischen Fachpresse, deren Äußerungen sich dann natürlich auch in der Tagespresse wieder spiegeln, dazu benutzt, um tendenziös entstellte Angaben zugunsten des englischen Marconisystems und zuungunsten des deutschen Telefunkenystems in die Welt zu setzen. So schreibt z. B. die englische Zeitschrift *Nature*:

The report is strictly limited to practical considerations, and deals with matters of engineering rather than of scientific interest. From the point of view of the building of stations for immediate operation in the Imperial wireless scheme, the report is overwhelmingly in favour of the Marconi Company, not only on account of its plant, but also on account of its experience.

Für das große englische Publikum erstrahlt also jetzt auch hier wieder der bekannte jedem Engländer eingeborene Dünkel von der Glorie des „English“ in neuem Lichte und die Götter kämpfen auf neue vergebens gegen anscheinend Unausrottbares.

Jedem Fachmann ist demgegenüber bekannt, zunächst, daß das im letzten Jahrzehnt von *Marconi* verwendete System prinzipiell nichts anderes ist als eine Nachahmung des deutschen Systems von Prof. *F. Braun* und ferner, daß die moderne Entwicklung des letzteren zu dem neuen *Telefunken*system der sogenannten *tönenden Löschfunken* nach Prof. *M. Wien* einen so enormen Fortschritt bedeutet, daß das Marconisystem dagegen weit zurücksteht. Es ist also in erster Linie *deutsche Arbeit*, welche zu den großen Leistungen der modernen Radiotechnik geführt hat, und das deutsche Telefunken-system steht sowohl in wissenschaftlicher wie technischer Hinsicht an der Spitze. Angesichts dieser Tatsache ist es sehr bedauerlich, daß ein Teil der deutschen Presse *kritiklos* die Äußerungen der englischen Presse in der vorliegenden Angelegenheit nachgedruckt hat.

Demgegenüber ist nun festzustellen, daß es sich nur um tendenziöse Entstellungen seitens der *Presse* handelt und es ist anzuerkennen, daß die englische Kommission selbst systematisch und objektiv bei ihrer Arbeit vorgegangen ist. Ihre Aufgabe bestand darin, festzustellen, welche Gesell-

schaften in der Lage sind, kommerzielle drahtlose Verbindungen vorzuführen, deren technische Leistungen ganz bestimmten, für das englische Projekt in Frage kommenden Bedingungen entsprechen. Die Kommission hatte deshalb auch bei der *Telefunkengesellschaft* angefragt, ob sie bereit sei, den Nachweis gewisser Leistungen zu erbringen. Die *Telefunkengesellschaft* mußte dies ablehnen, da keine geeignete Gegenstation zum Verkehr mit der Großstation *Nauen* auf 2000 Meilen Entfernung zur Verfügung stand und in der verfügbaren Frist nicht beschafft werden konnte. Deshalb besichtigte die Kommission lediglich *Nauen*, ohne Entfernungsversuche vorzunehmen, und hat in ihrem Gutachten dem technischen Stand des Telefunken-systems gegenüber den übrigen radiotelegraphischen Systemen volle Gerechtigkeit widerfahren lassen. Wenn das Gutachten besagt, daß die Kommission sich von dem kommerziellen Arbeiten des Marconisystems auf 2300 Meilen überzeugen konnte, während Telefunken ihr eine solche Leistung nicht vorzuführen in der Lage war, *trotzdem Nauen erfolgreiche Versuche auf 4000 Meilen gemacht habe¹⁾*, so will also die Kommission keineswegs eine Minderwertigkeit des Telefunken-systems verkünden. Sie will lediglich die Tatsache feststellen, daß die seit Jahren im Besitze der *Marconi Company* befindliche und gut arbeitende Verbindung *Irland—Canada* (2300 Meilen) im Betrieb besichtigt werden konnte, während der Kommission in Deutschland bei *Telefunken* eine unter ähnlichen Bedingungen arbeitende Verbindung nicht vorgeführt worden sei. Daß nach dem Telefunken-system auf der ganzen Welt ebenso viel Stationen ausgerüstet sind und mindestens ebenso gut arbeiten, wie solche nach dem Marconisystem, ist der technischen Kommission durchaus bekannt und von ihr anerkannt worden. Es befinden sich darunter aber keine zwei Stationen in genau der von der Kommission geforderten Entfernung und Betriebsweise, ebensowenig wie nach dem Marconisystem außer den beiden geprüften transatlantischen Stationen zwei weitere existieren, die diesen Vorschriften entsprechen.

Wie in der gesamten Technik, so steht auch in der Radiotechnik Deutschland in keiner Weise hinter dem Ausland zurück, hat vielmehr, wie oben angedeutet, in mancher Hinsicht die Führung. Da wäre es denn wirklich doch die höchste Zeit, daß sich auch in Deutschland in breiteren Schichten endlich etwas mehr von einem durch Kraft und Leistungen motivierten Selbstbewußtsein zeigen möge, das es verhindert, daß man englische Überhebung kritiklos hinnimmt und sich sogar, leider nur zu häufig, noch von ihr imponieren läßt.

¹⁾ Vgl. auch die Notiz in Heft 22 S. 536 über die neue funkentelegraphische Verbindung zwischen Deutschland und Amerika (6500 km).

Die Arbeiten der Carnegie-Institution an der magnetischen Aufnahme der Erde.

Von Dr. A. Nippoldt, Potsdam.

Eine der größten Abteilungen der von *Andrew Carnegie* begründeten und nach ihm benannten Anstalt zu wissenschaftlicher Forschung bildet das „Department Terrestrial Magnetism“. Eine seiner Hauptaufgaben besteht in der Vollendung einer magnetischen Aufnahme der Erde, ein an sich schon großartiges Unternehmen, das durch die Art, wie sein Plan angelegt und wie er durchgeführt worden ist, wohl einzig dasteht, so daß es für alle ähnlichen weltumspannenden wissenschaftlichen Aufgaben, die in Angriff zu nehmen uns noch bevorsteht, nur mustergültig sein kann. Gerade eben ist der erste Band¹⁾ einer neuen, amtlichen Veröffentlichungsreihe dieses Departments erschienen, deren Gesamtheit die endgültigen Werte der an den verschiedenen Orten der Erde gemessenen erdmagnetischen Elemente bekanntgeben soll, soweit sie mittelbar oder unmittelbar durch die Carnegie-Institution ermittelt worden sind. Da auch mit Ablauf dieses Jahres ein vorläufiger Abschluß der magnetischen Vermessung der Erde erreicht werden wird, so ist es wohl an der Zeit, auch einem weiteren Kreise von deutschen Naturforschern über den Aufbau des Planes und die Art seiner Durchführung Aufklärung zu verschaffen.

Zuvörderst sei an die Spitze unserer Ausführungen die Bemerkung gestellt, daß Ausarbeitung des Planes, Schaffung und Leitung des Departments, Organisation der Vermessungsreisen, Durchführung der Verarbeitung der einlaufenden Beobachtungen, Drucklegung derselben, die Konstruktion zum Teil ganz neuartiger Instrumente, wie überhaupt die Regelung einer jeden Teilaufgabe ganz und ausschließlich die Leistung eines einzelnen Mannes gewesen ist: des Amerikaners *Louis Agricola Bauer*, dem daher jüngst die Berliner Gesellschaft für Erdkunde mit wahrer Berechtigung die hochbewertete Neumayermedaille verleihen konnte.

Gauß war es, der zuerst die magnetischen Erscheinungen, welche wir auf der Erdoberfläche wahrnehmen, durch eine Theorie zu fassen wußte. Bei der Prüfung derselben fehlte es ihm aber an einer ausreichenden Menge gleichmäßig verteilter, guter Beobachtungen. Umgekehrt regte schon damals der Besitz einer brauchbaren Theorie viele namhafte Gelehrte an, neue Vermessungen vorzunehmen oder zu veranlassen. Als Vertreter der ersteren möchte ich besonders des Berliner Privatdozenten *Adolf Erman* gedenken, der um 1830 eine vollkommene Erdumseglung ausführte, um dabei zu Land, wie auch zu Wasser zahlreiche magnetische Messungen vorzunehmen. Ein Vertreter der anderen Klasse Gelehrter war *Alexander von Humboldt*, dessen Verdienste um den Erdmagnetismus wohl allgemein bekannt sind.

Trotz dieser nie erlahmten Bestrebungen, die Verteilung der erdmagnetischen Elemente über die Erde genauer zu erforschen, kam man doch nur langsam vorwärts, so daß, als *Ad. Schmidt* für den Zeitpunkt 1885 eine neue Berechnung an Hand der Theorie von *Gauß* vornahm, gewisse theoretische Fragen immer noch nur mangelhaft beantwortet werden konnten, da immer noch gar zu große Teile der Erdoberfläche ohne jede magnetische Beobachtung dalagen.

Ein Forscher, der dies ganz besonders empfand, war *L. A. Bauer*. In einer Reihe von Abhandlungen über die Trennung von normaler und anormaler Magnetisierung der Erde, über die Durchdringung ihrer Oberfläche durch vertikale elektrische Ströme, über die Biegung und Verdrehung der magnetischen Achse der Erde, über die Abnahme ihres magnetischen Momentes mit der Zeit, über die Wanderung der Achse im Laufe der Jahrhunderte und ähnliche Fragen gelang es ihm nie, zu einer ihn vollkommen befriedigenden Lösung zu kommen, da die ungleiche Vermessung der Erde ein ewiges Hindernis abgab. Als 1901 durch die Freigebigkeit *Carnegies* die Möglichkeit gegeben war, an die Beseitigung des lästigen Zustandes heranzutreten, entwarf *L. A. Bauer* sofort einen eingehenden Plan zu weltmagnetischen Forschungen und reichte ihn im Januar 1902 den Vertrauensleuten (trustees) der Institution ein.

Zu den Hauptaufgaben der von *Bauer* vorgeschlagenen Abteilung für Erdmagnetismus gehörte die magnetische Vermessung aller jener Teile der Erde, deren Bereisung nicht zu dem Arbeitsgebiet eines der schon vorhandenen Observatorien gehörte. Wenn man allein die Landflächen betrachtet, war dies schon der größte Teil der Erdoberfläche, denn die magnetischen Observatorien sind zwar in Europa sehr dicht, sonst aber recht dünn und ungleich gesät; wenigstens war dies so, als *Bauer* seinen Plan entwarf. Seitdem sind an wichtigen Stellen eine große Zahl neuer entstanden, aber man kann ruhig sagen, daß dies nicht zum wenigsten eine Folge der Errichtung der magnetischen Abteilung der Carnegie-Institution gewesen ist.

Bauers Vorschlag wurde angenommen, im Dezember 1903 wurde die genannte Abteilung gegründet und ihre Leitung *L. A. Bauer* übertragen — zunächst im Nebenamt.

Eben von Berlin zurückgekommen, wo er seine Studien abgeschlossen hatte, war nämlich *Bauer* sofort in seinem Heimatlande tätig gewesen, um zunächst in kleinem Maßstabe sein Teil dazu beizutragen, die magnetische Vermessung der Erde zu vervollständigen, indem er 1896 begann, den Staat Maryland magnetisch aufzunehmen, vorerst als persönliches Unternehmen, das Jahr darauf schon im Auftrag der *Coast and Geodetic Survey*. Diese erhielt eine eigene magnetische Abteilung, deren Leiter *Bauer* wurde. Die übernommenen Arbeiten in diesem Amt gestatteten ihm nicht, sofort an die Carnegie-Institution überzusiedeln, hatte er doch mittlerweile die magnetische Aufnahme aller der unter nordamerikanischer Jurisdiktion stehenden Länder in die Wege geleitet und die vier Obser-

¹⁾ *L. A. Bauer*, „Land Magnetic Observations, 1905 bis 1910“. Researches of the Department Terrestrial Magnetism, Washington, D. C. 1912, 4^o. 185 S.

vatorien in Honolulu, Puerto Rico, Baldwin (Kansas) und das Haupt- und Basisobservatorium in Cheltenham (Maryland) errichtet und in Betrieb gebracht. Dafür waren diese Arbeiten ihm auch eine vorzügliche Vorbereitung für die große Aufgabe, vor die er sich jetzt gestellt sah.

Da unser Planet nun einmal so stiefmütterlich mit festem Lande bedacht ist, so waren die größten Lücken in der Verteilung magnetischer Messungen durch die Weltmeere entstanden; es galt daher vor allem, auf diesen weiten Flächen Beobachtungen vorzunehmen. Es braucht nur darauf hingewiesen zu werden, mit welcher Sorgfalt der Physiker die Aufstellung seiner magnetischen Instrumente vor Erschütterungen sichert, um sich vor Augen zu führen, wie schwierig es sein muß, auf schwankem Schiffe zu guten Beobachtungen zu gelangen. Zwar haben die Bedürfnisse der Schifffahrt den Menschen schon früh gelehrt, magnetische Bestimmungen an Bord zu machen, allein es handelte sich hier stets nur um die Deklination, jetzt aber galt es alle Elemente zu beobachten und zwar mit einer für die Zwecke der Forschung genügenden Genauigkeit. Alle Schiffsmessungen litten an dem störenden Einfluß des Schiffseisens auf die Instrumente. *Bauer* erwarb daher ein recht wenig mit Eisen durchsetztes Segelschiff, das nunmehr den Namen „Gallilee“ erhielt; es war von 1903 bis 1909 in Gebrauch und hat sehr befriedigende Ergebnisse erzielt. In diesem Jahre aber wurde ein neues Schiff in Gebrauch genommen, das eigens für die Zwecke der Carnegie-Institution gebaut worden war und bis auf den Zylinder der eingebauten Gasmaschine und dessen Stempel kein Eisen enthält. Infolgedessen hat es nicht die Spur einer Deviation, d. h. nicht den mindesten Einfluß auf die magnetischen Messungen.

Dieses Fahrzeug trägt den Namen *Carnegie*; außer durch seine Gasmaschine wird es noch durch sein Segelwerk getrieben. Es ist ein schwimmendes Observatorium und weicht daher in seiner Bauart erheblich von der üblichen ab; seine Konstruktion hat sich vorzüglich bewährt; es hat allein, voll ausgerüstet, 460 000 Mark gekostet.

Ein gut Teil fällt dabei auf die Beschaffung der Instrumente. Einige davon, wie der *Lloyd-Creak-Dipcircle*, der Peilkompaß u. a., lagen beim Antritt der Schiffsreisen schon erdacht und zum Teil auch erprobt vor, aber sie haben dann doch noch an Hand der neu gewonnenen Erfahrungen wertvolle Umänderungen erlitten. Viele Instrumente sind jedoch ganz neu erfunden worden, so daß neben den neuen Beobachtungsschätzen wichtige neue Hilfsmittel der Wissenschaft erstanden sind.

Mit diesen beiden Schiffen sind die Ozeane zwischen 50 Grad nördlicher und südlicher Breite vermessen worden, und zwar derart, daß die verschiedenen Fahrtwege sich mehrfach schnitten; dies gibt die Möglichkeit an die Hand, an denselben Orten in verschiedenen Jahren zu beobachten und so Werte der Säkularvariation zu erlangen. Wie wichtig das ist, ahnte man bei Beginn der Messungen noch nicht, denn man erwartete nicht, daß die Säkularvariation jener Gegenden so ganz anders

sei, als sie angenommen war. Mit Erstaunen erschloß man aus den Messungen der Carnegie-Institution, daß auf allen drei großen Weltmeeren die Verteilung der erdmagnetischen Elemente eine ganz andere ist, als sie die amtlichen Karten der Staaten England, Deutschland und Amerika zeigten. Ursache waren falsche Annahmen über die Größe der Säkularvariation, und diese gingen wieder auf Mangel an Beobachtungen in den Zwischenzeiten zurück. Da es *Bauers* Grundprinzip ist, so rasch wie möglich, wenigstens *vorläufige* Ergebnisse der Messungen zu veröffentlichen, so sind jene amtlichen Stellen, welche die beregten Karten herausgeben, jetzt schon in der Lage, ihre Neuausgaben an Hand der Erfahrungen der Carnegie-Institution zu verbessern.

Aber neben den Ozeanen bestehen noch weite Landstrecken, auf denen es an guten Messungen fehlt. Hier hat *Bauers* Plan insofern helfend gewirkt, als die Fachleute bei ihren Regierungen nunmehr ein offeneres Ohr für ihre Wünsche fanden und mancher alte Plan jetzt zur Ausführung gelangen konnte. Aber viel bleibt noch zu tun, da nicht jedes Gebiet der Fürsorge eines magnetischen Observatoriums sich erfreuen kann. Hier hat das Department helfend eingegriffen und allein oder mit Hilfe ansässiger Privatgelehrter magnetische Aufnahmen zu Land durchgeführt.

Auf diese Weise sind vermessen worden: Algier und die Westküste Afrikas bis herunter nach Liberia, die europäische und die asiatische Türkei, Persien, Turkestan, die chinesische Küste bis tief ins Innere hinein, Westaustralien, Neu-Süd-Wales, Viktoria, Westindien und Zentralamerika, Guayana, der Staat Canada von Britisch-Nordamerika, die Bahamainseln u. a. m. Dazu kommen magnetische Messungen auf einer Anzahl Überlandreisen, wovon einige wie *Beatties* Reise von Kapstadt bis nach Ägypten, der Länge nach durch Afrika hindurch, und *Kidsons* Durchquerung Australiens von Süd nach Nord geographische Leistungen sind. Andere Reisen dieser Art führten von Peking nach dem Pamir, von Toronto nach der Hudsonbai, von Asiniboina nach dem Sklavensee; mehrere Fahrten gingen über den südamerikanischen Kontinent, darunter die Fahrt den Amazonasstrom aufwärts, wobei ein eigens gebautes Motorboot in Anwendung kam. Daneben sind eine ganze Anzahl mehr sporadisch verteilter Messungen bei den verschiedensten Gelegenheiten ausgeführt worden, so durch das jetzt zum Walfänger erniedrigte frühere Expeditionsschiff *Gauß* der deutschen Südpolarexpedition. Rechnet man noch hierzu die ja ebenfalls von *Bauer* eingeleitete magnetische Aufnahme der nordamerikanischen Gebiete einschließlich der Kolonien, so findet man, daß in der Überwachung einer räumlich so weit erstreckten Vermessung durch einen Mann eine große Gewähr für innere Vergleichbarkeit der Ergebnisse liegt.

Aber eine magnetische Vermessung der Erde verlangt auch eine Vergleichbarkeit der von anderen Kulturstaaten durchgeführten Aufnahmen mit jener der Carnegie-Institution. Es war daher ein

genauer Vergleich der Instrumente notwendig, auf die sich die absoluten Werte der Observatorien stützen. Die Carnegie-Institution besuchte aus diesem Grunde alle wichtigen Observatorien, um sie mit ihren Instrumenten zu vergleichen. Auch diese Beobachtungen wurden sofort bearbeitet und kritisch geprüft. Das Ergebnis war die Schaffung eines sogenannten „Internationalen Standards“, d. h. es wurden für alle absoluten Instrumente solche Konstanten festgesetzt, daß jener Standardwert herauskommt, wenn man mit dem betreffenden Instrumente mißt und die betreffenden Konstanten dabei verwendet. (Für uns interessant ist, daß Potsdam ohne weiteres diesen internationalen Grundwert gibt.) Inwieweit er ein restlos absoluter Wert ist, das können uns erst im strengen Sinne absolute Messungen zeigen, eine Aufgabe, die erst noch vieler Vorbereitungen bedarf, ehe sie mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden kann.

Wie gesagt, haben die Veröffentlichungen der endgültigen Ergebnisse der Tätigkeit des Department Terrestrial Magnetism schon begonnen. Bei dem zielbewußten Handeln Professor *Bauers* ist zu erwarten, daß sein Versprechen erfüllt werden wird, und wir in wenigen Jahren im Besitz einer einheitlichen, gleichmäßigen und guten magnetischen Aufnahme der ganzen Erde sein werden und uns damit endlich in den Stand gesetzt sehen werden, die wichtigen, großen Probleme des irdischen Magnetismus befriedigend zu lösen.

Die Sensibilitäten des menschlichen Organismus.

Von Dr. Otto Veraguth, Zürich.

Die Sensibilitäten überragen die anderen Sinnesfunktionen des menschlichen Organismus an biologischer Wichtigkeit. Alltäglicher Beleg hierfür ist die bekannte Rolle des Schmerzes als eines unersetzlichen Hüters der Gesundheit. Einzigartiger aber zwingender Beweis für die bevorzugte Eignung der Sensibilitäten als des allein genügenden Mittels zur Höchstentwicklung des Gehirnes durch Außenweltreize ist die blinde und taube *Helen Keller*. Daß die Sensibilitäten in stärkerem Maße als Gesicht und Gehör die Entstehung der Grundbegriffe unseres Denkens, vor allem den des Raumes und der Kraft, vielleicht auch den der Zeit und der Zahl ermöglicht haben, ist zum mindesten wahrscheinlich.

Aber weder die Phänomenologie noch die Theorie der Sensibilitäten sind auch nur einigermaßen befriedigend abgeklärt. Es herrscht denn auch in den Bezeichnungen und Begriffsumschreibungen auf diesem Gebiete noch große Unordnung. Es sei nur auf die Mehrdeutigkeit des Wortes „Fühlen“ und die Unklarheit des in ärztlichem Sprachgebrauch noch gängig und gäben Ausdruckes „Muskelsinn“ verwiesen.

Für die Umgrenzung der Sensibilität kann man nicht die gleichen einfachen Kriterien anwenden

wie für die der anderen Sinnesfunktionen. Wenn „Sehen“ definiert werden kann als die Fähigkeit, Lichtwellen innerhalb gewisser Wellenlängen in Seelenenergien umzusetzen, so ist eine analoge Zusammenfassung der *adäquaten Reize* für die Sensibilitäten nicht möglich. Oder, wenn „Hören“ die Funktion ist, als deren anatomische Grundlage die Zellen des Cortischen Organes eine der unerläßlichen Bedingungen sind, so wissen wir wenigstens heute noch für die Sensibilitäten nur kümmerliche Analoga in Gestalt der offenbar bei weitem noch nicht durcherforschten *Rezeptorenorgane* zu einer entsprechenden Definition herbeizuziehen. Oder, wenn wir von der *Anatomie des zuleitenden Nerven* ausgehen und z. B. feststellen können, daß „Riechen“ diejenige afferente Tätigkeit sei, welche durch die Riechfäden in das Gehirn geleitet werde, so kann die entsprechende Definition der Sensibilitäten, als der Afferenzen, die durch die Spinalganglien und ihre Analoga am Kopf zentralwärts fließen, nur mit Reserve angenommen werden; denn damit schließen wir zu Unrecht einen nicht unwesentlichen Teil des Sympathicusnetzes von dem Gesamtbegriff der sensiblen Bahnen aus. Völlig unhaltbar ist jede Begriffsbestimmung, die nur das als Sensibilität gelten lassen will, was bewußt als spezifische Gefühlsempfindung in die Seele tritt. Übrigens kann keine unserer Sinnesfunktionen von einem solchen *subjektiven Gesichtspunkt* aus erschöpfend definiert werden.

Zum praktischen Zweck einer Besprechung muß man also per exclusionem den Sensibilitätsbegriff einigermaßen einzukreisen versuchen. Veranlassung dazu ist die Vieldeutigkeit schon des Wortes „sensibel“. Alle Zellen des Organismus sind in frühestembryonalen Stadien für die Wechselwirkung von anderen Zellen her (*Roux*) sensibel. Auch spricht man, beim postembryonalen Organismus, von einer Sensibilität der Zellen und Zellgruppen für chemische Reize, z. B. für die Produkte der Drüsen innerer Sekretion. Diese Sensibilitäten können wir uns aber alle denken ohne das Mittelglied einer *nervösen Übertragung*. Letztere sei also zunächst als das charakteristische Kriterium der Sensibilitäten im engeren Sinne gefordert. Von diesem Standpunkte aus können wir ein Schema zeichnen, das die bis jetzt bekannten Nervenbahnen durch das sympathische und das cerebrospinale Nervensystem bis in die Gegend der Großhirnoberfläche, wo die Endausbreitungen dieser Bahn anzunehmen sind, zusammenfaßt. Dann ist die gesamte anatomische Grundlage angedeutet, deren Intaktheit für die sensiblen Sinnesleitungen notwendig ist. Dieses anatomische Übersichtsschema gibt uns dann eine ungefähre Umgrenzung dessen, was man die Sensibilitäten im engeren Sinne heißen kann. Entwicklungsgeschichtlich würde dazu wohl auch die Labyrinthfunktion zu rechnen sein. Allein diese bietet ein an sich schon so kompliziertes Problem, daß eine solche Belastung der Gesamtfragestellung beiseite zu lassen vorteilhafter ist.

Was hiernach noch übrig bleibt, verlangt in seiner Vielgestaltigkeit Einteilungen, um übersichtlich zu sein.

Für die gewöhnliche Erfahrung und für die praktische Untersuchung der Sensibilitäten am gesunden und kranken Menschen präsentieren sich die verschiedenen Einzelarten der Sensibilitäten meist in kombinierter Erregung. Gewisse gleichzeitige Sensibilitätskombinationen sind überhaupt meist nur als solche subjektiv und objektiv wahrnehmbar (Beispiele: Gefühl der Eigenbewegung eines Körperteiles). Andere können analysiert werden, und dieser Möglichkeit zufolge lassen sich die Sensibilitäten zunächst in zwei große Gruppen: *einheitliche* und *zusammengeordnete Sensibilitäten* einteilen.

Die einheitlichen gestatten eine Vertiefung der Analyse nach zweierlei Kriterien: wie jede Sinnes-tätigkeit, so haben auch die Sensibilitäten eine objektive und eine subjektive Erscheinungsseite. Die folgende Tabelle zeigt die

einheitlichen Sensibilitäten
eingeteilt nach

a) objektiven Kriterien:

1. nach Qualität des adäquaten Reizes,
2. nach Herkunft des adäquaten Reizes,
3. nach Lage der Rezeptionsorgane,
4. nach Lage der Antwortorgane;

b) subjektiven Kriterien:

1. nach Empfindungsqualitäten,
2. nach Assoziationsvalenz,
3. nach Affektivvalenz,
4. nach Bewußtbarkeitsgraden.

Die Betrachtung der Sensibilitäten nach der Verschiedenheit der *adäquaten Reize* erlaubt diese letzteren in eine Reihe zu stellen, welche nach physikalischen Gesichtspunkten geordnet ist. Sie beginnt mit Kräfte-Einwirkungen, mit *einem* Maximum (1. Druckreiz); dann folgen solche mit vielen Maximis, und zwar zunächst solche mit unregelmäßiger Folge der Maxima (2. der Druckreihenreiz, 3. die Elastizitätsbeanspruchungsreize), dann solche mit regelmäßigem Maximalrhythmus, und zwar mit zunehmender Geschwindigkeit (4. Vibrationsreiz, 5. die elektrischen Reize, 6. die Minustemperaturreize, 7. die Indifferenztemperaturreize, 8. die Plustemperaturreize) und schließlich die Reize zufolge Einwirkung molekularer Bewegungen in Form der chemischen Reize. Vielleicht gibt es noch andere Reize, welche sensible Funktionen des menschlichen Organismus auslösen (ultraviolette Strahlen? Röntgenstrahlen?). Die Tatsache, daß wir solche Einwirkungen nie bewußt empfinden, spricht nicht dagegen, jeder Hautaus-schlag, der nach solchen Einwirkungen einsetzt, aber dafür, sofern wir, was nur konsequent ist, die nur innerhalb des peripheren Sympathicusnetzes zentralwärts geleiteten Afferenzen auch als Sensibilitäten betrachten wollen.

Das einwandfreieste Instrument zur Anbringung von *Druckreizen* auf der Körperoberfläche ist dasjenige nach *v. Frey* — ein in seiner abbiegbaren Länge abstufbares Roßhaar. Mit der Wage kann das Gewicht kontrolliert werden, welches der Stauchung der betreffenden Haarlänge entspricht;

der Querschnitt der Reizendfläche ist so klein, daß er praktisch als Punkt betrachtet werden kann. Mit diesem Untersuchungsmittel können die „Druckpunkte“ der Körperoberfläche abgetastet werden. Es ist leicht sich durch ein paar Versuche von der ungleichmäßigen Verteilung der Druckpunkte auf der Haut und den erreichbaren Schleimhäuten zu überzeugen. Zwischen den Druckpunkten stellt das Reizhaar beträchtliche Strecken normaler Unempfindlichkeit für derart angebrachte Reize fest. Die gewöhnliche klinische Prüfung der Oberflächenempfindung (sog. Berührungssensibilität) geschieht mit Mitteln, die viele Druckpunkte auf einmal oder deren viele nacheinander reizen. Alle diese Formen des Druckreizes kann man unter dem Namen des „*Druckreihenreizes*“ zusammenfassen. Dazu gehört wohl auch die biologisch zweifellos wichtige Sensibilität der Gelenkkopf- und Gelenkpfannenflächen. Biegen wir ein Gelenk, so werden auf der Beuge-seite der beiden, durch den negativen Druck im Gelenk fest aneinander gepreßten Flächen bei jeder Verschiebung eine neue Reihe von Druckpunkten erregt.

Druck aus der Außenwelt, der durch die unverletzte Oberfläche hindurch auf tieferliegende sensible Organe wirkt, kann naturgemäß nur mit einem Instrument von etwas größerer Angriffsfläche experimentell, d. h. unter gleichzeitiger Kontrolle der angewendeten Druckkraft ausgeübt werden. Unter den bisherigen Erfindungen dürfte der Druckmesser von *Head* der beste sein: ein Stempel von rundem Querschnitt von etwa $\frac{1}{4}$ cm², dessen Aufdrücken auf den Körper in einer Metallhülse eine Feder komprimiert; der Druck auf die Feder wird in mm abgelesen.

Eine der biologisch wesentlichsten Gruppen der adäquaten Reize faßt der Sammelname der *Elektrizitätsbeanspruchungsreize* zusammen. Ordnen wir die nicht flüssigen Bestandteile unseres Körpers nach ihrer Elastizität in eine Reihe, so stehen an deren einem Ende die Muskeln, als die Gewebe, deren biologische Haupteigenschaft ihre Zusammenrichtbarkeit und Dehnbarkeit ist; am andern Ende die starren Knochengebilde etwa des Felsenbeines. Für die Elastizitätsbeanspruchung aller dieser Gebilde haben wir, in ungleich dichter Streuung, unsere Sensibilitäten. Von den einen aus gelangen bloß die Spannungsbelastungsreize in höhere physische Sphären (Bauchfell), von den andern aus jegliche Elastizitätsbeanspruchungsreize von einer gewissen Größenordnung an; am dichtesten treffen wohl die Rapporte von den elastischen Muskelveränderungen in den zentralen Instanzen, wenn auch nicht in den höchsten Bewußtseinsstufen ein.

Für die *Vibrationsreize* haben wir eine Quelle im eigenen Körper — die Stimmbildung im Kehlkopf und den Resonanzorganen. Aber auch anderwärts wird Vibration als solche empfunden, und zwar vornehmlich in den Knochen. Einem experimentellen Studium zugänglich wird diese Sensibilität durch Anwendung von Stimmgabeln, die mit einem verbreiterten Fuß in schwingendem Zustand auf die fraglichen Stellen aufgesetzt werden.

Als *elektrische Reizqualitäten* sind bis jetzt zur Prüfung von Sensibilitäten angewendet worden der galvanische Strom mit Intensitätsschwankungen, der faradische (primäre und sekundäre) und der Sinusoidalstrom. Diese Reize haben den Vorteil feiner und fein kontrollierbarer Abstufbarkeit, aber den Nachteil einer von vielen Umständen (Stromdichte, Stromdauer, mit der Elektrolytenvariation in den leitenden Körpergeweben variierender Hautwiderstand) hochgradig abhängigen Anwendungsweise.

Die adäquaten Temperaturreize unterscheiden wir in drei Stufen: die *Indifferenztemperaturreize* — d. h. solche, die wir bewußt nicht empfinden, und andererseits durch *höhere* und *niedrigere* Temperaturreize. Diese psychozentrische Einteilung läßt keine festen Zahlen aufstellen, weil die Indifferenzbreite nach Individuum, und beim gleichen Individuum nach Adaptation innerhalb ziemlicher Grenzen schwankt. Natürlich ist auch jede Temperaturreizanwendung nur dann zur Erforschung der einheitlichen Sensibilitätsqualität brauchbar, wenn das Reizinstrument kleinflächig auf das zu untersuchende Gewebe aufgesetzt werden kann. Obwohl die bisherigen Instrumente nicht ganz einwandfrei sind, haben die Untersuchungen doch schon eine Anzahl wichtiger Tatsachen zutage gefördert. Daß die Hautoberfläche ungleich dicht gestreute Kälte- und Wärmepunkte aufweist, ist wohl vorderhand die wesentlichste.

Die chemischen Reize sprechen die Sensibilitäten der Haut nur da an, wo die schützenden Funktionen der Epidermis es erlauben. Infolgedessen wirken nur intensive chemische Reize durch die Haut hindurch. Anders auf den empfänglichen Ausdehnungen der inneren Oberflächen, wo sie von anders gearteten Membranen in anderer Weise entgegengenommen werden können. Hier berühren sich, was die Reizqualität betrifft, die Sinnesfunktionen des Geschmackes und der Sensibilität.

Dem englischen Physiologen *Sherrington* verdanken wir die Einteilung der einheitlichen Sensibilitäten in *exterozeptive*, *interozeptive* und *propriozeptive* Sensibilitäten. Man kann diese Gruppierung als diejenige nach der Herkunft der Reize bezeichnen. Die exterozeptiven Reize sind solche, welche aus der Außenwelt des Organismus herrühren, diesen auf dessen äußerer Oberfläche oder durch sie in der Tiefe treffen. Unter den interozeptiven versteht *Sherrington* alle diejenigen, deren Angriffspunkte auf den inneren Oberflächen des Körpers sich finden. Was an sensiblen Vorgängen sonst noch im Körper sich abspielt, gehört in den Bereich der propriozeptiven Sensibilitäten, also vor allem die Kontrollrapporte, die aus dem Bewegungsapparat zentralwärts geleitet werden. Die Bedeutung dieser Einteilung liegt darin, daß sie restlos alle Möglichkeiten in sich schließt. Es kann ihr entgegengehalten werden, daß die Scheidung in exterozeptives und interozeptives Feld an den Grenzgebieten zwischen inneren und äußeren Körperoberflächen nicht immer nur nach den Kriterien der Herkunft des Reizes durchgeführt werden kann. Ferner ist nicht ohne weiteres klar, wo die zentrale Begrenzung

des propriozeptiven Reizes zu finden ist: sollen alle die zentripetalen Selbststeuerungsvorrichtungen des Bewegungsapparates dazugezählt werden — also auch die zentripetalen Eigenapparate im Zentralnervensystem?

Die Gesamtübersicht der einheitlichen Sensibilitäten nach der *Lage der Rezeptoren* ist begründet auf der Tatsache, daß allen sensiblen wie jeder andern Sinnesbahn spezifische Sinneszellen vorgelegt sind. Sie ist einwandfrei, solange wir uns begnügen mit der Einteilung in *Oberflächen-* und *Tiefensensibilitäten*. Die Schwierigkeiten beginnen mit der genauen Definition der Gebilde, die wir dermaßen einteilen in oberflächliche und tiefgelagerte Empfängerapparate. Sicher ist nur, daß unsere Kenntnisse hierüber noch kärglich sind im Verhältnis zu dem anzunehmenden Reichtum der Rezeptorenanlagen, obwohl die neueren vitalen Färbemethoden die Einblicke wesentlich erweitert haben.

Oberflächensensibilitäten können wir solche heißen, deren Rezeptoren außerhalb der bindegewebigen Membran im Unterhaut-Zellgewebe zerstreut liegen, ferner alle die, deren Rezeptoren in den Schleimhäuten der inneren Rezeptoren eingebettet sind. Schließlich kommen die bloßliegenden Oberflächen der Augen noch dazu. Die Oberflächensensibilitäten der Haut spielen in der Lokalisierung und Erkennung gewisser Nervenkrankheiten eine große Rolle. Seit langem weiß man, daß den Endausbreitungen der Nerven ein gewisser Sensibilitätsbezirk entspricht. Ist in diesem also die Hautempfindung gestört, so schließen wir auf eine Läsion des betreffenden Hautnerven. Durchschneidungsversuche, die *Henry Head*, *Torren* und *Davis* u. a. an sich selbst gemacht haben, führten auf diesem Gebiet zu weiteren interessanten Einzelheiten, namentlich auch hinsichtlich der Vorgänge bis zur Wiederherstellung der normalen Verhältnisse; doch sind diese Ergebnisse noch weit davon entfernt, befriedigend erklärt zu sein. Im vorigen Jahrzehnt nun hat man auch festzustellen begonnen, welche Oberflächenbezirke in ihrer Sensibilität gestört sind, wenn die Läsion nicht in den peripheren Nerven, sondern in den einzelnen sensiblen Wurzeintritten oder Segmenten des Rückenmarkes stattgefunden hat. Es hat sich gezeigt, daß diese Felder um den Rumpf herum in zirkulären, an den Extremitäten in längs angeordneten Bändern nachweisbar sind. Dieser Unterschied der Anordnung ist erklärt, sobald man bedenkt, daß beim Embryo die Extremitäten, auf dem Rumpfe vordrängend die betreffenden zirkulären Hautgebiete am Rumpf in der Richtung ihres Wachstums mit sich verschoben. Am Kopfe sind diese Hautbezirke der medulären Sensibilitätsversorgung konzentrisch um die Nasenspitze angeordnet. Von diesen segmentalen Bezirken weiß man, daß sie sich gegenseitig hochgradig überdecken und zwar so, daß zwei Bezirke ihrer zentralen Verbindungen beraubt sein können, ohne die normalen Empfindungsverhältnisse zu verlieren: die benachbarten oberen und unteren zentralen Segmente überdecken den Defekt. Wieder anders ist die Topographie der Oberflächensensibilität, wenn wir

sie in Beziehung zu den sensiblen Instanzen im Gehirn bringen. Eine herdförmige Zerstörung der betreffenden Partien im Gehirn hat zunächst einen halbseitigen Ausfall der Sensibilitäten der entgegengesetzten Körperseite zur Folge; im Verlaufe der Zeit reduziert sich diese in Linien, die an den Extremitäten annähernd zirkulär und, wie *E. Müller* behauptet, am Rumpf in der Längsrichtung verlaufen.

Die Tiefensensibilitäten sind ihrerseits ein Sammelbegriff. Je nachdem, wo wir die Rezeptoren wissen oder doch zu vermuten haben, müssen hier Untergruppen unterschieden werden: wie Muskel-, Sehnen-, Bänder-, Gelenk-, Gefäß- und Eingeweidesensibilitäten. Die Frage, ob alle Organe des Körpers mit diesen Sensibilitäten ausgestattet seien, muß verneint werden. Es gibt eines, dessen mechanische Insultierung vom betroffenen Individuum in keiner Weise als solche gefühlt wird: das Gehirn. Es macht einen merkwürdigen Eindruck, zu sehen, daß man, wie dies etwa zu diagnostischen Zwecken geschehen muß, Hohnadeln durch kleine, unter bloß oberflächlich wirkender Lokalanästhesie in den Schädel gebohrte Löcher 5—6 cm tief in das Gehirn stoßen kann, ohne daß der Patient etwas davon merkt.

Über die Rezeptoren in den Muskeln und Sehnen haben die letzten Jahre hindurch vitale Färbemethoden wichtige Aufschlüsse zutage gefördert. Besonderen Reichtum an solchen Apparaten scheinen die Muskeln um die Augäpfel herum zu besitzen. Die Gelenksensibilitäten für normale Reizverhältnisse kann man prüfen, indem man die zwei gegeneinander abzubiegenden Gliedteile fest faßt und passiv verschiebt. Unter normalen Verhältnissen fühlt der Untersuchte kleinste Winkelverschiebungen. Es kann sich nun fragen, ob wirklich die Gelenke und Gelenkkapseln die Rezeptoren für den Reiz enthalten? Mit der Methode des bedingten Reflexes ist die Frage bejaht worden (*Kalischer*): junge Tiere werden dressiert, indem bei jeder ihrer Mahlzeiten passiv immer dasselbe Gelenk bewegt wird. Hierbei wird ihr Magensaft untersucht. Als bald genügt der associierte Reiz der Gelenkbewegung, um die gleiche Magenfunktion auszulösen. Werden in diesem Stadium alle anderen Gebilde um das Gelenk herum eliminiert, so daß nur die Gelenksensibilitäten durch die passiven Bewegungen gereizt werden können, so tritt die betreffende Magensaftsekretion gleichwohl ein.

Die spezifische Gelenksensibilität als Schmerz kennt jeder, der sich einmal ein verstauchtes Gelenk hat massieren lassen.

Die Sensibilitäten der Gefäße kommen uns unter gewöhnlichen Umständen kaum zum Bewußtsein, wohl aber, wenn, wie dies bei den jetzigen Methoden der Lokalanästhesie oft der Fall ist, bei einer Operation Gefäße eines nicht allgemein Narkotisierten gefaßt und unterbunden werden. Selbstbeobachtungsexperimente von ärztlicher Seite haben spezifische Gefühlsunterschiede für diese und andere normalerweise von der Haut geschützte Gebilde ergeben.

Ein noch wenig abgeklärtes Gebiet sind die Ein-

geweidesensibilitäten. Von den merkwürdigen Tatsachen, die da festgestellt worden sind, mögen zwei hervorgehoben werden. Das normale Eingeweidebauchfell ist auf Stich und Druck unempfindlich, auf Zug aber sehr empfindlich. Ferner: Schmerzen, deren Ursache z. B. in der Leber liegt, können vom Patienten in der Schulterblattgegend empfunden werden. Diese und ähnliche irradiierte Empfindungen erklärt man sich dadurch, daß die sensiblen Bahnen aus diesen Eingeweiden sich im Rückenmark in Gegenden aufsplintern, in denen auch die sensiblen Nerven aus den schmerzenden Hautstellen ihre Endigungen haben. Da unsere Psyche aber gewöhnlich nur die exterozeptiven Reize bewußt empfindet, projiziert sie Erregungen in dieser Ausgabestelle im Rückenmark in die betreffende Hautgegend, obwohl sie aus den Eingeweiden stammen.

Eine für die Erforschung der Sensibilitätsprobleme ungemein günstige Fragestellung ist die anatomo-physiologische, welche die Sensibilitäten einteilen läßt, je nach der Neuronstrecke, an welcher der sensible Impuls weiter verarbeitet wird. Die der sensiblen Funktion dienenden Neurone haben wie alle anderen die Eigenschaft, empfangene Reize an angeschlossene Gebilde abzugeben. Da wir, was sie abgeben, die Antwort auf den Reiz nennen können, ist diese Einteilung eine solche nach der Lage der Antwortempfangenden, oder kurz der Antwortorgane. Diese liegen nun, wenn wir vom peripheren Netz des Sympathicus absehen, alle in den zentralen Massen des Nervensystems. Je nachdem wo diese Stätten sich bilden, können wir die Sensibilitäten einteilen nach Lage der Antwortorgane im Sympathicus, im Rückenmark, im verlängerten Mark, im Kleinhirn, im Thalamus und in der Großhirnrinde. Sensible Erregungen, die bis in die höchsten Instanzen des Nervensystems, bis zu unserem Bewußtsein gelangen, haben *Stufen* von der Peripherie her durchlaufen, und unterwegs auf diesem Gange sind unter Umständen viele andere Antwortorgane aufgerufen worden, die mit dem Bewußtsein nichts zu tun haben. Klare Einblicke in diese Verhältnisse verdanken wir in erster Linie *C. v. Monakow*; damit ist am gründlichsten aufgeräumt mit der alten Auffassung, es sei nur das Sensibilität, was uns als Gefühlsreizung bewußt wird.

Die isolierte sensible Reizung von Antwortorganen im Sympathicusgebiet kommt uns etwa zur Anschauung in Form der Gänsehaut nach Kältereiz oder dergleichen. Die sensible Erregung im Rückenmark gelegener Antwortinstanzen sehen wir in ausgeprägtestem Maße, wenn ein Mensch eine hochgelegene Rückenmarksquerschnittsläsion aufweist, wenn also die mannigfachen Hemmungen namentlich vom Großhirn aus ausgeschaltet sind. Bestreichen der Sohlenhaut ruft dann gesetzmäßige, unter den normalen Hemmungsverhältnissen nicht zu beobachtende motorische Reaktionen hervor. Man sieht auch etwa, daß die Beine solcher Patienten, die für willkürliche Innervationen gänzlich gelähmt sind, nun beispielsweise durch einen Kältereiz hoch am Rumpf zu einer sogenannten Spontانبewegung veranlaßt werden. Auch ist schon fest-

gestellt worden, daß dergleichen Kranke mit der Zeit merken, welche Punkte der Hautoberfläche sie kneifen müssen, um eine Entleerung der Blase, die ihrer Willkür entzogen ist, reflektorisch hervorzurufen.

Sicher sind mancherlei Antwortorgane für sensible Erregung im verlängerten Marke untergebracht. Anatomisch festgestellt ist eine große Umschalterstelle vieler sensibler Bahnen in den sogenannten Hinterstrangkernen am unteren Ende des Rautenhirnes. Eine Reizung medullärer Instanzen dürfte es auch sein, was wir im sogenannten *Mannkopfschen Phänomen* sehen (Pulsbeschleunigung oder -verlangsamung durch plötzlichen heftig einsetzenden Schmerz). Zahlreich sind die sensiblen Reize, besonders propriozeptiver Herkunft, und unter diesen namentlich solche, deren Rezeptoren in Muskeln und Gelenken liegen, die ihre Anschlußorgane im Kleinhirn haben dürften. In diesem mächtigen Gebilde fließen alle die zentripetalen Afferenzen zusammen, deren Intaktheit für die subjektive und objektive Orientierung des Körpers im Raum nötig ist, also neben vielen Sensibilitäten namentlich auch die Labyrinthreize.

Daß im Thalamus opticus eine wichtige Umschaltestation der sensiblen Bahnen vorhanden ist, ist zweifellos festgestellt. Die Antwortorgane, die hier die von unten aufsteigenden sensiblen Impulse entgegennehmen, sind zunächst sicher die Neurone, welche sie weiter kortikalwärts leiten. Aber es ist Grund vorhanden zur Annahme, daß auch anderweitige Anschlüsse für die hier sich aufsplittenden Endigungen der spinalen und Nachhirnneurone sensibler Ordnung sich finden lassen.

Die Ausstrahlungen der sensiblen Bahnen in die Großhirnrinde finden in größter Dichtigkeit im Scheitellappen und in der hinteren Zentralwindung statt. Doch ist anzunehmen, daß damit die Begrenzung des sensiblen Cortexfeldes noch keineswegs gegeben ist. Die Antwortorgane, die hier den sensiblen Neuronen zur Verfügung stehen, sind die ungeheuer zahlreichen Zellen der Hirnrinde in diesen Partien. Hier sind unter anderem die vermittelnden Zellmassen anzunehmen, welche die sensiblen Rapporte zur Steuerung der Großhirnbeeinflussungen unserer Bewegungen einbringen, hier auch alle die Neurone, deren Funktion nötig ist, damit die sensiblen Wahrnehmungen in das Gesamtbild der Gefühlsreizungen der Außenwelt verwoben werden können. Hier taucht die sensible Affferenz in die Komplexität der höheren psychischen Assoziation.

Von der *subjektiven Seite* betrachtet, sind die einheitlichen Sensibilitäten zunächst am leichtesten der Einteilung zugänglich nach der *Qualität der Empfindungen*. Hier ist die Eigentümlichkeit hervorzuheben, daß die Empfindungen durchaus nicht immer den adäquaten Reizen zu entsprechen brauchen. Zunächst machen wir subjektive Unterschiede zwischen Berührung und Druck; objektiv aber betrachtet ist jede Berührung ein mit mehr oder weniger Deformation von Oberflächengebilden einhergehender Druck. Vom subjektiven Stand-

punkt aus bezeichnen wir als Druck nur das, was sich, mehr oder weniger klar, mit der Vorstellung muskulärer Gegenreaktion, meistens einer Fluchtbewegung vom Reize weg sich verbindet. Das Druckgefühl ist denn auch subjektiv näher verwandt mit dem Schmerz als mit der Berührung. Der Schmerz ist ein rein subjektives Phänomen. Es gibt sogar Oberflächensensibilitäten, die nur als Schmerz zentralwärts geleitet werden, mag der objektiv gleiche Reiz auch an anderen Stellen die affektiv geringst betonte, nämlich die Berührungsempfindung hervorrufen („Berührung“ der Cornea). Seit man die Kälte- und Wärmepunkte kennt, weiß man auch, daß sich bei jedem normalen Individuum das Phänomen der paradoxen Temperaturempfindung auslösen läßt: durch Temperaturreize oberhalb der Indifferenztemperatur wird an einzelnen Stellen Kälte-, durch solche unterhalb der Indifferenztemperatur Wärmeempfindung hervorgerufen. Vollends außer direkter Parallele stehen natürlich die Verhältnisse von Reiz und Empfindung in gewissen Fällen von Erkrankung der sensiblen Leitungssysteme, ganz abgesehen von den einfachen Schwellwertserhöhungen und -erniedrigungen. Die *Tabes dorsalis* bietet in dieser Beziehung eine besonders reiche Auswahl von Verschiebungen gegenüber der Norm. Eine weitere Eigentümlichkeit sensibler Empfindungen ist die gewisse gegenseitige Abhängigkeit bei gleichzeitigen, verschiedenartigen Reizeindrücken. Beispielsweise haben wir ein scharfes Gefühl für Faradische Reizungen der Haut und für Vibration, wenn beide Reize zeitlich und örtlich getrennt auf uns einwirken. Wird aber der Faradische Strom durch eine Elektrode appliziert, welche sich selbst in Vibrationsbewegung befindet, so fühlen wir den Faradischen Strom bei gewissen Stärkeverhältnissen gar nicht. Er wirkt aber gleichwohl an der Applikationsstelle, denn die darunter liegenden Muskeln kontrahieren sich, gleichgültig, ob die Elektrode vibriert wird oder nicht.

Ein völliges Ineinanderfließen von Reizwirkungen tritt fast immer ein, wenn propriozeptive Reize zentralwärts geleitet werden; meistens haben wir keine isolierte Empfindung von der Elastizitätsbeanspruchung einzelner Teile des bewegten Körpers, sondern zu unserem Bewußtsein gelangt die Einheit der Empfindung von Eigenbewegungen. Nur unter besonderen Umständen sind wir imstande, solche Empfindungen zu dissoziieren, z. B. wenn wir nach ungewohnter Anstrengung Muskelschmerzen haben, fühlen wir sehr wohl die Kontraktion einzelner muskulärer Gebilde, oder wenn ein Gelenk überspannt wird, fühlen wir jede neue Beanspruchung des Gelenkes als solche.

Die Reize, deren Angriffspunkte die Eingeweide sind, können Empfindungen auslösen, welche man unter dem Namen der *Parenchymempfindungen* zusammenfassen mag (Gefühl des Herzklopfens, der Magenspannung, des Bauchgrimms, der Entzündung usw.).

Zwei Kategorien der sensiblen Empfindungen bedürfen besonderer Hervorhebung: der *Kitzel* und der *Schmerz*. Der erstere wird wohl ausschließ-

lich durch exterozeptive Reize ausgelöst und zwar vornehmlich durch Druckreihenreize, also durch eine Sequenz von einzelnen Druckreizen an verschiedenen Angriffspunkten. Aber auch durch Vibrationsreiz, z. B. Aufsetzen des schwingenden Stimmgabelastes auf die Zunge oder die Nasenspitze, kann diese spezifische Empfindung hervorgerufen werden. Ihre Eigentümlichkeit scheint also darin zu liegen, daß ein bestimmter zeitlicher Ablauf gleichartiger Reize ihr zugrunde liegen muß.

Der Schmerz kann durch jede Reizung hervorgerufen werden, nur muß sie eine gewisse Intensität besitzen. Diese Intensität wird wohl abhängen von der Wichtigkeit, die der Organismus dem Schmerzsignal für das zunächst bedrohte Organ beimißt (Schmerzempfindlichkeit der Hornhaut auf einfache Berührung hin). Darüber, ob in der Haut und den tieferen Gebilden spezielle Rezeptoren für Schmerzreize vorhanden sind, sind wir noch nicht im klaren, wohl aber ist sicher, daß im Rückenmark besondere Bahnen für die Leitung des Vorganges, den wir im Bewußtsein als Schmerz empfinden, einen bestimmten Verlauf haben. Bei der Syringomyelie, die diese Bahnen zerstört, können die Berührungsempfindlichkeiten erhalten, die Schmerzempfindlichkeiten aber erloschen sein. Schmerz als subjektives Phänomen ist natürlich nur eine Funktion der höher gelegenen Antwortorgane. Er steht in der Bewußtbarkeitsskala der Sensibilitäten wohl an höchster Stelle, doch gelangt er keineswegs immer zum Oberbewußtsein. Ein bekanntes Phänomen auf diesem Gebiete ist die hysterische Schmerzunempfindlichkeit. Es gibt Hysterische, die man in die Haut stechen, kneifen, brennen kann, ohne daß sie etwas spüren, und doch wird der Schmerzreiz bis hoch in die psychischen Sphären geleitet. Dies beweist das psycho-galvanische Experiment. Wird ein Normaler zwischen zwei Elektroden eingeschaltet, die mit einem Leclanché-Element und einem Galvanometer verbunden sind, so zeigt das letztere einen Ausschlag in bestimmter Richtung, wenn die Versuchsperson in einen Affekt gerät, beispielsweise zufolge eines Schmerzreizes. Wird der gleiche Versuch mit einer hysterisch-unempfindlichen Person vorgenommen, indem man die anscheinend unempfindlichen Hautpartien stark reizt, so zeigt sich ein kräftiger Ausschlag am Galvanometer wie beim Normalen, obwohl der Patient nichts zu fühlen angibt und keine anderweitigen Schmerzreaktionen aufweist. Es muß also gleichwohl durch den Reiz ein Affekt ausgelöst worden sein, ohne daß das obere Bewußtsein des Patienten erregt worden wäre.

Wenn wir die einfachen Sensibilitäten nach dem Kriterium der *Affektivvalenz* betrachten, so ist ebenfalls unter normalen Umständen Schmerz und Kitzel (und die noch wenig analysierten und kaum einheitlichen Sexualempfindungen) wohl an den ersten Stellen. Sie lösen starke Affektivitäten, d. h. Lust- und Unlustgefühle starker Betonung aus. Niedere Grade der Affektivität können sich mit den meisten andern Sensibilitäten verbinden, vorausgesetzt, daß diese hohe Stufen der Antwort-

organe erreichen. Daß den niederen Antwortstufen der Sensibilität etwas Analoges zukomme wie den affektiven Veränderungen in höheren Sphären, ist vorderhand weder zu behaupten noch zu verneinen, solange wir das Wesen dieser Veränderungen nicht kennen. Die Erregung der geringsten subjektiv perzeptiblen Affektivität, der Aufmerksamkeit, kommt wohl allen sensiblen Empfindungen zu.

Die Einteilung der Sensibilität nach *Assoziationsvalenz*, soweit sie subjektiv kontrollierbar ist (es ist ja klar, daß auch in den tieferen Antwortstufen reiche assoziative Verbindungen vor sich gehen), hat hauptsächlich sich nach zwei Fragestellungen zu orientieren: die Assoziation mit einer räumlichen Vorstellung des Reizangriffes (Lokalisation des Reizes) und zweitens die Brauchbarkeit der sensiblen Empfindung zur Gestaltung der Vorstellungen der Reizursache. Was die letztere betrifft, ist hervorzuheben, daß die affektiv stark betonten Empfindungen des Schmerzes und des Kitzels die gestaltungsuntüchtigsten sind: der Organismus interessiert sich bei Schmerz und Kitzel mehr um die Tatsache, daß eine Einwirkung da ist, als was für eine. Dies gilt wohl in noch höherem Grade von den offenbar ziemlich komplizierten Geschlechtsempfindungen. Jede andere sensible Einwirkung aber wird, sofern sie bis in die höchsten Verarbeitungsstufen vordringt, zur Gestaltung von Vorstellungen für ihre Ursachen verwendet.

Die Lokalisierbarkeit der sensiblen Erregungen ist ungemein verschieden nach dem Ort der Rezeptorenanlage. Oberflächensensibilitätsreize werden im allgemeinen richtiger als tiefe Sensibilitätsreize lokalisiert und unter jenen werden die an Fingerspitze, Lippen und Zungenspitze applizierten am richtigsten lokalisiert. Die größten Fehler macht der Normale in dieser Beziehung an der Haut des Rückens, des Gesäßes und der Streckseite der Arme (Messung mit dem Sievekingschen Tasterzirkel).

Die *Bewußtbarkeit* der sensiblen Erregungen ist jedenfalls eine so verschiedengradige, daß hieraus ein Einteilungsprinzip geschaffen werden kann. Es ist wohl ziemlich sicher, daß die exterozeptiven Sensibilitäten in höherem Grade bewußtseinsfähig sind als die interozeptiven und propriozeptiven. Jedenfalls dringen letztere meist nicht isoliert bis zum Oberbewußtsein. Es ist außer Zweifel, daß nur die in den höchsten Antwortorganen verarbeiteten sensiblen Reizungen überhaupt in das Oberbewußtsein gelangen. Unter den Tiefensensibilitäten kommt diejenige für den Kontraktionsgrad der Muskeln uns zwar als solche nie zum Oberbewußtsein. (Darauf ist wohl die feine Abstufungsmöglichkeit der Koordination der Bewegungen begründet.) Dagegen muß der jeweilige Kontraktionseffekt hohe Stufen der Bewußtbarkeit erlangen durch die Kontrolle der anderen Sinne, vornehmlich des Gesichtssinnes. Es gibt ein feines kleines Experiment, das die Abhängigkeit dieser oberbewußten Schlüsse von der an sich unbewußt bleibenden Verwertung der Muskelkontraktionen demonstriert: betrachtet

man gleichartige und in gleichartiger Anordnung und Distanz aufgestellte Gegenstände in verschiedenen Entfernungen, so gibt es für jedes Auge eine solche Distanz, wo man zwar die betreffenden Einzelindividuen noch sieht, sie aber nicht mehr zählen kann. In einer kürzeren Distanz, in der man sie noch zählen kann, ist der Rapport über die Muskelveränderungen zum Zwecke der Bulbusbewegungen beim Einstellen des Auges auf jedes Einzelobjekt noch verwertbar, in der kritischen Distanz nicht mehr und dies, weil die Reize in den Muskeln hierzu nicht mehr ausreichen.

Gewöhnlich sind die einheitlichen Sensibilitäten in *zusammengeordnetem Spiele* in Tätigkeit. Insbesondere die propriozeptiven Reize treffen unzählige sensible Neurone auf einmal. Hieraus ergeben sich dann gewisse charakteristische Sensibilitätsphänomene, welche sich aus der Masse der Kombinationsmöglichkeiten herausheben und welche, weil sie Wichtigkeit für normale Physiologie und namentlich für die Untersuchung Kranker haben, kurz angeführt werden sollen.

1. *Die Empfindung der unbewegten Lage eines Körperteils.* Wir sind unter normalen Umständen jederzeit imstande, mit ziemlicher Sicherheit, ohne hinzusehen, die Lage eines eigenen Körperteiles richtig anzugeben, sogar auch nach dem Erwachen ohne Körperbewegung. Diese Tatsache kann zweierlei Gründe haben: einmal die noch nicht verwischten Erinnerungsspuren (Engramme) in den sensiblen Nerven seit der letzten Bewegung des Körperteiles, als diese Lage eingenommen wurde, und sodann die im Momente der Fragestellung zentralwärts fließenden sensiblen Erregungen von der Oberfläche her (Druck der Unterlage, Kleider usw., von den Gelenken, den Muskeln, kurz von Tiefensensibilitäten her). Wenn, wie z. B. in gewissen Stadien von Rückenmarkskrankheiten, die Sensibilitäten außer Funktion sind, so hat der Patient keine Ahnung, wo im Bette die von der Bettdecke verborgenen Beine sich befinden.

2. *Die Empfindung der passiven Bewegung eines Körperteiles.* Sie ist wohl im wesentlichen ein Resultat der Gelenksensibilitäten, doch mögen auch die Elastizitätsbeanspruchungsreize der übrigen Teile, namentlich der gestreckten Muskeln, eine Rolle mitspielen.

3. *Die Empfindung der aktiven Bewegung eines Körperteiles.* Den Unterschied zwischen dieser und den vorigen zeigt am besten das Experiment im Bade, wenn wir halb sitzend, dem gestreckten Arm im Wasser den Auftrieb überlassen. Dann haben wir das Gefühl der passiven Exkursion dieser Extremität. Setzen wir aber die Bewegung über die Wirkung des Auftriebes hinweg in gleicher Richtung fort, so addiert sich zu der bisherigen die neue deutliche Empfindung der Kraftleistung in der Schultergegend. Wir haben dann einen Augenblick ein isoliertes Gefühl für das, was man korrekt Kraftsinn nennen darf, das Gefühl für selbstaufgewendete muskuläre Kraft. Dieser Unterschied in der Empfindung der passiven und der aktiven Bewegung war es, der, wenn wir der be-

kannten Heureka-Erzählung Glauben schenken sollen, *Archimedes* das Gesetz vom spezifischen Gewicht erkennen ließ.

4. Dieser *Kraftsinn* ermöglicht selbst feine quantitative Abschätzung der muskulären Leistung und zwar sogar für Kraftanwendungen zur Überwindung des Raumes *außerhalb* des Verbandes unseres eigenen Organismus: jeder Steinwurf, Speerwurf, Bogenschuß, Billardstoß ist hierfür beweisen des Beispiel.

5. Auch für die Einwirkung exogener komplizierter breitflächiger mechanischer Kräfte auf den Organismus, Stoß, Druck, Schwerkraft, Zentrifugalkraft usw. haben wir feine *quantitative Schätzungsmöglichkeiten*. In besonderem Grade wirkt hier das Labyrinth mit.

6. Eine für die Krankenuntersuchung wichtige koordinierte Sensibilitätsleistung ist die *Stereognose*, die Fähigkeit, mittels bloßen Betastens die Form und Natur eines Gegenstandes zu erkennen. Dazu eignen sich in besonderem Maße die Hände, doch hat auch die vordere Sohlenfläche und die Mundhöhle einen gewissen stereognostischen Wert. Normalerweise unterscheiden wir z. B. ein in die Hand gelegtes Zehnrappenstück gut von einem Fünfzigrappenstück, wenn wir die Münze betasten; der zackige Rand der letzteren behebt jeden Zweifel. Es gibt aber Krankheiten, bei denen diese stereognostische Fähigkeit vermindert oder sogar gänzlich aufgehoben ist: der Kranke erkennt keinen in die Hand gelegten Gegenstand durch bloßes Betasten. Am bekanntesten ist dieses Symptom der Astereognosie bei Zerstörungen des Parietallappens der entgegengesetzten Hirnseite. Jedoch sind schon mehrere Fälle beschrieben worden, bei denen die Ursache der Astereognosie in Erkrankung der peripheren Nerven der Hand zu suchen war. Auch existiert ein Fall, bei dem eine Geschwulst Sensibilitätsbahnen im Rückenmark derart beeinflusste, daß hieraus Astereognosie einer Hand entstand. Dieser Fall ist geeignet, ein besonderes Licht auf eine der Entstehungsmöglichkeiten der Astereognosie zu werfen. Denn nachdem ihm die komprimierende Geschwulst im Rückenmark durch Operation entfernt worden war, erholte sich die schwer geschädigte Sensibilität des linken Armes so weit, daß sämtliche Oberflächenreize, welche die Hand trafen, in feinster Weise perzipiert werden konnten. Dagegen blieb die Gelenksensibilität unwiederbringlich verloren und der Patient behielt seine Astereognose der linken Hand. Daraus ist zu schließen, daß bei ihm alle die Rapporte von der Oberfläche der tastenden Hand nicht genügten zur Gewinnung einer Vorstellung über die Form des betrachteten Gegenstandes, daß also die Gelenksensibilität die Hauptbedingung für die Stereognose darstellt.

Allgemeine Prinzipien der Entwicklung und Vererbung.

Von Prof. Dr. A. Greil, Innsbruck.

Die Analyse der Entwicklung eines Organismus, der Begründung, des Ausbaues und der Differen-

zierung eines Zellenstaates, bzw. der Dynamik der Zellvermehrung im Verbands- und der Produktivität des Zellplasmas der Abkömmlinge der Keimzelle setzt bei jeder Tierform mit der cytomorphologischen und stoffwechselphysiologischen Erforschung des Eiwachstums ein, welches die Grundlage der richtunggebenden Ausgangssituation für den Ablauf der Entwicklung schafft. Die heranwachsenden Keimzellen — wir haben der Einfachheit halber zunächst Parthenogenese vor Augen — sind Schmarotzer im zellenstaatlichen Haushalte ihres Trägers, die gemäß ihrer Anordnung zu keiner Dienstleistung für den Organismus verwendbar und anpassungsfähig sind; in ihrer „splendid isolation“ entnehmen sie ganz wahllos von allen Substanzen des Stoffverkehrs, den sie auf solche Weise geradezu registrieren. Sie verarbeiten die aufgenommenen Mengen der dem Gesamtorganismus zum Ersatze des Verbrauchten dienenden Stoffe, bauen aus ihnen synthetisch neue hochwertige Reservestoffe und speichern dieselben als Produkte ihres cellulären Haushaltes in ihrem Innern auf. So wie nun alle die andern in Arbeitsteilung schaffenden Zellen eines Organismus, sowie ferner die zusammenarbeitenden und sich ergänzenden Berufe einer hochdifferenzierten menschlichen Gesellschaft sich bei der Einseitigkeit ihrer Betätigung in ihrem Bau und Wesen der letzteren vollends anpassen, so wird auch die sich mästende Keimzelle — nicht anders als ein sich mästendes Protozoon — bei ihrer so lange andauernden vegetativen Beschäftigung von den aufgenommenen Stoffen, die sie verarbeitet, beeinflusst, woraus sich ein immenser Einfluß des Organismus auf die in ihm schmarotzenden Keimzellen ergibt. Die heranwachsende Keimzelle ist also nicht nur in ihrem cellulären Depot an Assimilations- und cellulärem Baumaterial, sondern auch in ihrem ganzen essentiellen, die Betriebsleistungen des cellulären Haushaltes besorgenden Gefüge — sie selbst ist ja bereits das Werk einer weitgehenden cellulären Arbeitsteilung, ein Elementarorganismus — auf den Stoffverkehr, an welchen sie angeschlossen ist, abgestimmt. Im lange währenden schmarotzenden Wachstum paßt sich die Keimzelle sowohl den im ganzen Organismus sich verteilenden, den Betriebs- und Erhaltungsfunktionen desselben dienenden Stoffen an, wie den durch innere Sekretion gebildeten revehenten Stoffen (Hormonen u. a.) und erwirbt damit für ihre Nachkommen die Befähigung, dieselben cellulären Differenzierungen und Produkte unter den entsprechenden Bedingungen der Gewebsbildung zu leisten, wie die Zellenkomplexe des Organismus. Diese allgemeine Differenzierungsbereitschaft, das Repertoire, die Eigenart und Kombination der Produktivität des Zellplasmas der Abkömmlinge der Keimzelle wird also durch die Gesamtheit der in weitgehendstem Maße variierbaren Erhaltungs- und Ersatzleistungen des Organismus des Trägers bestimmt. Dieses weite Gebiet der geweblichen Sonderungen umfaßt vor allem die Ausbildung kollagener, elastischer, kontraktiler oder die Reizleitung im Nervensysteme vermittelnder Fibrillen,

die Abscheidung mannigfacher Stützsubstanzen und die Entstehung cellulärer Einschlüsse und Sekrete aller Art.

Bei so anhaltender vegetativer Tätigkeit der Keimzelle, welche eine so schwere Belastung des cellulären Haushaltes mit Assimilations- und Differenzierungsrohmaterialien schafft, kann der anfangs gleichmäßige, zentrierte Aufbau der in vielen Fällen kugelrunden Urkeimzellen nicht beibehalten werden. Auf eine kurze Periode der gleichmäßigen Verteilung der korpuskulären (Dotter) Partikelchen folgt die exzentrische Ansammlung und Anstauung größerer Dotterkörner. Es kommt in der Zelle zur Sonderung von Fabrik- und Depot. Der auch nach der Emission des Chromatins stets mit dem Protoplasma in innigster Wechselwirkung stehende, mit ihm arbeitende Zellkern kommt so mit der ihn umgebenden Hauptmasse des Protoplasmas — seinem Protoplasmahofe — exzentrisch zu liegen; es entsteht die Polarität und schließlich eine meridionale Exzentrizität. Die Keimzelle wird polar-bilateral gebaut. In Fällen mit einseitiger Stoffzufuhr (z. B. bei Stiel- und Rhachiseiern) wird das Plasmagefüge auch mechanisch einseitig beansprucht und verstärkt. In unzähligen Varianten tritt uns dieses Prinzip im Metazoenreiche je nach der Anordnung der Keimstätten entgegen. Stets bildet die sorgfältige Analyse des Eiwachstums die Grundlage für die Erforschung und Erklärung der Entwicklung.

Der beim Eiwachstum so ganz nebenbei, als Begleiterscheinung erworbene polar-bilaterale Zellbau involviert nun bei der Betätigung des so lange vernachlässigten, dann vehement einsetzenden und infolge der trefflichen Approvisionierung geradezu unerschöpflichen Teilungswachstums, auf dessen Komplexität hier nicht weiter eingegangen werden kann, wichtige Ungleichheiten. Wir sehen hierbei von den allerersten Teilungsversuchen, den sog. Richtungsteilungen, welche bei befruchtungsbedürftigen, vollgemästeten Eiern deren Unvermögen, sich selbsttätig äqual zu teilen, bekunden, ab. Oft entstehen schon bei der ersten Durchteilung der großen, schwer beladenen Keimzelle ungleich große Blastomeren. In anderen Fällen deckt erst ein folgender Teilungsschritt die Ungleichheit im Eibau auf. Es entstehen bei dieser Teilung in dem durch die Eihülle gesicherten Verbände kleinere und größere Zellen. Allmählich werden die großen Unterschiede etwas ausgeglichen, wenn die Dottermittigkeit immer mehr ausgeteilt und beansprucht wird. Die Energie des Teilungswachstums bleibt aber trotzdem verschieden und die Abkömmlinge desjenigen Eiabschnittes, in welchem so lange Zeit hindurch Kern und Plasmahof gelagert und tätig waren, erhalten sich auch bei weitgehender Ausbreitung der Kernderivate (Kernsaft und Emissionschromatin, [Schazel]) im Plasma der Keimzelle die Veranlagung zu rascherer Vermehrung. Ihnen sind dann die schwerfälligeren dotterreicheren Nachbarn eine Beengung, ein Hindernis in der Ausbreitung, welche zunächst meist in einer Kugelgewölbekonstruktion und -span-

nung (Blastula) erfolgt. So bestehen also fundamentale folgeschwere, oft minutiös abgestufte Wachstumsdifferenzen, welche zu einer Beengung des prävalierenden Zellkomplexes führen. Aus dieser Wachstumssituation wird unter der Einschränkung durch gespannte Eihüllen der einzig freistehende Ausweg ins Innere des Kugelgewölbes betreten u. zw. zumeist unter der Erscheinung der Einbuchtung, womit der Urdarm gebildet und dem weiteren Wachstum ein weites Feld eröffnet wird. Dieser Vorgang, die Gastrulation erfolgt in der gesamten Metazoenwelt mit unzähligen, in neben-sächlichem Belange auftretenden Abänderungen — wie ein vielseitig variiertes Naturexperiment —, aus deren Vergleiche das Prinzip desselben ermittelt werden kann; insbesondere kommt hierbei die Gastrulation der Wirbeltiere in Betracht, für welche verschiedene Oberflächenspannungen an der Innen- und Außenseite des zumeist mehrschichtigen zellreichen Urentoderms nicht verantwortlich gemacht werden können.

Die weitere Verfolgung dieses Ringens zwischen rascher wachsenden Zellkomplexen und beengender Nachbarschaft analysieren wir im Prinzip genau so, wie die einzelnen Phasen eines Ringkampfes oder eines Schachspieles. Durch Faltungen, Ein- und Ausbuchtungen und Vorstülpungen aller Art, durch Verdickungen und geschlossenes oder diffuses Abströmen des beengt sich vermehrenden Zellmaterials werden Schranken umgangen, überwunden, Breschen eröffnet und Entspannungen herbeigeführt, die sodann bis aufs äußerste ausgenützt werden. Dann ergeben sich wieder auf allen Linien neue Widerstände und Stauungen, neue Aus- und Umwege. So kommt es zu fundamentalen und immer weiter fortschreitenden Sonderungen im Zellenstaate, zur Entstehung der Keimblätter und Primitivorgane; so wird der Grund zu ganz neuer zellenstaatlicher Mannigfaltigkeit gelegt, und das im polar-bilateralen Eiwachstum begründete Ringen sukzessive ausgetragen. Die beim Eiwachstum, so ganz nebenbei erworbene Befähigung der Nachkommenschaft gewisser Blastomeren zu ergebigerer Vermehrung äußert sich in einer ganzen Kette von Reaktionen und Erfolgen in den verschiedenen, sich während des Bauens einstellenden Wachstumslagen. So wie man es Sportsleuten nicht ansieht, wer länger ausdauern wird, so äußert sich auch die Befähigung zu gesteigertem Teilungswachstum nicht in groben, sinnenfälligen (z. B. Größen-) Unterschieden und wäre nur durch sorgfältigste mikrochemische physiologische Zellanalysen zu ermitteln. Die in dem Metazoenreiche sich immer mehr steigernde, schließlich immense Grade erreichende Wachstumsbefähigung ermöglicht es, dieses Ringen in den sich ganz allmählich ergebenden Sonderungen, zugleich in mehreren Keimblättern und Schichten, in sich stetig vermehrenden Linien und Richtungen auszutragen und so die Mannigfaltigkeit der Formbildung zu steigern und zu komplizieren. Da erst während des Ringens und Entspannens eine Situation die andere, ein Schritt den anderen ergibt, können die einzelnen Wachstumsphasen, -gelegenheiten und -erwerbun-

gen als solche in keiner Weise in jener bescheidenen polar-bilateralen Ausgangssituation vorherbestimmt, determiniert oder etwa gar, wie es die Entwicklungsmechaniker vermutet haben, durch korpuskuläre Teilchen und Plassonten, durch organbildende Substanzen und dergleichen Mystika vertreten sein. Alle Faktoren, welche jene Beengung schaffen, erhalten und steigern, darunter auch die Eihüllen, insbesondere aber die sich erst während der Zellvermehrung, also epigenetisch ergebenden Situationen und Bedingungen bestimmen die Ausnützung der unerschöpflichen Wachstumsenergie und die Austragung des im Eibau begründeten Ringens der ungleich schnell sich vermehrenden Abkömmlinge der Keimzelle. Gerade bei der progressiven Analyse der Dynamik der Wachstumserscheinungen ist „Eins wie Alles zu achten“ und der Versuch der Entwicklungsmechaniker, die einzelnen Erscheinungen und Erwerbungen evolutionistisch zu behandeln, als das Heinzelmännchenspiel alle Einzelgestaltungen im vorhinein determinierender und qualifizierender, nebeneinander gelagerter Substanzen auszugeben, a limine abzuweisen. Daher ist auch allen, unter solchen Voraussetzungen angestellten sogenannten entwicklungsmechanischen Experimenten eine üble Prognose zu stellen. Bei rationell kalkulierten, entwicklungsanalytischen Experimenten, welche an den im ungleichen Teilungswachstum begriffenen Zellkomplexen angestellt werden, muß getrachtet werden, jenes Ringen zu beeinflussen, die Bedingungen und die Befähigung zu ungleichem Teilungswachstum zu verändern, wozu die exakte vergleichende deskriptive Analyse der im ungestörten Fortgange sich epigenetisch ergebenden Situationen und Wachstumslagen die unerläßliche Voraussetzung ist. Der Vergleich der schließlich zu Mißbildungen führenden Varianten des Ringens, die Analyse der veränderten Bedingungen dieses morphologischen Geschehens ergibt hierzu die wichtigsten und verlässlichsten Anhaltspunkte. Das entwicklungsanalytische Experiment dient somit nicht der Sondernung und Reinzucht fiktiver Organplasmen, sondern der Erzwingung anderer Leistungen der einzelnen Zellgruppen als im Normalfalle, der Schaffung neuer zellenstaatlicher Mannigfaltigkeit unter zielbewußter Veränderung der Wachstums- und Differenzierungsbedingungen. Bei jedem Eingriffe in das Wachstum ist die letzte, in strenger Abhängigkeit erlangte Situation in der ganzen Bedingungskette ihrer Entstehung genau zu analysieren, ehe über die sog. Selbstdifferenzierung der Organanlagen ein Urteil gefällt werden kann.

Die im Ringen der ungleich sich vermehrenden, aber noch gleichartigen, indifferenten, nur Betriebsfunktionen obliegenden Zellen und Zellkomplexe epigenetisch erworbene neue, spezifisch zellenstaatliche Mannigfaltigkeit bietet nun für anderweitige celluläre Leistungen, für die strukturelle Produktivität des Zellplasmas verschiedenartige Situationen dar, welche sowohl die Gesamtbeziehungen zur Umwelt, wie der einzelnen zellenstaatlichen Komponenten zueinander betreffen. Früher oder später erlahmt — zumeist infolge

hierfür ungünstig gewordener Stoffwechselbedingungen — da und dort das Teilungswachstum der Zellen, die sich dann immer mehr andern Betätigungen hingeben, für welche die mehr oder weniger eingeschränkte universelle Eigenart und Befähigung durch die Abstimmung und Anpassung der Keimzelle auf den Stoffverkehr ihres Trägers erworben wurde. Wenn wir die durch ungleiches Wachstum geschaffenen Situationen im Zellenstaate etwa mit der Ausbreitung des Menschengeschlechtes und dem Erwerbe verschiedener allgemeiner Lebenslagen vergleichen, so entspricht die sodann einsetzende, bei Selbsthaftigkeit immer mehr hervortretende und sich komplizierende Differenzierung der menschlichen Gesellschaft, nämlich die Auswahl und Komplikation ihrer Berufe der ebenso epigenetisch erfolgenden Differenzierung und inneren Produktivität der Zellenkomplexe in der Keimesentwicklung. Da und dort, in den verschiedenen Primitivorganen und Organanlagen tritt die Produktivität der Gebilde des Zellplasmas immer mehr in den Vordergrund und schafft, wie *Ernst Haeckel*, der Begründer der Entwicklungsdynamik, so treffend und lapidar sagte, „aus Gleichartigem das Ungleichartige“. Damit wird in Anpassung an die epigenetisch erworbenen Situationen und Umstände die gewebliche Sonderung, die Austeilung der cellulären Berufe unter dem Schutze und zum größten Vorteile des gesamten Zellenstaates eingeleitet.

Die histogenetischen Bedingungen, welche über die Auswahl der ererbten cellulären allgemeinen Differenzierungsbereitschaft entscheiden, sind viel schwieriger zu ermitteln, als die vorwiegend mechanischen Bedingungen der Dynamik des Wachstums und seiner Formbildung, des epigenetischen Ringens ungleich wachsender Zellen, weil jene Entscheidungen vorwiegend auf bio- und mikrochemischem Gebiete liegen und die Stoffwechselverhältnisse betreffen. Daneben kommen bei der geweblichen Sonderung der gleichartigen Zellkomplexe auch mechanische Momente, z. B. Spannungserscheinungen aller Art in Betracht, doch bildet auch die Analyse der chemischen Bedingungen und Umsetzungen, insbesondere des Stoffwechsels, einen integrierenden Teil der Entwicklungsdynamik (welcher Ausdruck von uns eingeführt wurde¹⁾). Die Dynamik der Lebenserscheinungen der Zelle bildet die Grundlage der Dynamik der gemeinsamen cellulären Tätigkeit im Verbands, beim Aufbaue eines Zellenstaates. Auf dem histogenetischen Gebiete liegen die schwierigsten Probleme der Keimesentwicklung, welche zudem in vielen Fällen dem entwicklungsanalytischen Experimente unzugänglich sind. Biologische Experimente zur Erzwingung von Gewebsbildungen an freilebenden Formen gewähren indes mancherlei Aufschlüsse über die Bedingungen der Gewebsbildung, woraus sich Rückschlüsse auf die embryonalen Verhältnisse ergeben. Die Vielseitigkeit und Mannigfaltigkeit, die Häufung verschiedener ge-

weblicher Sonderungen an einem Zellmateriale gleicher Herkunft, andererseits die übereinstimmende Differenzierung eines Zellmateriales, welches an verschiedenen Orten aus verschiedenen Schichten abströmt und dann unter die gleichen Bedingungen gerät und unter deren Zwange sich einheitlich differenziert, sind ein unbedingter Beweis der primären Gleichartigkeit und vielseitigen Differenzierungsbefähigung, sowie des epigenetischen Charakters der geweblichen Sonderungen. Speziell die verschiedenartigen Differenzierungsweisen der Binde- und Stützgewebe bringen eine Fülle von Beweisen gegen die so sehr mit Denkmöglichkeiten durchsetzte Determinanten- und Mosaiktheorie der Entwicklungsmechanik, denn ebensowenig wie die einzelnen, sich Schritt für Schritt ergebenden Wachstumslagen und Situationen sind auch die unter deren Zwange erfolgenden zellenstaatlichen geweblichen Sonderungen und Beziehungen irgendwie in der Keimzelle ausgeteilt und lokalisiert, sondern vielmehr ganz und gar der Erfolg der Epigenesis, welche bei der Entwicklung in jeder Hinsicht ganz neue zellenstaatliche Mannigfaltigkeit schafft. In der Keimzelle von *Ascariden*, eines Schulbeispiels der Entwicklungsdynamik, ist es z. B. nur bestimmt, daß deren Abkömmlinge Chitin, Muskelfibrillen u. dgl. produzieren können, aber nicht welche Abkömmlinge dies leisten werden und an welcher Stelle, in welchen Gebilden des Zellenstaates dies geschehen wird.

Der Verzicht auf die vor Ort unter den jeweiligen Lagebeziehungen und Stoffwechselbedingungen nicht verwendbaren Differenzierungsweisen ist an den einzelnen Zellen nicht groß, denn ebenso wie die sich sondernden und schmarotzenden Keimzellen des jungen neuen Organismus müssen auch alle anderen, ungleichartig werdenden Zellen erst in harter Arbeit, in strenger innerer Anpassung an die Bedingungen der jeweiligen Situation — in situationeller Anpassung — und dann auch in funktioneller Anpassung (*Haeckel, Roux*) diejenige Seite ihrer Differenzierungsbereitschaft pflegen und hochzüchten, welche jeweils möglich und tauglich ist. Wie bei der Einarbeitung in die menschlichen Berufe und beim phyletischen Erwerbe der Zivilisation wird auch hier die volle Leistungs- und Anpassungsfähigkeit erst mühsam erworben. Nichts ist vorgebildet. Beweise hierfür liefern auch die Folgeerscheinungen, welche sich in experimentell verändertem Wachstum, bei der künstlichen Beeinflussung des Ringens ungleich wachsender Zellenkomplexe ergeben. Wenn auf diese Weise — z. B. bei künstlich erzwungener Doppelköpfigkeit hinsichtlich der innenständigen Organe, oder bei Mehrfachbildung — die einzelnen Zellen gemäß der verschiedenen Differenzierungslage, in welche sie geraten sind, etwas ganz anderes leisten, ganz andere Gewebe bilden, als bei ungestörter Einheitsentwicklung, so ist dieser Erfolg der Dynamik der Histogenese ein Beweis der ursprünglichen cellulären Gleichartigkeit, denn die Erwerbung der Gestaltung der Zellkomplexe wie deren Differenzierung ist das Werk der Epigenesis, deren Erforschung *Ernst Haeckel* begründet hat. *Ernst Haeckel* hat

¹⁾ Vergleiche: Richtlinien des Entwicklungs- und Vererbungsproblems, Grundzüge der Morphobiologie und Entwicklungsdynamik, Jena, Gustav Fischer, 1912.

auch als erster den Weg des Experimentes gewiesen und in vorbildlicher Darlegung die Ermittlung der Bedingungen des morphologischen Geschehens angestrebt, welche die Vollendung und das Ziel jeder wissenschaftlichen deskriptiven Analyse der Dynamik der Entwicklungserscheinungen bildet.

(Schluß folgt.)

Die Quellmoore bzw. Gehängemoore Norddeutschlands.

Mit 5 Typenprofilen.

Von Dr. Alfred Berg, Berlin.

Die Erforschung der Moore Norddeutschlands hat in den letzten Jahren mächtige Fortschritte gemacht. Von der wissenschaftlichen Seite her widmete man diesen Naturerscheinungen erhöhte Aufmerksamkeit, als es galt, an ihnen Leitlinien zu gewinnen für die Erklärung der Entstehung der Braun- und Steinkohlenlager. Dann trat die Praxis hinzu, um im Dienst der inneren Kolonisation diese weiten Landstriche unter die Kultur zu zwingen. Endlich gab die Naturschutzbewegung weitere Anregungen, sich mit den Mooren zu beschäftigen, und förderte damit die landschaftliche und ästhetische Würdigung dieser eigenartigen Lebensgemeinschaft.

Stets hat man dabei unter „Mooren“ jene Bildungen verstanden, die durch allmähliche Verlandung („Vermoorung“) von Seebecken und von anderen stehenden Gewässern entstanden sind. Auf eine ganz anders zustande gekommene Gattung von Mooren hat man aber bisher kaum Rücksicht genommen, nämlich auf die *Quellmoore*, die im grellen Gegensatz zu den Mooren im gewöhnlichen Sinn niemals an stehendes, sondern durchaus an fließendes Wasser und zwar an Quellen anknüpfen. Erst Dr. Hess von Wichdorff hat diese wenig beachteten und bekannten Gebilde gründlich untersucht und soeben die Ergebnisse seiner Studien zusammenfassend veröffentlicht¹⁾, nachdem er schon vorher (zusammen mit Dr. Range)²⁾ den masurischen Quellmooren eine Sonderuntersuchung gewidmet hatte. Das Verdienst dieser Untersuchungen besteht zunächst darin, daß wir über das Wesen der Quellmoore genau unterrichtet werden. Gleichzeitig aber fällt durch die von Hess v. Wichdorff gezogenen Schlußfolgerungen ein helles Licht auf gewisse Bildungen aus früheren Epochen der Erdgeschichte. Da zeigt sich denn, wie wichtig es ist, geologische Gebilde der Gegenwart mehr als bisher üblich zur Deutung analoger Erscheinungen älterer Zeitalter heranzuziehen, und daß das bisher von den Geologen so

arg vernachlässigte Alluvium eine erhöhte Beachtung und ein eingehenderes Studium verdient.

Quellmoore sind überall in Norddeutschland vorhanden. Besonders zahlreich trifft man sie in Ostpreußen (Masuren, Rominter Heide, Samland, vereinzelt nördlich von Memel), in Hinterpommern und in der Provinz Sachsen (z. B. am Nordrand des Fläming). Sie fehlen übrigens auch im deutschen Mittelgebirge nicht; z. B. treten sie im südöstlichen Thüringer Wald und im Frankenwald auf.

Die *Quellmoore* treten stets auf ebenem Vorland am Fuß steiler Abhänge auf, wo wasserführende Schichten von der Erosion angeschnitten werden und an ihnen Quellen zutage treten. Man nennt die *Quellmoore* deshalb auch „*Gehängemoore*“. Freilich sind die Quellen häufig nicht sichtbar, da sie oft durch das Moor verdeckt werden. Im besonderen finden wir *Quellmoore* im norddeutschen Tiefland:

1. wo Hochflächen mit einem Steilrand gegen ein ausgedehntes niedriges Vorland abstürzen; also am Rande von alten, eiszeitlichen, nun verlandeten Stauseen und Staubecken;

2. wo alte Täler der eiszeitlichen Schmelzwässer tief in die Hochflächen eingeschnitten und mit Talsand erfüllt sind;

3. wo jüngere Flüsse und selbst Bäche breitere Talauen oder auch schmalere Talrinnen tief in die Hügelandschaft eingesägt haben;

4. wo Seen oder zu Mooren verlandete Seebecken von Steilhängen ganz oder nahezu allseitig umgeben werden.

Die Steilhänge sind gewöhnlich durch die Erosion des fließenden Wassers geschaffen. An solchen „Erosionssteilrändern“ treten nicht nur die oberflächlichen Sickerwasser der Hochfläche zutage. Vielmehr sind hier auch schwächere oder stärkere Grundwasserhorizonte sowie kürzere, lokale wasserführende Sand- und Kieseinlagerungen von der Erosion angeschnitten. Ohne ständigen Wasserzufluß von unterirdischen Quellen, Grundwasserhorizonten oder Sickerwassern her ist die Bildung von *Quellmooren* unmöglich. Häufig sind freilich die wasserführenden Horizonte durch andere Schichten — oder durch das Moor selbst, wie schon betont wurde — verdeckt und nur schwer nachzuweisen. Aber vorhanden sind sie immer. So wird z. B. Sand und Kies oft von Geschiebemergel vollständig verhüllt.

Ist der austretende Wasserhorizont eine schmale Quellader, so kommt es zur Bildung eines *Quellmoors* kleineren Umfangs. Ist aber ein stärkerer Grundwasserhorizont auf eine lange Strecke hin am Fuß des Steilrandes von der Erosion bloßgelegt worden, so bildet sich ein *Quellmoor* größeren Umfangs, das dem Ausfluß des Grundwassers entlangzieht. Im ersten Falle haben wir — von den „*Quellmoorsümpfen*“ (s. u.) abgesehen — mehr oder minder ausgeprägte flache Hügel vor uns, die genau über dem Quellpunkt oder unmittelbar hinter ihm allmählich sich aufbauen. Im zweiten Fall haben wir es mit schwach geneigten, ebenen Flächen zu tun, die den Fuß der Steilhänge auf größere Strecken hin begleiten. Die ersteren sind wesent-

¹⁾ Hess v. Wichdorff, Zur weiteren Kenntnis der Quellmoore in Norddeutschland, 1913. Sonderabdruck aus dem Jahrbuch der Königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt für 1912, Teil II, S. 319—341.

²⁾ Hess v. Wichdorff und Range, Über Quellmoore in Masuren (Ostpreußen). Am gleichen Ort, für 1906, S. 95 bis 106.

lich hügelige, die letzteren wesentlich flächenhafte Gebilde. Sie unterscheiden sich also deutlich durch ihre äußere Form.

Mit Heß v. Wichdorff unterscheiden wir nun folgende fünf Typen von Quellmooren:

A. Hügelige Quellmoore:

1. Runde Quellmoorkuppen (Fig. 1),
2. Einseitige Quellmoorkuppen (Fig. 2),
3. Kessel-Quellmoore (Fig. 3),
4. Quellmoorsümpfe (Fig. 4).

B. Flächenhafte Quellmoore:

5. Flächen-Quellmoor (Fig. 5).

1. Die Emporwölbung des Quellmoors, die der Hochmoorform der gewöhnlichen Moore vergleichbar ist, tritt besonders auffällig in die Erscheinung, wenn das Quellmoor isoliert aus seiner Umgebung herausragt. In diesem Fall haben wir den Typus der *runden Quellmoorkuppen* (Fig. 1) vor uns, die

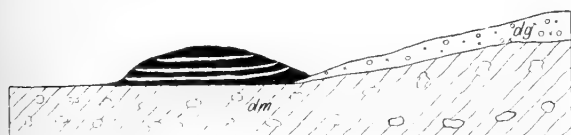


Fig. 1. Runde Quellmoorkuppe¹⁾.

(Es bedeutet bei allen fünf Abbildungen: dm = Geschiebemergel, dg [Kies] und ds [Sand] = die wasserführenden Horizonte.)

in der Regel als 1—3 m hohe, isolierte Kuppen auftreten. Sie entstehen da, wo die Quelle ganz unten am Fuß des Hangs austritt oder wo die Quelle gar noch ein Stück in dem Gehängeschutt und den Abschlämmassen fortsickert, die sich am Fuß der Hänge so häufig finden. Sie entstehen ferner da, wo die Quelle in der Niederung selbst entspringt.

2. Lehnt sich das Quellmoor an einer Seite an die letzten quellenbringenden Ausläufer des Steilhangs an, so erhebt sich die Kuppe des Moors in der Regel nur wenig (etwa $\frac{1}{2}$ —1 m) über den Ansatzpunkt, um aber auf der anderen Seite dann 3—5 m nach der Niederung abzusinken. Wir reden dann von *einseitigen Quellmoorkuppen* (Fig. 2). Bei

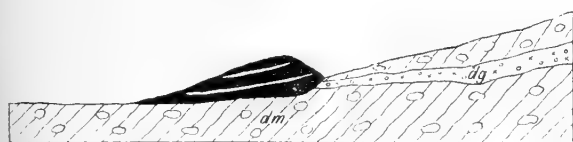


Fig. 2. Einseitige Quellmoorkuppe.

ihnen liegt der Quellaustritt nur wenig ($\frac{1}{2}$ —2 m) über dem Niveau der angrenzenden Niederung. Es kommt zur Bildung einer winzigen Kuppe in der Nähe des Ansatzpunktes und zur Ablagerung eines sich allmählich nach der Ebene vorschiebenden und deutlich zu ihr herabsinkenden Hügels.

In beiden Fällen hebt sich das Quellmoor, zum mindesten von der Niederung aus gesehen, deutlich

als Hügel aus der Landschaft heraus. Da nun die Quellmoore gewöhnlich schwammartig mit Wasser vollgesogen sind, so zeigen sie überdies eine von der Umgebung oft auffällig verschiedene Sumpflvegetation. Deshalb haben sie vielfach ihren eigenen landschaftlichen Charakter. Sehr bezeichnend sind für die Quellmoore auch die sich zur Niederung ziehenden, gewölbten Zungen.

3. Wenn die Quellen höher hinauf am Steilrand zutage treten, so schlämmt das nun stärkere Gefälle bedeutende Massen des wasserführenden Kieses und Sandes fort und schafft zunächst eine oft mehrere Meter tiefe, halbkreisförmige Eintiefung im Bergeshang. Inmitten dieser kesselartigen Einsenkung bildet sich dann gerade über dem Quellaustritt ein sanft gewölbter Quellmoorhügel, der nach der Niederung zu allmählich sich vergrößert und in dieser Richtung als flachgewölbter Abhang bis zur Ebene oder Talsohle dauernd sich hinabzieht. Wir haben einen dritten Typus vor uns: das *Kessel-Quellmoor* (Fig. 3), das mit seiner deutlich erkennbaren Nei-

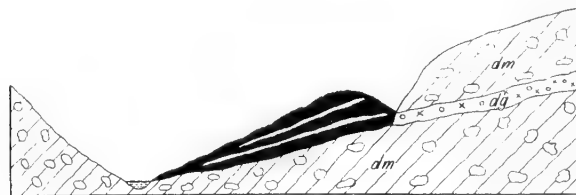


Fig. 3. Kessel-Quellmoor.

gung und seiner flachen Aufwölbung unwillkürlich an einen Lavastrom erinnert, der sich aus einem halbgeöffneten Krater ergossen hat. Dieser Eindruck wird durch den zungenförmig zerlappten Rand des Moors nur noch verstärkt.

4. Das landschaftlich sehr auffällige Bild des Kessel-Quellmoors wird gerade in das Gegenteil verkehrt, wenn der Kessel zu stark ausgewaschen und eingetieft wird. Wird nämlich der Kessel durch beständiges starkes Fortschlätten des unterirdischen Sandmaterials bis nahe auf die Talsohle oder bis zum Niveau der Niederung vertieft, so entsteht ein ganz unscheinbares, nur noch schwach gewölbtes oder ganz flaches Quellmoor: ein *Quellmoor-Sumpf* (Fig. 4). Da hier keine Neigung mehr vorhanden

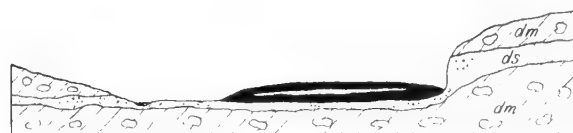


Fig. 4. Quellmoor-Sumpf.

ist, fehlen die charakteristischen Quellmoorzungen hier vollständig. Die Quellmoorsümpfe sind in der Regel von hohen Steilrändern umgeben, die bis auf den Grund der Ebene hinabreichen und nun als scharf eingeschnittene Buchten am Bergfuß in die Gehänge einspringen. Sie zeichnen sich durch Zahl und Stärke der ihnen entspringenden Quellen aus, denn wir haben bei ihnen ja stets ein Geländestück mit besonders kräftiger Erosion vor uns.

¹⁾ Sämtliche fünf Abbildungen sind Originale, die auf Grund der Hess v. Wichdorffschen Spezialprofile als „Typenprofile“ gezeichnet wurden. A. B.

5. Die Erscheinungsweise der Quellmoorsümpfe erinnert an sich sehr an das ähnliche Auftreten der *Flächen-Quellmoore* (Fig. 5). Aber Quellmoor-

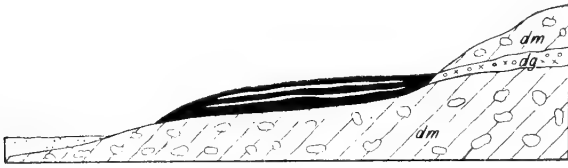


Fig. 5. Flächen-Quellmoor.

sümpfe haben stets eine mehr ovale, vom Gehänge abstrebende Verbreitung, während die Flächenquellmoore — die wir schon oben kurz charakterisierten — den Fuß der Gehänge in annähernd gleicher Breite begleiten. In zweifelhaften Fällen ist stets ein sicheres Unterscheidungsmerkmal das Vorhandensein oder Fehlen eines steilwandigen Kessels bzw. einer buchtartigen Einkerbung am Fuß des Hangs. Der Ausdruck „Flächen-Quellmoor“ fehlt noch in der Arbeit *Heß v. Wichdorffs*. Er wurde erst jüngst in einem Vortrag dieses Forschers geprägt. Auch die Abbildung ist daher neu.

Bei den Mooren im gewöhnlichen Sinn ist — genau wie bei den stehenden Gewässern — das Charakteristische, daß sie stets die *tiefsten* Stellen des Geländes einnehmen. Bei den Quellmooren kann dies natürlich nie der Fall sein. Immer müssen wir von der Niederung oder vom Tal aus auf sie *hin* aufsteigen, und auf der anderen Seite gelangen wir von ihnen, den Rand des Moores hinabsteigend, auf das hochgehende Gehänge, an das sie sich anlehnen. Untereinander aber sind die Quellmoore nach den Untersuchungen von *Heß v. Wichdorff*, wie wir sahen, recht verschiedenartig in ihrer äußeren Gestalt und in ihrem Auftreten. Aber in den Örtlichkeiten ihres Vorkommens und in ihrem inneren Bau sind sie andererseits durchaus gleichmäßig. Die Quellmoore bestehen im allgemeinen aus einer Wechselfolge von 1. hellen Bänken von erdigem, lockerem Kalktuff (Kalksinter) und 2. dunklen Schichten von humus- und kalktuffreichem Rietboden. Vielfach enthalten sie auch Einlagerungen von sandigem und tonigem Material, das die Quellen hineingeschwemmt haben. Bedeckt werden sie in der Regel von einer mehr oder minder starken Schicht von schwarzem Sumpftorf.

Die moormergelartigen Rietbodenschichten sind — wie dies der Rietboden stets so charakteristisch zeigt — in der Regel völlig von senkrechten Schilfrohrstengeln durchzogen. Sie kennzeichnen sich daher als Röhrichtboden. Reichlich führen sie Stubben und Stämme von Kiefern, Birken und namentlich Erlen sowie Haselnußfrüchte, so daß sie sich in Verbindung mit ihrem humosen Charakter als frühere Oberflächen der Quellmoore zu erkennen geben. Die Kalktuffschichten aber weisen darauf hin, daß sie Ablagerungen von *kalkreichen* Quellwassern sind.

Damit sind wir der Erklärung der Entstehung der Quellmoore auf die Spur gekommen. Zu ihrer Bildung gehören Quellen, die kalkhaltig sind. Aber

in schnellfließendem Wasser würde es natürlich niemals zur Moorbildung und gleichzeitig zur Kalktuffausscheidung kommen. Die Quellen müssen sickernd austreten; dann befördern sie die Ansiedlung von Sumpfpflanzen, die ihrerseits wieder reichlich Kalk aus dem Wasser abscheiden. So sehen wir, daß die Bildung von Kalktuff mit der Bildung der Quellmoore untrennbar verknüpft ist. Aber die Untersuchungen von *Heß v. Wichdorff* reichen weiter. Er zeigt uns überdies, daß die einzelnen Schichten der Quellmoore — Kalktuff und Rietboden in Wechselfolge — verschiedene Wachstumsstadien darstellen. Die Quellen sind sehr beweglich und wechseln ihre Austrittsstellen sehr häufig; oder aber sie stagnieren eine Zeit lang. Bei der Verlegung oder bei zeitweiliger Stagnation der Quellen bildete sich jedesmal der Rietboden als neue Oberfläche des Quellmoors. Nehmen die Quellen wieder ihren alten Lauf, so geht die Trockenvegetation zugrunde, und neue erdige Kalktuffablagerungen setzen sich darüber ab. Solange ein Quellmoor noch lebt und weiter wächst, pflegen die Quellwässer bis ungefähr zur Oberfläche zu zirkulieren. Ein totes Quellmoor fällt zunächst der Versumpfung und dann der oberflächlichen Vertorfung anheim.

Auf dem lebenden Quellmoor trägt die dünne, schwarze Torfdecke die *heutige Vegetation*. Sie besteht vorwiegend aus hochwüchsigen, Büelten bildenden Riedgräsern, die den Quellmooren ein eigentümlich stacheliges Aussehen verleihen. Der Moorsteynbrech (*Saxifraga hirculus*) und die Bachkratzdistel (*Cirsium rivulare*) bevorzugen die Quellmoore als Standorte. Zwischen dem dichten Rasen der üppig gedeihenden, hochschießenden Seggen leben verschiedene Laub- und Lebermoose, unter denen *Marchantia polymorpha* bisweilen vorwaltet. Es ist ein sehr hygrophiler Pflanzenverein, der die Quellmoore bedeckt. Auch Erlenbäume und Haselsträucher wachsen nicht selten auf der Höhe und am Hange der Quellmoore, sofern sie nicht im Bereich von Wiesen gerodet sind.

Die Ausdehnung der Quellmoore ist zu gering, um ihnen eigentümliche Pflanzentypen zu erzeugen; biologisch ist die Vegetation derjenigen der nassen, sumpfigen Wiesen ihres Bezirkes recht ähnlich. Aber das frische Grün der Vegetation, das durch die Quellen den ganzen Sommer hindurch erzeugt wird, verleiht den Quellenmooren im Zusammenhang mit der markanten topographischen Erscheinung ihr eigenartiges, reizvolles Aussehen. Das Ganze gleicht einem vollgesogenen Schwamm, und nicht selten sind auf der Oberfläche kleine, fußlange Wassertümpel, die sogenannten Blänken. Häufig enthält die Torfschicht Erlenstubben, und manchmal treten eischüssige Lagen auf, wenn nämlich das kalkreiche Quellwasser zugleich eisenhaltig ist.

Was den Sitz und den Verlauf der *Quellen* angeht, so zeigen die Quellmoore nach *Heß v. Wichdorffs* Untersuchungen sowohl seitlichen Wasserzufluß als auch unmittelbar aus dem Untergrund aufsteigende Quellen. Ab und zu kann man im unterlagernden Geschiebemergel senkrechte Quelladern nachweisen.

Entsprechend der Verbreitung der Quellmoore ist ihr Untergrund häufig Geschiebemergel. Aber an manchen Stellen ruhen die Quellmoore auf alluvialen Seesand und Seekalk (Wiesenkalk), also auf ganz jungen Absätzen der heutigen Seebecken. Schon dies beweist deutlich das recht jugendliche Alter der Quellmoore, die demnach den jüngsten alluvialen Bildungen zuzurechnen sind.

Wer Quellmoore *untersuchen* will, muß bedenken, daß für diese Bildungen der Gehalt an erdigem, feinstengeligem Kalktuff charakteristisch ist. Deshalb versagt das übliche dünne Bohrgerät (der Ein- und der Zweimeterbohrer), weil es die nußgroßen Kalktuffbrocken beiseite schiebt und nur die feineren Kalktuffkörnchen faßt. Man bekommt also dann scheinbar nur Torf (Rietboden) in den Bohrer, kann aber die scharfen Kalktuffkörnchen durch Zerdrücken mit den Fingern ohne weiteres nachweisen. Aber außerdem bleibt die relativ schwache Torfschicht der Oberfläche im Bohrer haften, ohne von den wasserdurchtränkten, leicht mit dem Bohrer zu durchsinkenden, lockeren Kalktuffschichten verdrängt zu werden. Deshalb können allein Aufgrabungen sichere Ergebnisse über den inneren Aufbau dieser Gebilde liefern.

Aus der regelmäßig wiederkehrenden, typischen Wechsellagerung von hellen, erdigen Kalktuffbänken und dunklen, kalktuffreichen Rietbodenschichten (also von reinen Kalktuffbänken und humusreichen Zwischenlagen) ergeben sich also wichtige Schlüsse auf die einzelnen Phasen in der *Entstehung der Quellmoore*. Diese Schlüsse werden stark gestützt durch die bei den Grabungen in besonderen Horizonten gefundene Fauna (und zwar Konchylienfauna) und Flora. Die Wachstumszonen bzw. die Trockenstadien und deren Baum- und Strauchvegetation sind für den Bau der Quellmoore von großer Wichtigkeit.

Die in den einzelnen Schichten der Quellmoore enthaltene *Konchylienfauna* ist ziemlich artenarm. Dafür treten einzelne Arten jedoch lagenweise in sehr großer Individuenzahl auf. Die in den marinschen Quellmooren vorhandenen Binnenmollusken sind genauer untersucht worden. Sie umfassen 18 Arten Landschnecken, 5 Arten Süßwasserschnecken und 2 Arten Süßwassermuscheln und verteilen sich auf folgende Gattungen: *Hyalina*, *Conulus*, *Zonitoides*, *Patula*, *Vallonia*, *Helix*, *Zua*, *Clausilia*, *Succinea*, *Limnaea*, *Pisidium*, *Planorbis*. Sämtliche Formen kommen noch heute lebend in Ostpreußen vor. Also auch die Fauna macht den Eindruck ziemlich jugendlichen Alters, und man darf die Entstehung der Quellmoore mit Sicherheit in das Jungalluvium, in die Postlitorinazeit, versetzen. Die Süßwasserschnecken und Muscheln lebten in den kleinen Tümpeln und Quellteichen, die auf den Quellmooren, vorwiegend aber an ihrem Gehänge, sich zeitweise — namentlich in nassen Jahren — zu bilden pflegen.

Die *chemische Zusammensetzung* der Quellmoorschichten entspricht dem Aufbau und zeigt vorwiegend kohlen-sauren Kalk, der in den reineren Kalktuffbänken etwa 70—80 %, in den humusreicheren Rietbodenschichten gewöhnlich 40—70 %

(gelegentlich in den schneckenreicheren Lagen mehr) beträgt. Der Humusgehalt ist ebenfalls nicht unbedeutend; er schwankt in der Regel zwischen 10 % und 35 %; selten geht er in ganz reinen Kalktuffbänken auf 3 % herunter. Außer dem kohlen-sauren Kalk findet sich stets noch ein Überschuß von Calciumoxyd, das nicht an Kohlen-säure gebunden ist, aber vielleicht an Kieselsäure. Der Gehalt an Tonerde und Eisenoxyd schwankt zwischen 0,5 % und 5 %. Phosphorsäure ist in Spuren bis zu annähernd 1/2 % enthalten, während der Stickstoff sich mit einem Gehalt von 0,1—1,1 Prozent am Aufbau der Quellmoore beteiligt. Die mechanischen Verunreinigungen durch die von den Quellen eingeschlammten Sand- und Toneinlagerungen sind sehr unregelmäßig in den Schichten verteilt und finden sich infolge des zentralen Aufsteigens der Quellwasser meist in der Mitte der Quellmoore. Dementsprechend wechselt die Anteilnahme mechanischer Sedimente an der Zusammensetzung der Quellmoore zwischen 1/2 % und beinahe 20 %.

Was nun den Forschungen von Dr. Hess von Wichdorff noch eine ganz besondere Bedeutung verleiht, ist die *Anwendung* ihrer Ergebnisse auf die *älteren Kalktuffablagerungen*, auf die sogenannten Travertine. Quellmoore haben sich während der ganzen Quartärzeit gebildet. Aber die älteren Gebilde dieser Art haben den Quellmoorcharakter völlig verloren und kennzeichnen sich nur noch als Kalktuffablagerungen mit mehr oder minder zahlreichen humosen Zwischenschichten.

Besonders ausgedehnt und mächtig waren diese Ablagerungen zur Pleistozänzeit in Thüringen, wo kilometerlange und oft sehr mächtige (bis 16 m) Kalktuff- oder Travertinlager entstanden, die heute z. B. in der Gegend von Weimar, Ehringsdorf und Taubach und ferner von Langensalza, Burgtonna und Gräfen-tonna in umfangreichen Steinbrüchen abgebaut werden. Es sind dies ursprünglich Flächen-Quellmoore gewesen; sie knüpfen an Quellen an, die auf den Verwerfungen zwischen Muschelkalk und Keuper austreten. Ihre Natur als „Flächen-Quellmoore“ erkennt man heute an ihrer das wasserführende Keupergehänge begleitenden Längsausdehnung und an der schwach geneigten, oft mißdeuteten terrassenartigen Oberfläche. Ihrem Aufbau und ihrer Entstehung nach unterscheiden sie sich in nichts von den heutigen Flächen-Quellmooren. In der Tat bedeuten die Ausdrücke „Quellmoor“, „Gehängemoor“ durchaus nicht eine vorwiegende Moor- oder Torfbildung; vielmehr sind sie in der Hauptsache Kalktuffbildungen.

Die Bildung dieser pleistozänen Thüringer Quellmoore erfolgte zu einer Zeit, als das Ilmtal bereits tief erodiert war, allerdings noch nicht bis zur heutigen Talstufe. Zwischen den festen Kalktuffbänken treten nun humose Zwischenschichten von moormergelartigem Charakter auf (sowohl bei Ehringsdorf wie auch bei Taubach), die den Rietbodenschichten der heutigen Quellmoore völlig analog sind. Auch sie verdanken zeitlich recht kurzen Stagnationsstadien in den Quellabsätzen ihre Entstehung; auch sie bildeten gewisse Zeit

die Oberfläche der zeitweise unterbrochenen Quellenabsätze. Wie bei den rezenten Quellenmooren die Baumflora auf ehemalige kurze Trockenstadien schließen läßt, so sind auch die Moormergelschichten der pleistozänen Travertine zu deuten. Sie führen massenhaft Holzkohle, angebrannte Tierknochen, Feuersteinspitzen und andere Geräte vorgeschichtlicher menschlicher Siedlungen. Also haben sie eine Zeitlang eine leidlich trockene, von den Vorzeitmenschen bewohnbare Erdoberfläche gebildet, ehe die Quellen später wieder neue, mächtige Kalktuffbänke darüber abgelagert haben. Treten aber mitten im reinen Kalktuff derartige schmale Bänke auf, so sind das von den Quellen eingeschwemmte Massen. (Dasselbe gilt für die ebenfalls unvermittelt mitten im reinen Kalktuff auftretenden faustgroßen Milchquarzgerölle und lokalen Geröllkonglomerat-Zonen.) Es ist also vollständig verfehlt, wenn manche Forscher für die Erklärung der Schichten mit Laub- und Nadelholzbeständen und des wechselnden Konchyliengehaltes Klimazonen oder Vegetationsstadien herangezogen haben.

Noch heute bilden sich Kalktuffe verhältnismäßig schnell und in zum Teil großer Mächtigkeit. Auch die pleistozänen Kalktufflager dürften sich daher ebenfalls in nicht erheblich langen Zeiträumen abgesetzt haben. Keinesfalls aber dürfte ihre Bildung in verschiedenen, weit auseinander liegenden Klimaperioden erfolgt sein. Die Trockenstadien sind nur ganz kurze Intervalle, die vielleicht nur Jahrzehnte umfassen.

Ihrer Natur als Flächenquellmoore gemäß ist die Oberfläche der pleistozänen Kalktufflager terrassenähnlich ausgebildet. Daraus hatte man bisher irrümlicherweise gefolgert, daß diese Ablagerungen in Seebecken sich gebildet hätten. Demgegenüber weist *Hess v. Wichdorff* mit Recht auf die bekannte Beobachtung hin, daß *Kalktuff nur von Quellen abgesetzt* werden kann, während sich *in Seen Wiesenkalk bzw. Seekalk* ablagert. Kalktufflager sind also stets Ablagerungen von Quellmooren (Gehängemooren), d. h. von Quellen abgesetzt.

Die Anwendung der Ergebnisse auf ältere, vorpleistozäne Kalktuffablagerungen ist ohne weiteres gegeben. Nachdem schon früher in Südostthüringen im Oberrotliegenden sowie in der Gegend von Krakau vereinzelt Kalktuffvorkommen aufgefunden worden sind, ist es neuerdings Dr. *Haack* gelungen, im Rotliegenden Schlesiens in einem Eisenbahneinschnitt bei Schweinhaus unweit Bolkenhain im oberen Konglomerat des Rotliegenden typische Sinterkalke, also Travertine, aus dieser fernen Erdepoeche nachzuweisen, die ebenso wie die jugendlichen Kalktuffablagerungen von Quellen abgesetzt worden sind. Das beweist ihre Sinterstruktur und ihr Gehalt an prächtigen Farnabdrücken, die ihr dyadisches Alter deutlich verraten.

So sind die Untersuchungen von Dr. *Hess v. Wichdorff* geeignet, als Grundlage für alle kommenden Forschungen über jüngere wie ältere Kalktuffablagerungen zu dienen. Sie sind gleichzeitig ein Schulbeispiel dafür, wie wichtig die sorgfältige

Erforschung der noch heute vor unseren Augen stattfindenden geologischen Vorgänge für die Erklärung der Ablagerungen in älteren geologischen Formationen ist.

Zur Theorie der „Kristallokinese“.

Von Privatdozent Dr. Richard Lachmann, Breslau.

Einer Anregung der Schriftleitung folgend, will ich versuchen, einige Gedankengänge des in Heft 12 gebrachten Vortrages über den Bau alpiner Gebirge aufzuhellen.

Was die Fragestellung der sogenannten Deckenlehre anlangt, so kann auf die Darstellung von *G. Steinmann*: Geologische Probleme des Alpengebirges in der *Zeitschr. d. D. Österr. Alpenvereins* 1906 verwiesen werden.

Die gegen die heutige Deckenlehre erhobenen Einwände noch weiter zu erörtern, scheint kein Bedürfnis vorzuliegen, und ebensowenig soll das Für und Wider der Schrumpfungstheorie und der isostatischen Theorie, als den Rahmen des Vortrages überschreitend, erwogen werden.

Bleibt noch eine erweiternde Klarlegung des neuen Begriffs der „Kristallokinese“.

Es handelt sich hierbei im wesentlichen um die geologische Ausführung einer der Petrographie entnommenen Vorstellung.

Der Schweizer Geologe *Albert Heim* sprach zuerst 1878 die Ansicht aus, daß unter dem enormen Belastungsdruck von mehreren Kilometern überlagernden Gesteins selbst die härtesten Felsarten in einen Zustand der „latenten“ Plastizität versetzt werden, weil in diesen Tiefen jedes Gestein weit über seine innere Festigkeit beansprucht sei und zur Bildung von Trennungen mit Bruch es an Raum fehle. Wenn nun die Gesteinsmassen in diesem Zustand von der gebirgsbildenden Faltungskraft erfaßt werden, so mache sich die bruchlose Umformung in derselben Weise geltend, wie beim Prägen von Münzen: die Plastizität der Gesteinskörper tritt aus der Latenz in Aktivität.

Sollte die Heimsche Theorie in ihrem vollen Umfang Geltung haben, so müßte man den Nachweis verlangen, daß sich nicht nur die Gesteine als Ganzes plastisch umgeformt haben, sondern daß sich diese Umformung im Sinne der Gesamtfaltung des Gesteins auch bei den einzelnen Gefügeelementen, namentlich bei den Mineralkörnern nachweisen läßt.

Diese Vorstellung ist an sich physikalisch unangreifbar, denn die Plastizität, oder die reziproke innere Reibung, wie sich *Tammann* einmal ausdrückte, ist eine den Kristallen eigentümliche Eigenschaft.

Die Heimsche Theorie hat sich aber petrographisch nicht bewahrheitet. Nur äußerst selten, so von *Milch*, sind deformierte Quarzkörner beschrieben worden, welche ihre Formänderung mit einiger Wahrscheinlichkeit gebirgsbildenden Kräften verdanken. Bei Untersuchung von vielen Hunderten von Faltungsstücken kristalliner

Schiefer aus den Tiroler Zentralalpen unter dem Mikroskop hat Sander nur „Anzeichen tektonoplastischen Gefüges“ gefunden¹⁾.

Die kristallinen Schiefer der Zentralalpen sind nun z. T. sicher ursprünglich aus einzelnen Körnern zusammengesetzte Sedimente gewesen. Der Übergang in den Zustand der Kristallinität wird mit den veränderten physikalischen Umständen tiefer Erdversenkung (allseitiger Druck von mehreren Tausend Atmosphären und Temperatur von mehreren Hundert Grad) erklärt, Umstände, unter denen nicht nur Kalk, sondern auch Silikate in der allgegenwärtigen Gebirgsfeuchtigkeit eine erhöhte Löslichkeit besitzen.

Der Normalfall in kristallinen Gesteinen ist nun der, daß bei der Deformation die Kristalle in ihrer Form erhalten bleiben, daß also Deformation und Kristallisation gleichzeitig statthat, oder daß sogar die Umkristallisation die tektonische Relativbewegung (Faltung, Überschiebung) noch überdauert (Sanders Abbildungskristallisation).

Dieser Normalfall einer Relativbewegung kristalliner Gesteinsmassen unter Lösungsumsatz — wobei natürlich auch mechanisches Gleiten an den Glimmerblättchen der Schiefer stattgefunden hat — ist von mir mit dem Ausdruck „Kristallokinese“ bezeichnet worden.

Der geschilderte Bewegungsvorgang beherrscht die gesamten Zentralalpen, und die mechanischen und räumlichen Widersprüche der heutigen Deckenlehre beruhen m. E. lediglich darauf, daß die beobachteten Störungen rein mechanisch nach Art von gefalteten Sandsteinen und Kalken ausgewertet worden sind, während kristallokinetische Massen ganz anderen Bewegungsgesetzen unterliegen.

Diese lassen sich auf kleinerem Raum an zwei anderen geologischen Phänomenen verfolgen, an Gletschern und an Salzstöcken. Bei Gletschern spielt die Schmelzung als Analogon der Lösung eine Rolle — an Stelle der Rekristallisation zeigt sich die Regulation —, beim Steinsalz kommt die Eigenschaft der Löslichkeit besonders deshalb anschaulich zur Geltung, weil es in geringen Erdtiefen unmittelbar von unlöslichem Nebengestein umgeben ist.

Wir beobachten nun, daß Eis- und Salzschichten die Fähigkeit zu einer *beliebig weitgehenden Faltung und Durchmischung* besitzen, *sobald sie dem Zwange einer neuen Raumanpassung* zwischen indifferenten (unlöslichen) Körpern *unterliegen*. Es zeigt sich ferner, daß die typischen Faltungsbilder in den Zentralalpen, die einer mechanischen Deutung so große Schwierigkeiten bereiten, eine bis ins kleinste gehende Ähnlichkeit mit den Deformationerscheinungen in Eis und Salz aufzuweisen haben.

Wenn also in diesen beiden Fällen eine Durchfaltung und Durchmischung bei ruhenden Widerlagern eintritt, so ist auch trotz der heftigen

Faltung der Zentralalpen für die Nachbargebiete — z. B. Italien und Bayern — Ruhelage bei der Alpenbildung anzunehmen.

Einige Abbildungen mögen die Erscheinungen verdeutlichen:

1. Der Obersulzbachgletscher im Zillertal setzt sich aus fünf Teilströmen zusammen, welche sich konzentrisch nähern. Jeder Teilstrom muß dabei wegen der Konfiguration des einschließenden Firnbeckens seinen Querschnitt seitlich einengen, und Crammer hat nun beobachtet, daß dabei die Eisschichten, durch die sogenannten Blaublätter voneinander getrennt, die in der Fig. 1 wiedergegebenen Formänderungen erleiden.

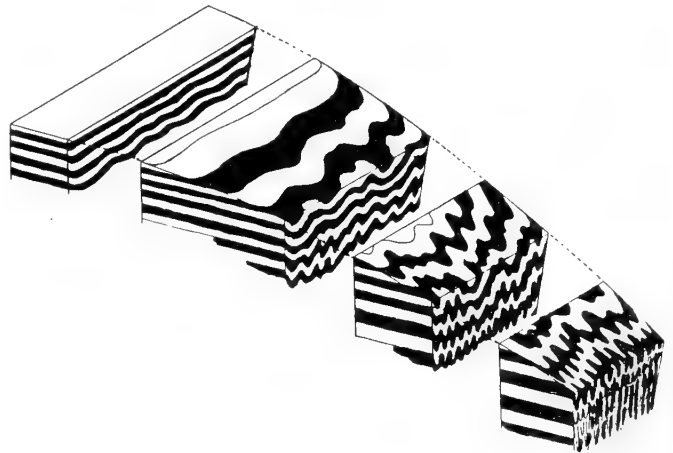


Fig. 1. Faltung im Obersulzbachgletscher (n. Crammer).

Es ist ersichtlich, daß die tatsächlich eingetretene seitliche Verkürzung belanglos ist gegenüber der Verfaltung und Ausziehung der einzelnen Eisschichten. Die Eiskristalle, welche die Gletscher zusammensetzen, gruppieren sich also bei einer Querschnittsänderung nicht derart, daß die einzelnen Eisschichten an Dicke zunehmen, sondern Falten mit senkrecht stehenden Achsen bilden, die, einmal angeregt, sich bis zur Ausbildung langgestreckter Eisschichtlamellen steigern.

2. Ein geschichteter Salzkörper, der in einem Salzstock wie in Fig. 2 aufsteigt¹⁾, erfährt ebenfalls keine einfache Dehnung der Schichten durch Zusammenrücken der — in der Regel nicht deformierten — Kristalle, sondern die Schichten ordnen sich in weit ausholende Falten, die auf den Grubenbildern der hannoverschen Kalibergwerke hervortreten. Fig. 3 gibt die Lagerungsverhältnisse des bei Celle gelegenen Bergwerks Riedel wieder (nach Stille). Die kristallokinetischen Salzmassen des Zechsteins haben hier inmitten horizontal lagernder und unlöslicher mesozoischer Schichttafeln, in denen keinerlei tektonische Schubkräfte nachweisbar sind, Faltungsformen angenommen, wie sie bis vor kurzem nur aus den Alpen bekannt waren.

¹⁾ Über Zusammenhänge zwischen Teilbewegung und Gefüge in Gesteinen. Tschermaks Mineralog. und petrograph. Mitteilungen XXV, 1911, S. 285.

¹⁾ Über die Ursache des Salzauftriebs vergleiche Sv. Arrhenius und R. Lachmann, Bildung der Salzlagertstätten. Geologische Rundschau Bd. III, 1912, S. 153.

3. Vergleichen wir nämlich mit dem Bild von Riedel ein schematisches Profil durch die Simplonalpen (Fig. 4), so ist die Ähnlichkeit überzeugend. Die linearen Größenverhältnisse sind allerdings wie etwa 1:30, aber die Amplitude der Salzfallen ist im Verhältnis zum Querschnitt der Salzstöcke gleich groß, wie die der Faltwellen des Simplons zum Querschnitt der Zentralalpen.

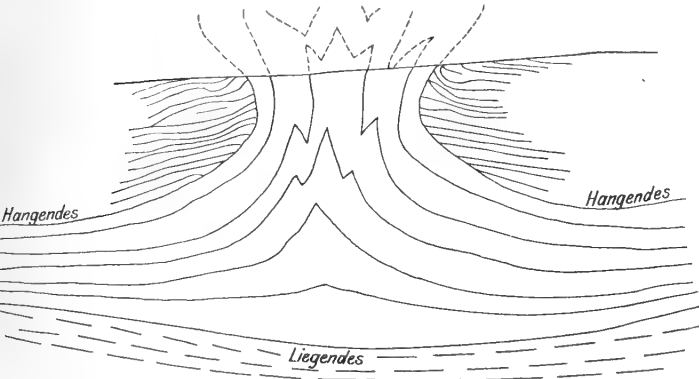


Fig. 2. Typus eines Salzstocks mit innerer Faltung.
(n. Posepny).

Wenn also im norddeutschen Tiefland bei den Salzstöcken als erwiesen gilt, daß alpine Strukturformen ohne Lageveränderungen in den ungestörten und nicht kristallokinetischen Nachbargebieten entstehen könnten, so sind wir auch berechtigt, bei der vollkommenen Übereinstimmung der Deformationen

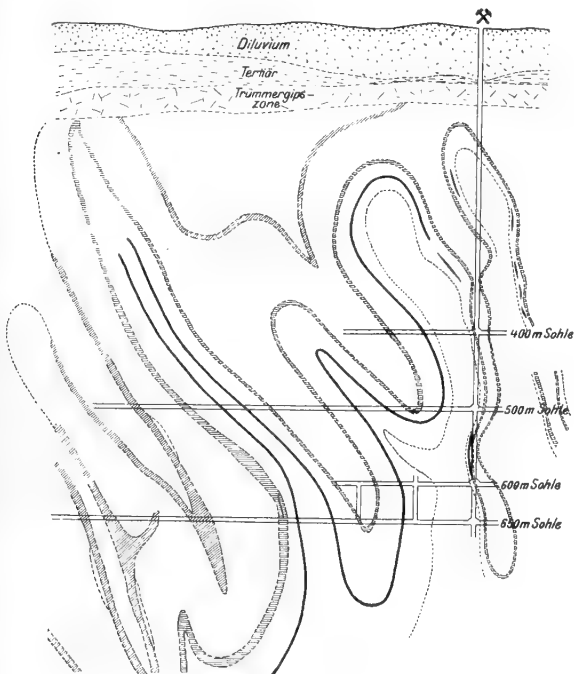


Fig. 3. Faltung der Kalilager in einem Salzstock bei Cello
(n. Stille).

vom geologischen und petrographischen Standpunkt aus eine Gleichheit in den physikalischen Entstehungsbedingungen, namentlich eine Abwesenheit von regionaler Erdrindenfaltung bei den Alpen zu folgern.

Im Salz wie in den kristallinen Alpen sind die vorgeführten Deformationen nur als Vorstufe für eine noch viel weitergehende Durchmischung anzusehen. In manchen Aufschlüssen im Salz liegen parallel geschichtete Lagen übereinander von häufig nur wenigen Zentimetern Dicke und auf viele Hundert Meter verfolgbare Lagen, die ursprünglich, d. h. vor der kristallokinetischen Durchmischung, mehrere Hunderte von Metern vertikal voneinander entfernt gelegen haben. Ebenso wird aus den Tauern durch Sander und Stark von scheinbar ungestört gelagerten Schieferpartien berichtet, deren Komponenten in einem und demselben Handstück ursprünglich kilometerweit auseinander gelegenen Schichten entstammen müssen. Für beide Arten von Mischgesteinen ist die Erhaltung des kristallinen Gefüges und das Zurücktreten plastischer Deformationen bezeichnend.

4. Die Größe der alpinen Falten erlaubt nur selten den Nachweis, daß lokale Verschiebungen an der Grenze verschiedengradig löslicher Gesteine vorliegen. Das zickzackförmige Eingreifen des hochmetamorphen Glimmerkalks in den zuckerkörnigen und nur schwach umkristallisierten Dolomit am Westabhang des Obernberger Tribulauns (Fig. 5) verrät sich als eine solche lokale Diffusion aus dem

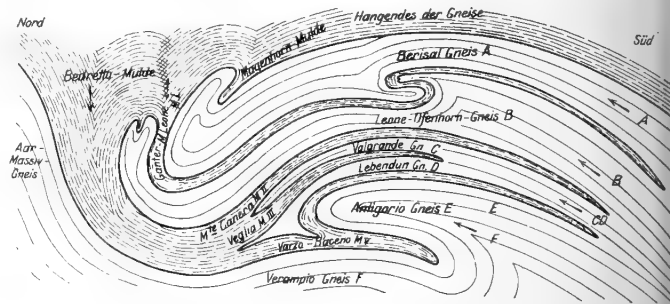


Fig. 4. Faltung der hochkristallinen Simplonalpen
(n. Schmidt).

Grunde, weil am gleichen Hang die nichtgefaltete Auflagerung des Triasdolomits auf Glimmerschiefer aufgeschlossen ist.

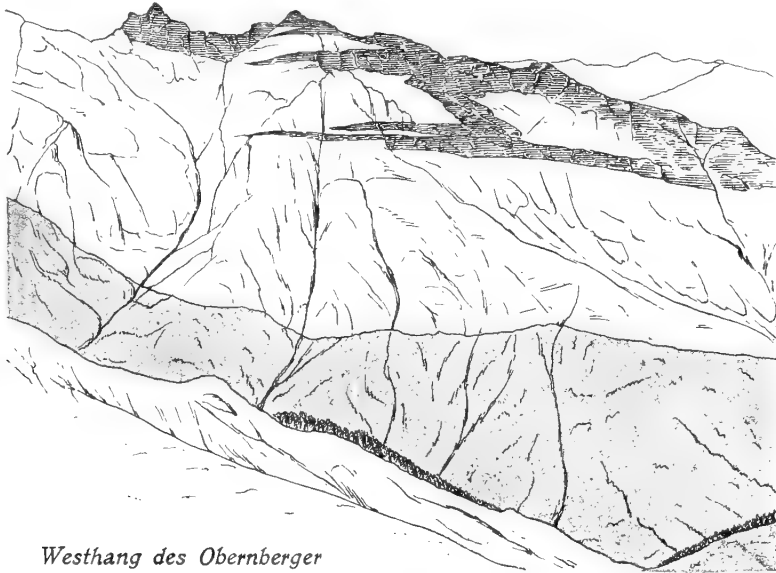
Um zu resumieren: Eis, Salz und kristallines Gestein — ersteres an der Oberfläche, das Salz bereits in einigen Hundert Metern unter Tage, die Schiefer erst in mehreren Kilometern Tiefe — zeichnen sich durch eine besondere Art von inneren Teilbewegungen aus, dadurch gekennzeichnet, daß Deformation und Lösungsumsatz einander bedingen (Kristallokinese).

Geraten kristallokinetische Massen zwischen indifferente Körper und werden sie gezwungen, ihren Querschnitt zu verändern, so erfolgt Verfaltung der geschichteten Teilmassen, häufig im kleinen wiederholt an der Grenze verschieden löslicher Komponenten.

Die Amplitude der Faltungen steht in gesetzmäßiger Abhängigkeit vom Querschnitt der Gesamtmasse ohne Geltung der mechanischen Gesetze der Elastizitätslehre. Die Faltung verschärft sich bis zur Ausbildung der scheinbar ungestörten, planparallel gelagerten Mischgesteine.

Mit der theoretisch-physikalischen Definition der geschilderten geologischen Vorgänge steht es noch sehr im argen. *Becke* hat die Entstehung der Kristallisationsschieferung an das Rieckesche Prinzip von der Deformation homogener Körper in Berührung mit ihrer gesättigten Lösung angeschlossen. Das ist aber schon deshalb unrichtig, weil die Rieckeschen Gleichungen¹⁾ sich auf einen adiabatischen

statt der vorübergehenden Durchlüftung — durch den aufgelockerten Boden in den Draingräben — in geeigneter Weise eine ständige Durchlüftung des Bodens (durch Luftstränge und Luftröhren) angestrebt und erreicht. Nach der älteren Auffassung soll die Drainage, außer für Senkung des Grundwasserspiegels, auch für eine genügende, ev. sogar reichliche Durchlüftung des Bodens durch Luftzirkulation in den Röhren sorgen, während nach neuerer Auffassung die Luft hauptsächlich durch Senkung des



Westhang des Obernberger
Tribulauns (n. Frech).

Fig. 5. Verzahnung zwischen hochmetamorphem Glimmerkalk (gestrichelt) und halbkristallinem Dolomit (weiß). Die Auflagerung des Dolomits auf Glimmerschiefer (grau) ist ungefaltet.

tischen Vorgang beziehen, während die geologischen Prozesse, die wir im Auge haben, isothermisch verlaufen.

Es wäre im Interesse der Geologie zu begrüßen, wenn durch die vorstehenden Zeilen eine Neubearbeitung des Problems von physikalischer Seite angeregt würde.

Besprechungen.

Über eine neue Methode der Bodendurchlüftung in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft. Von *M. Friedersdorff*, Halle a. d. S., kgl. Oberlandmesser (Referent), unter Mitwirkung von Univ.-Professor Dr. *P. Holdefleiß*, Halle a. d. S. und Dr. *B. Heinze*, Vorsteher der bakt. Abtg. d. agriculturchemischen Versuchsstation der Landw.-Kammer f. d. Prov. Sachsen in Halle a. d. S. (Sonderabdruck aus der landw. Presse 1912, Nr. 41/42, P. Parey, Berlin.)

In einer größeren Abhandlung und vorläufigen Mitteilung wird über eine *neue Methode der verstärkten Bodendurchlüftung* und über die bisherigen praktischen und wissenschaftlichen Ergebnisse derselben berichtet.

I. Entwicklung und allgemeine Besprechung der Methode von M. Friedersdorff (S. 1—17).

Durch mancherlei praktische Erfahrungen angeregt, wird vom Verf., zunächst in Verbindung mit Drainagen,

¹⁾ Über das Gleichgewicht zwischen einem festen, homogen deformierten Körper und einer flüssigen Phase usw. Nachr. k. Gesellsch. d. Wiss. Göttingen, 1894. p. 278 ff.

(durch Niederschläge der Bodenoberfläche nähergebrachten) kapillaren Wasserspiegels in den Boden gesogen wird. Demgegenüber gelangte *Friedersdorff* auf Grund vielfacher Betrachtungen zu der Ansicht, daß bei allen gewöhnlichen Drainagen in den Röhren keine oder nur eine sehr geringfügige Luftbewegung stattfindet, daß nämlich nur in den untersten, kurzen Teilen der Röhren atmosphärische Luft einströmen und infolgedessen auch nur eine sehr geringe und ungenügende Durchlüftung des Bodens erfolgen kann. Bei der gewöhnlichen Drainage stehen alle Stränge nur einseitig mit der freien Außenluft in Verbindung, die Drains bilden also gewissermaßen Sackgassen, in welche jedenfalls nur wenig frische Luft gelangen und mit dem Boden in Berührung kommen kann. Die Luftzufuhr will nun *Friedersdorff* dadurch verstärken, daß er die Drains auch an ihren oberen Enden untereinander und durch einen am oberen Ende anzuordnenden Schacht mit der freien Luft verbindet. Auf solche Weise läßt sich zweifellos eine weit lebhaftere Luftbewegung, ein verstärkter Umlauf derselben erzielen. Dies geht schon aus allgemeinen Schlußfolgerungen, wie auch aus besonderen Beobachtungen von *Friedersdorff jr.* hervor. Wegen Einzelheiten über die Durchlüftungsanlagen und wegen der etwaigen kleineren und größeren Vorteile derselben muß auf die Originalabhandlungen verwiesen werden. Hier soll zunächst nur betont werden, daß bei einer stärkeren Zuführung von Luft auch in die tiefer gelegenen Bodenschichten die Wirkung der Drainage beträchtlich gesteigert und damit jedenfalls auch eine bessere Ausnützung der für die Pflanzenentwicklung wichtigen Stoffe erzielt werden kann. Bei diesem neuen Verfahren wurde tatsächlich auch schon wiederholt beobachtet, daß der Fruchtstand

auf den besonders durchlüfteten Teilen ein auffallend besserer war, als auf den drainierten, nicht besonders durchlüfteten Vergleichsstücken. Die von *Friedersdorff* jr. begonnenen Untersuchungen und Beobachtungen über Außentemperaturen und Bodentemperaturen, über Kohlensäuregehalt der Bodenluft und die etwaigen größeren Veränderungen bei verstärkter Luftzufuhr haben bereits einige interessante Ergebnisse geliefert und werden in verschiedenen Jahreszeiten fortgesetzt. Im übrigen sind in jüngster Zeit von *Friedersdorff* neben den schon seit mehreren Jahren eingerichteten Durchlüftungsanlagen in Verbindung mit Drainage einige weitere Anlagen ausgeführt bzw. in Angriff genommen. Auf Vorschlag des Ref. ist auch eine besondere Anlage auf nichtdrainagebedürftigem Boden in Angriff genommen worden, um die Wirkung einer verstärkten Luftzufuhr auch unter solchen Verhältnissen näher zu studieren und auf ihren ev. praktischen Nutzen hin zu prüfen.

II. Bodenkundliche Bearbeitung der *Friedersdorffschen* Bodendurchlüftungsmethode von Prof. Dr. P. Holdefleiß (S. 18—22).

Als *Friedersdorff* seine Gedanken über eine neue Art der Bodendurchlüftung in Verbindung mit den bisherigen, gewöhnlichen Drainagen vortrug, wurde ihm schon von *Holdefleiß* bestätigt, daß tatsächlich die Frage einer verstärkten Luftzufuhr in den Ackerboden für den ganzen Pflanzenbau von größter Bedeutung ist. Diese hält *Holdefleiß* für ganz besonders groß an Stellen, an welchen sich ein Bedürfnis nach Drainagen zeigt, d. h. also da, wo teils durch die Bindigkeit des Bodens, teils durch stauende Nässe (Grundwasser) die Luft in weitgehendem Maße von den nassen Schichten des Bodens abgehalten wird. Die *Friedersdorffsche* Methode wird näher erörtert und darauf hingewiesen, daß vor *Friedersdorff* schon *Petersen* mit der nach ihm benannten Wiesenbaumethode neben der Wasserabführung auch die Bodendurchlüftung und die damit verbundene Entsäuerung besonders im Auge gehabt hat. Das *Petersensche* System ist alsdann in geeigneter Weise von *Wichulla* zu verbessern gesucht worden. Nach Besprechung und Würdigung dieser beiden älteren Methoden durch *Holdefleiß* wird die *Friedersdorffsche* Methode ausdrücklich als neu gekennzeichnet: Bei diesem System ist die Hauptsache, daß die Luft in dem ganzen Drainrohrsystem mit der Oberflächenluft in Verbindung steht, sowohl nach oben, an den Enden einer Anzahl Saugdrains, wie auch nach unten, an den Ausflüssen der Sammeldrains. Nach den bisherigen Untersuchungen ist bei einem solchen System eine ständige Luftströmung und zwar bei warmem Wetter nach unten zu, bei kaltem Wetter nach oben zu vorhanden.

Zur näheren Prüfung des *Friedersdorffschen* Systems der Bodendurchlüftung wurden von *Holdefleiß* zunächst von Zeit zu Zeit wiederkehrende Bestimmungen des Gehaltes an organischer Substanz bzw. Glühverlustes, ev. des Humusgehaltes im Boden vorgeschlagen und ausgeführt. Neben der Bestimmung des „Glühverlustes“ wurde nach einer neuen, näher beschriebenen Methode auch die gesamte Oxydationskraft bzw. Reduktionskraft des Bodens bestimmt. In der Zeit von ca. 7 Monaten nach Einrichtung der Anlage zeigte sich zunächst eine gleichmäßige deutliche Zunahme sowohl des Glühverlustes als auch der Oxydierfähigkeit. Nach diesem für den Anfang des Versuchs geltenden Ergebnis konnte ein Abbau der organischen Substanz (zumal in eventuell verstärktem Maße) noch nicht nachgewiesen werden. Die scheinbar eingetretene Zunahme dürfte nach *Holdefleiß* sich vielleicht damit erklären lassen, daß in dem vorher fast rein mineralischen Boden nach der Entwässerung, Durchlüftung und Erwärmung — im Einklange mit manchen Beobachtungen des Referenten — ein stärkeres

organisches Leben, besonders der Kleinlebewesen, begonnen hat. Der erste Erfolg würde daher auch nach den Untersuchungen von *Holdefleiß* bei der neuen Methode zum mindesten darin bestehen, daß im Boden die organische Lebenstätigkeit, die sogenannte „Gare“ des Bodens, erhöht, also der Charakter des Bodens als Oberkrume oder Ackerkrume verbessert wird. Die Untersuchungen werden in verschiedener Hinsicht fortgesetzt.

III. Die spezielle Bedeutung einer verstärkten Bodendurchlüftung für Bodenorganismen und Pflanzenbau von Dr. B. Heinze (S. 23—40).

Die Bedeutung einer verstärkten Bodendurchlüftung nach der Methode *Friedersdorff* liegt u. a. besonders auch auf dem Gebiete der Gärungschemie und Bodenbakteriologie. Bei dem zunächst noch kombinierten Drainage- und Bodendurchlüftungsverfahren werden nach unserer Ansicht manche Ergebnisse der neueren bodenbakteriologischen Forschung sich eventuell schneller und bequemer in die Praxis umsetzen lassen, als dies bisher möglich ist. Sowohl durch geeignete Düngung und Bearbeitung, als auch besonders durch Zufuhr und Erhaltung von Luft, Licht, Wärme und Feuchtigkeit werden gerade die landwirtschaftlich wichtigsten und wertvollen Bodenorganismen, im allgemeinen wenigstens, recht günstig beeinflußt. Besonders auch für die Entwicklung der freilebenden, stickstoffsammelnden *Azotobacterorganismen* (sowie für die spezifischen Leguminosenorganismen als Knöllchenbildner und Stickstoffsammler) wird man durch eine ausgiebige Bodendurchlüftung und häufige gute Bearbeitung am besten mit sorgen können und zugleich den Vorteil haben, daß der Boden in feuchten Klimaten physikalisch wesentlich verbessert und von Unkraut und sonstigen Schädlingen möglichst freigehalten wird. Bei dem dauernd steigenden Bedarfe der Landwirte an teuren künstlichen Stickstoffdüngern steht besonders die ganze Stickstofffrage naturgemäß im Vordergrund des Interesses.

Eine Bodenimpfung mit den freilebenden, stickstoffsammelnden *Azotobacterorganismen* ist nach unseren bisherigen Erfahrungen im allgemeinen vollständig überflüssig, da diese sehr weit verbreitet sind. Sie können jedoch nur dann vollauf wirksam sein, wenn geeignete Entwicklungsbedingungen vorhanden sind oder geboten werden: Solche sind u. a. reichliche Mengen organischer Substanz — in Form von Zucker, Stärke, Zellulose (Holzfaser) der Wurzel- und Pflanzenreste (besonders die Ausnützung der Zellulose, auch der organischen Gründüngungsmassen wird durch kleine Stallmistgaben wesentlich gefördert) — ferner das Vorhandensein der nötigen Mineralstoffe und eine am besten neutrale oder schwachalkalische Reaktion des Bodens. Besonders günstig wirken also auch Kalkungen, ferner Humusstoffe, Phosphorsäure in geeigneter Form sowie ausreichende Feuchtigkeit und gute Durchlüftung.

Inwieweit nun manche der wichtigsten Bodenorganismen im stärker durchlüfteten Boden eventuell zahlreicher oder wirksamer vorkommen als in dem entsprechenden, nicht besonders durchlüfteten Feldsticke, konnte auf Grund der bisherigen Versuche noch nicht genauer festgestellt werden. Dazu bedarf es langjähriger Untersuchungen und Beobachtungen: Es hat aber den Anschein, als ob besonders die Gärungsorganismen in einem deutlich wirksameren Zustande in dem stärker durchlüfteten Boden vorhanden sind. Auch Salpeterbildner und *Azotobacter* als Stickstoffsammler scheinen neben anderen Bodenmikroben im stärker durchlüfteten Boden etwas zahlreicher, beziehungsweise wirksamer vorzukommen. Durch die bessere salpeterbildende Kraft

des stärker durchlüfteten Bodens läßt sich auch der beobachtete deutlich bessere Stand der Früchte im Jahre 1911 u. 1912 in Hayda (Südharz), wie auch bei den älteren Versuchen *Friedersdorffs* in Schlesien erklären.

Die verstärkte Bodendurchlüftung nach *Friedersdorff* dürfte neben der Sanierung von sumpfigen, schlechten, sauren Wiesen nach unserer Ansicht besonders für drainagebedürftige schwere Böden, sowie für Rieselfelderanlagen, die trotz guter Drainage sehr leicht verschlemmen, und eventuell auch für sonstige künstliche Bewässerungen (ohne Drainagen) wichtig und in ersteren Fällen ganz besonders angebracht sein. Eine gewisse Bedeutung wird die *Friedersdorffs* Methode vielleicht auch in der Forstwirtschaft, u. a. bei der Anlage von Saat- und Pflanzkampen (als Dauerkampen) gewinnen können. Auf Feldern und Wiesen, in Weinbergen und in Gärten ist bekanntlich eine ausreichende Zufuhr von Luft beziehungsweise Sauerstoff unbedingt notwendig, wenn man eine möglichst gute Düngerzersetzung und damit weiterhin eine gesunde Ernährung der einzelnen Pflanzenkulturen erzielen will. Wir halten daher die verstärkte Durchlüftung des Bodens in Verbindung mit Drainage (nach *Friedersdorffs* neuer Methode) für aussichtsvoll und nutzbringend bei der Kultivierung von sumpfigen Ödländereien, besonders auch von Moor-gebieten, ferner auch hygienisch und volkswirtschaftlich wichtig bei der Sanierung von malarieverseuchten Gegenden. Das Verfahren dürfte öfters auch ein gutes Vorbeugungsmittel gegen Pflanzenkrankheiten sein. — In manchen Fällen können schließlich zweifellos auch unsere wertvollsten organischen Dünger (Stallmist und Gründünger) dadurch weit besser ausgenützt werden. Möglicherweise werden sich aber nach weiteren Prüfungen der Methode späterhin mit derselben auch auf manchen *nicht drainagebedürftigen Böden* erhebliche praktische Erfolge erzielen lassen. —

Nach alldem ist eine *bessere Bodendurchlüftung* für unsere sämtlichen Kulturpflanzen jedenfalls einer der wichtigsten Faktoren, wenn dieselben freudig gedeihen sollen, und die neue *Friedersdorffs* Methode wird uns in verschiedener Hinsicht oft sehr gute Dienste leisten können. Dies ist um so beachtenswerter, als der schon sehr bekannte allgemeine Wert einer ausreichenden Bodendurchlüftung auch von anderer Seite¹⁾ hervor-gehoben wird.

Von der durch die neue Drainageform bewirkten verstärkten Durchlüftung, auch des Untergrundes, kann man für die Pflanzenerzeugung jedenfalls sehr viel erwarten. —

Die *Friedersdorffs* neue Methode einer verstärkten Bodendurchlüftung soll und kann aber nicht nur bei Drainagen, sondern auch bei einzelnen anderen Böden zur besseren Bodendurchlüftung dienen. In diesen Fällen muß allerdings ihr praktischer Nutzen erst studiert werden. Wenn aber diese Methode auch noch verbesserungsbedürftig ist und die theoretischen Erwägungen *Friedersdorffs* von mancher Seite in der einen oder anderen Hinsicht Widerspruch erfahren mögen, so ist doch gerade ihr *praktischer Wert* einleuchtend und deutlich genug, um die hohe Bedeutung derselben besonders hervorzuheben, und zwar um so mehr, als bei ihrer Anwendung schon wiederholt augenscheinliche praktische Erfolge beobachtet werden konnten. Die große landeskulturelle Bedeutung einer stärkeren Bodendurchlüftung wird jetzt auch von anderen Autoren²⁾ betont und würde

nach diesen sogar die Aufwendung öffentlicher Mittel rechtfertigen. Bei den großen Hoffnungen, die man auf eine geeignete, verstärkte Bodendurchlüftung setzen kann, wäre es jedenfalls erwünscht, wenn auch noch von möglichst vielen anderen Seiten Versuchsanlagen eingerichtet würden, um Prüfungen unter den verschiedensten Bodenverhältnissen vornehmen zu können.

Heinze, Halle a. d. Saale.

Astronomische Mitteilungen.

Eine astronomische Berechnung des Todesjahres von Jesus Christus ist neuerdings vom Pater *Emanuelli* ausgeführt worden. Die astronomische Rechnung basiert auf der bekannten Forderung, daß der Todestag als 15. Nisam auf einen Freitag fallen muß. Als maßgebend hierfür kämen die Jahre 30 oder 33 in Betracht, von denen jedoch das letztere aus historischen Gründen unwahrscheinlich ist. So bleibt mit ziemlicher Gewißheit das Jahr 30 übrig, das nach Ansicht von Pater *Emanuelli* als das richtige Todesjahr Christi anzusehen ist.

Von der chinesischen Sternwarte *Zô-sé*, nicht weit von Shanghai ist ein neuer Band von Beobachtungen erschienen, der sich hauptsächlich mit der Sonne beschäftigt. Eine große Reihe photographischer Aufnahmen von Sonnenflecken und Sonnenfackeln besonders aus der Periode 1905—1910 wird mitgeteilt, und ferner werden besondere Untersuchungen über die Figur und den Durchmesser der Sonne durchgeführt. Am Schluß des neuen Bandes der Annalen jener chinesischen Sternwarte gelangen auch Messungen am Saturn und an Doppelsternen zur Diskussion.

Ueber die Beziehungen zwischen den Schwankungen der Erdachse und den periodischen Änderungen der klimatischen Elemente liegen interessante Untersuchungen von *Fujiwhara* in der Zeitschrift der japanischen meteorologischen Gesellschaft vor, über die im Anschluß an die Mitteilungen im neuesten Heft der *Meteorologischen Zeitschrift* (Mai 1913) kurz berichtet sei. Nach *Fujiwhara* soll eine deutliche Beziehung zwischen den Schwankungen der geographischen Breite und den Bewegungen in der Erdatmosphäre bestehen, was eigentlich bei der Kleinheit jener von Bewegungen der Erdachse im Erdkörper herrührenden Schwankungen der Pole (im Maximum rund 16 m) nicht sehr wahrscheinlich erscheint. *Fujiwhara* macht aber darauf aufmerksam, daß auch in den rhythmischen Schwankungen der Meeresspiegel in Amerika und Holland sich nach dem englischen Astronomen *Christie* und nach dem holländischen Astronomen *Bakhuyzen* deutliche Beziehungen zu der in etwa 14 Monaten ablaufenden Breitenschwankung zeigten, so daß jene allerdings minimalen Gezeiten als sogenannte „Breitenänderungszeiten“ bezeichnet worden sind. Ähnlich, nur noch deutlicher ausgesprochen, sollen auch z. B. die Amplituden des Hochdruckgebiets über Sibirien verlaufen. Jedenfalls bedarf diese Frage einer Beziehung zwischen Breitenänderungen und klimatischen Schwankungen erst noch weiterer gründlicher Untersuchung, ehe auch nur eine erste Lösung dafür als gefunden betrachtet werden kann.

Gewitterbildung in ihrer Beziehung zu den Stellungen des Mondes, also auch eine meteorologisch-astronomische Frage, behandelt *F. Schuster* in der *Meteorologischen Zeitschrift* (Maiheft 1913). Anknüpfend an die im *Hannschen* Lehrbuch der Meteorologie aufgestellte Behauptung, daß der Mondeinfluß auf Gewitterbildung vielfach angenommen werde, diskutiert *F. Schuster* ein großes Beobachtungsmaterial aus Baden, Österreich,

1. Jan. 1913). — b) Vgl. ebenda H. 2, 1913, Erörterungen von *Scholtz*. Ebenso von *C. Krüger*, s. oben. —

¹⁾ Vgl. hierzu ev. *C. Krüger*, Über Durchlüftungsdrainage (D. landw. Presse, 1912, Nr. 53).

²⁾ a) Vgl. hierzu ev. *Mierau*, Durchlüftungsdrainagen (ein Beitrag zur Frage 1 über den Einbau von Entlüftungsdrainagen) (Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche, H. 1 vom

Frankreich, Algier, Kongo, Ostafrika, Togo und Tananariva, also aus gemäßigten und tropischen Zonen, und kommt zu dem Ergebnis, daß insbesondere bei den beiden Wendstellungen des Mondes (größte nördliche und größte südliche Deklination oder Distanz vom Himmelsäquator) die gewitterfördernde Kraft unseres Satelliten sich nachweisen läßt. Die Hauptergebnisse dieser jedenfalls beachtenswerten Untersuchungen faßt *F. Schuster* am Schluß seiner Arbeit folgendermaßen zusammen: 1. Sonne und Mond beeinflussen gemeinsam die Gewitterbildung so, daß bei zunehmender Sonnenwirkung die Mondwirkung abnimmt. 2. Unter den verschiedenen Mondstellungen hat in der gemäßigten nördlichen Erdzone die nördliche Mondwende (größter nördlicher Abstand des Mondes vom Himmelsäquator) entschieden auch die größte gewitterfördernde Kraft, während in den Tropen sich dieser Einfluß des Mondes auf die nördliche wie südliche Wende unseres Trabanten nahezu gleichmäßig verteilt.

Über die Stellung der Marsachse zur Bahnebene jenes der Erde in mancher Hinsicht so ähnlichen Planeten haben die amerikanischen Astronomen *Lowell* und *Slipher* wichtige Untersuchungen durch systematische Messungen an den Polarzonen auf dem Mars angestellt. Aus langjährigen Beobachtungsreihen ergibt sich als wahrscheinlichster Wert für die Neigung der Marsachse zur Marsbahn der Betrag von 23,5°, also fast genau die auch für die Erde geltende „Schiefe der Ekliptik“. Daraus folgt, daß auf dem Planeten Mars die Verteilung der klimatischen Zonen und der Wechsel der Jahreszeiten fast genau wie bei uns verläuft, nur dauern die Marsjahreszeiten fast noch einmal so lange wie die irdischen, da die Umlaufszeit jenes Planeten um die Sonne entsprechend länger ist als diejenige unserer Erde.

Neue Entdeckungen: Ein neuer kleiner Planet 1913 RN ist auf der Königsstuhl-Sternwarte bei Heidelberg von dem Astronomen *F. Kaiser* auf photographischem Wege entdeckt worden. Der neue Planetoid ist von der dreizehnten Größenklasse. Ein neuer veränderlicher Stern 14/1913 Comae Berenices konnte auf 16 photographischen Platten an der Moskauer Sternwarte entdeckt werden. Seine Helligkeit schwankt zwischen der 10. und 13. Größenklasse und die Periode seines Lichtwechsels, die noch nicht ganz sicher festgestellt werden konnte, scheint ziemlich lang zu sein. *A. Marcuse.*

Kleine Mitteilungen.

Holzfärbung an lebenden Bäumen. Schon vor mehreren Jahren wurde eine neue eigenartige Methode zur Verfärbung von Hölzern gefunden, die sich viel enger an natürliche Vorgänge anschließt, als die üblichen Beizverfahren und die die Erzeugung von Altersfarben durch die ganze Holzmasse hindurch ermöglichte. Bei gerbstoffhaltigen Hölzern werden hierbei die schönsten Effekte erzielt, und Eichenholz läßt sich so unter gewissen Voraussetzungen bis zum tiefen Schwarz verfärben, so daß es in seiner Wirkung in keiner Weise der sog. Moor- oder Wassereiche nachsteht. Von einer willkürlichen Beeinflussung des Farbtones konnte allerdings bei diesem Verfahren nicht die Rede sein, denn die Bestandteile des Holzes sind an der Verfärbung in hohem Maße beteiligt, so daß gerbstoffhaltige Hölzer ganz andere Wirkungen geben als gerbstofffreie und ebenso harzhaltige Hölzer anders reagieren als harzfreie.

Diese Tatsachen legen die Frage nahe, ob es nicht möglich ist, die Bestandteile der verschiedenen Hölzer bereits im lebenden Zustande in gewissem Sinne zu verändern oder zu beeinflussen. Es handelt sich

dabei nicht darum, etwa mit der Natur in Wettbewerb zu treten und allerhand buntfarbige Hölzer zu erzeugen, vielmehr wäre zu versuchen, dem Baume im lebenden Zustand Stoffe einzuverleiben, die hinterher durch eine geeignete Behandlung am geschnittenen Holze diesem durch die Masse einen typischen Holzton verleihen. Wenn es z. B. gelänge, gerbstofffreien Hölzern, wie Birke und Ahorn, im lebenden Zustande eine Lösung von Tannin einzuverleiben, so wäre es hinterher ein leichtes, durch Behandlung mit Ammoniak unter Druck diesen Hölzern einen ähnlich dunklen Farbenton zu geben, wie dies bei der stark gerbstoffhaltigen Eiche heute ohne weiteres gelingt. Es ist interessant, daß bereits in einem englischen Patent vom Jahre 1839 der natürliche Saffttrieb zur Imprägnierung des Holzes mit bestimmten Lösungen nutzbar gemacht werden sollte. Auch in den folgenden Jahren wurden dahin zielende Versuche angestellt, so z. B. von *Boucherie*, jedoch mit geringem Erfolge.

Neuerdings wurden von *Dr. Kleinstück* interessante Versuche in dieser Richtung angestellt, über die er in der „Zeitschrift für angewandte Chemie“ 1913, S. 239, berichtet. Er fand, daß man zur Imprägnierung des Holzes mit bestimmten Stoffen am besten den Stamm nicht nur anbohrt, sondern die Bohrung durch die ganze Breite des Stammes fortsetzt. Das eine Ende dieses Kanals wird dann mit einem Kork verschlossen, während am anderen Ende mittels eines Zuleitungsrohres die Imprägnierungsflüssigkeit aus einem Behälter zugeführt wird. Bei größeren Bäumen wird ein ganzes System von Bohrungen hergestellt. Bei den Versuchen wurden zunächst Anilinfarbstoffe angewandt, die gut diffundieren müssen und ferner wasserlöslich und lichtecht sein müssen. So wurden mit Malachitgrün und Methylenblau bei Birken vollkommen gleichmäßige und einheitliche Färbungen erhalten, während durch Eosin das Holz nur rot geadert wurde. Weiter wurden solche Stoffe angewandt, die mit dem Lignin des Holzes typische Farbreaktionen geben, wie z. B. salzsaures Anilin und Paraphenylendiamin. Bei Anwendung einer einprozentigen Lösung des erstgenannten Salzes wurde so eine Birke bereits über Nacht durch und durch verfärbt und nach einigen Tagen hatte sich der dunkle Schimmer der Blätter so vertieft, daß der Baum aus der Ferne einer Biutbuche glich. Die Aufnahmefähigkeit ist sehr groß, so nahm z. B. eine Kiefer in zwei Tagen etwa 10 Liter Salzlösung auf. In dritter Reihe wurden mit solchen Stoffen Versuche angestellt, die wie Tannin durch eine nachfolgende Behandlung am geschnittenen Holz einen bestimmten Farbton hervorrufen. Es wurde schließlich auch die Anwendung von künstlichem Druck von außen versucht; hierbei wurden jedoch keine günstigen Resultate erzielt. *S.*

Zu der früher bereits erwähnten großen atmosphärischen Störung des Jahres 1912 bemerkt *J. Maurer*, daß nach brieflichen Mitteilungen des Direktors des Athener Observatoriums *Eginitis* in Griechenland bereits am 7. April, also zwei Monate vor den gewaltigen Ausbrüchen des Vulkans Katmai auf Alaska eine starke atmosphärische Trübung beobachtet worden sei. Diese Trübung konnte bei der herrlichen Klarheit des attischen Himmels deutlich wahrgenommen werden und erfuhr erst eine Abschwächung gegen Ende des Monats Mai, um am 17. Juni sich von neuem zu verstärken. Hiernach hat die Erscheinung zwei deutlich getrennte Hauptphasen gezeigt, von denen die erste bis jetzt noch keine zureichende Erklärung gefunden hat. (*Meteor. Z.* 30, 182, 1913.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 28.

11. Juli 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Bedeutung des Kleinhirns. Von *Prof. Dr. H. Kronecker, Bern.* S. 657.

Die Bedeutung der Elektrolyte für Lebewesen. Von *Dr. Emil Lenk, Darmstadt.* S. 659.

Allgemeine Prinzipien der Entwicklung und Vererbung. Von *Prof. Dr. A. Greil, Innsbruck.* (Schluß.) S. 662.

Die großen Schwankungen der norddeutschen Seen. Von *Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Geinitz, Rostock.* S. 665.

Aus der Automobiltechnik. 1. Ventilmotoren und Schiebermotoren. Von *Dr. H. Arnold, Berlin.* S. 670.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur Theorie des Eötvösschen Gesetzes. Von *M. Born und R. Courant.* S. 674.

Besprechungen. S. 675.

Astronomische Mitteilungen. S. 679.

Kleine Mitteilungen. S. 680.

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG UND BERLIN

HAECKEL ANTHROPOGENIE

oder

Entwicklungsgeschichte des Menschen Keimes- und Stammesgeschichte

Sechste, verbesserte Auflage. Zwei Teile.

Erster Teil: Keimesgeschichte oder Ontogenie

Zweiter Teil: Stammesgeschichte oder Phylogenie

Mit 30 Tafeln, 512 Textfiguren und 52 genetischen Tabellen.

In zwei Leinenbänden M. 20.—; in zwei Halbfranzbänden M. 24.—

Haeckels Anthropogenie bedarf keiner weiteren Empfehlung. Seit seinem ersten Erscheinen im Jahre 1877 hat sich das Werk alle Kreise der naturwissenschaftlich Interessierten erobert und hat Tausende davon überzeugt, daß eine „allgemeine Bildung“ heutzutage nicht mehr möglich ist ohne ein gewisses Maß von biologischen und anthropologischen Kenntnissen.

Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie.

... Auch die neue Auflage wird, wie die vorigen, der entwicklungsgeschichtlichen Forschung das Interesse weiter Kreise und zahlreiche neue begeisterte Jünger gewinnen. . .

Naturwissenschaftl. Rundschau.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Theising, Leipzig, Thomae-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

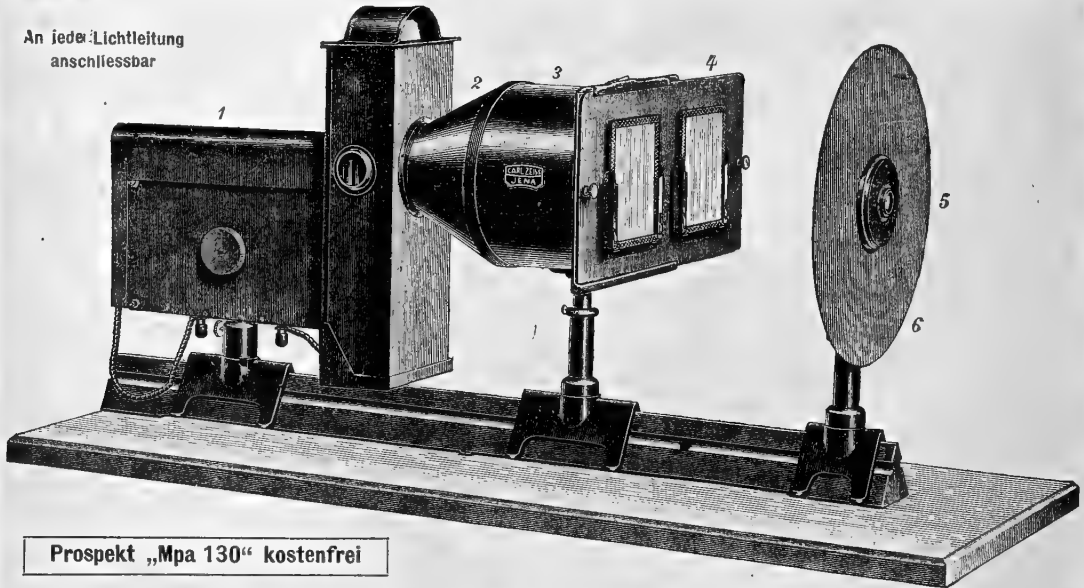
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



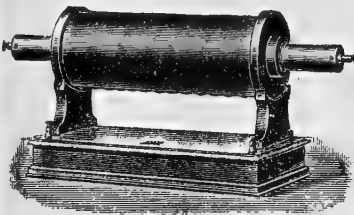
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig-Berlin: Seite I — Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue i. Erzgeb.: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite IV — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Die Bedeutung des Kleinhirns.

Von Prof. Dr. H. Kronecker, Bern.

Luciani, der berühmte Physiolog von Rom, hat sein großes, auch in deutsche Sprache übersetztes, originelles Handbuch der Physiologie nunmehr in vierter Auflage neu bearbeitet. Mir liegt der Separatdruck von Kapitel VIII des dritten Bandes vor, unter dem Titel: „Das Hinterhirn.“ Dieser Abschnitt ist von besonderem Interesse, weil er die Früchte langjähriger Untersuchungen des Verfassers, mit Berücksichtigung der betreffenden Literatur kondensiert und kritisch gesichtet darstellt. *Luciani* legt seiner Funktionenlehre die trefflichen vergleichend anatomischen Studien von *Bolk* und die Lokalisationsversuche von *Rynberk* zugrunde. Das lehrreiche Schema dieser Forscher sei hier faksimiliert.

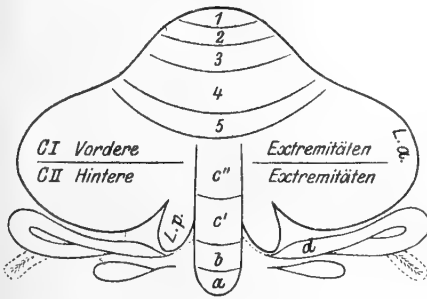


Fig. 1.

Schematische Einteilung der Funktionszentren im Kleinhirne der Säugetiere nach *Bolk* und *van Rynberk*.

1 bis 5 Bewegungszentren: 1. Auge, 2. Kiefer, 3. Antlitz, 4. Zunge, Schlundkopf und Kehlkopf, 5. Hals, Nacken, a bis c'' Rumpf, d Schwanz.

Bolk erschloß die Lokalisation aus den Verhältnissen der anatomischen Ausbildung zu den Funktionen der Muskelgruppen bei vielen Tieren.

Nach ausführlicher anatomischer Beschreibung des Kleinhirns gibt *Luciani* eine historische Übersicht der Lehre von den Funktionen dieses dunkelsten Gebietes des Nervensystems, dessen Studium er sieben Jahre gewidmet hat. Es gelang ihm, Hunde und Affen nach schonender Entfernung des Kleinhirns am Leben zu erhalten. Jede größere Verletzung des Kleinhirns stört die willkürlichen Bewegungen. Einseitiger Verlust stört vornehmlich die Funktionen der gleichen Seite, während Großhirnverluste die andere Körperseite affizieren. Der Lähmung geht eine kurze Erregung (dynamische Phänomene) voraus, während nach *Großhirnverletzungen* vor dem Ausfalle von Funktionen dieselben gehemmt erscheinen. In der zweiten Periode machen sich Ergänzungen geltend, die entweder von den Resten des Kleinhirns ausgehend, (organische Kompensation) die Ausfallerscheinungen mildern, oder mittels abnormer Bewegungen funktionell kompensieren. Ätzungen eines Kleinhirns

lappens wirken entgegengesetzt den Abtrennungen. Anstatt unruhig zu sein und zu heulen, sind die Tiere niedergeschlagen. *Pagano* fand, daß wenige Tropfen einer Lösung von Curare (dem indianischen Pfeilgifte, das die motorischen Nerven lähmt) in die *Kleinhirnrinde* gespritzt, nach 10 bis 15 Minuten wilde Bewegungsanfälle auslöst. Wenn man die motorische Zone des Großhirns der anderen Seite abgetragen hat, so fallen die Krämpfe der gereizten Seite fort. Statt dieser sieht man Rotationen des Körpers nach der anderen Seite. *Luciani* folgert: Die Operation bewirkt zunächst dynamische (Bewegungs-) Wirkungen. Diese rufen *sensorielle* Störungen hervor: eine Art Schwindel. Ob dies Reiz- oder Lähmungserscheinungen seien, will *Luciani* nicht entscheiden. Hunde, welchen das halbe Kleinhirn genommen, können zuerst die Beine der operierten Seite kaum bewegen: erscheinen hemiplegisch. Nach vier Wochen haben sie Hilfsmuskeln gebrauchen gelernt. Schwimmen können sie viel eher als laufen. Die Gangart ließ *Luciani* durch die in vier verschiedene Farblösungen getauchten Pfoten auf Papierstreifen am Boden markieren.

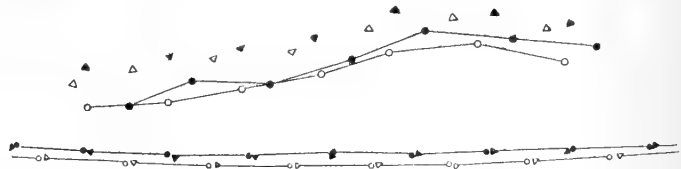


Fig. 2.

Die untere Doppellinie markiert den normalen Gang eines eleganten Spitzhundes; das obere Linienpaar, nebst den Dreiecken darüber, den Gang einer Hündin, zwei Monate nach Entfernung der rechten Kleinhirnhälfte. Die Spuren der Vorderpfoten sind durch kleine Kreise markiert, diejenigen der Hinterpfoten durch kleine Dreiecke. Die Marken der rechtseitigen Pfoten sind leer umrissen, diejenigen der linksseitigen ausgefüllt.

Edle Hunde geben geradlinig geordnete parallele Reihen von Flecken, die zeigen, daß Vorder- und Hinterpfote jeder Körperseite dicht zusammen den Boden treffen, und zwar die linken Pfoten mit den rechten zeitlich alternieren. Minderwertige Hunde zeigen gekreuzten, nicht geradlinigen Gang. Die Hinterpfoten treten seitlich vor die Vorderpfoten. Auch die ganze Gangbahn ist gekrümmt, besonders auffallend bei Tieren mit verbundenen Augen. Wenn die rechte Hälfte des Kleinhirns abgetragen war, so liefen die Tiere noch zwei Monate nach der Operation wie Betrunkene: die Hinterpfoten traten seitlich und vor die Vorderpfoten. Die Gangrichtung schwankte. Nach einem Jahre waren die Fehler gemindert. Mit verbundenen Augen lief ein Hund im Bogen, mit wechselnder Pfotenordnung. Hunde, die Morphinum erhalten haben, zeigen: 1. auf der linken Ganglinie nur die Marken von der linken Vorderpfote; 2. die linke Hinterpfote tritt zwischen

die Spuren der rechten Vorderpfote; 3. die rechte Hinterpfote tritt rechts auswärts von den Ganglinien 1 und 2. 14 Monate nachdem das rechte Kleinhirn abgetragen war, wurde die Bewegungsrindenzone der linken Gehirnhemisphäre (Gyrus sigmoideus) entfernt. Danach verlor das Tier wiederum die Fähigkeit, mit den linken Gliedmaßen seinen Körper zu halten. 20 Tage später gelang es ihm, an einen Baum gestützt, sich auf die Beine zu erheben. Vier Monate danach konnte der Hund frei laufen, fiel aber noch oft nach rechts um. Doch schwimmt er gut. Einen Monat später stirbt er, nach wiederholten epileptischen Anfällen. Bei der Obduktion zeigte sich die rechte Hälfte der „Brücke“ und die linke Pyramide teilweise geschwunden. *Patrizi* fand bei narkotisierten Hunden die Zuckungskurven von Muskeln der Körperseite, die durch Entfernung der Kleinhirnhemisphäre gelähmt war, ähnlich den Zuckungen der nichtgelähmten Seite. Alle Kleinhirnlähmungen bleiben auf das Gebiet der willkürlichen Bewegungen beschränkt. Die Hunde reagieren 3 bis 4 Monate nach der Operation auf Hautreize gleich unversehrt. Sie wehren Insekten ab. Nur reagieren sie etwas verspätet. Der Muskelsinn (Wahrnehmung veränderter Dehnung) bleibt erhalten. Großhirnverletzungen dagegen stören den Muskelsinn Monate lang. Tiere, denen das ganze Kleinhirn abgetragen worden, bewegen sich ataktisch: gleich Betrunknenen. *Luciani* unterscheidet drei Klassen von Bewegungsstörungen: *Asthenie* (Muskelschwäche), *Atonie* (Mangel an Spannung), *Astasie* (mangelhafte Verschmelzung der Bewegungen). Affen ohne Kleinhirn vermögen ihre hinteren Extremitäten schlechter zu gebrauchen als ihre vorderen. Wenn ihnen außer dem Kleinhirne auch die beiden S-förmigen Windungen des Großhirns (in welchen die meisten motorischen Zentren liegen) fortgenommen worden sind, so können sie zeitlebens (viele Monate lang) sich nicht mehr aufrecht halten, weil sie den Muskelsinn und den Hautsinn verloren haben. Hunde, denen die beiden Kleinhirnhemisphären durch sagittalen Schnitt von einander getrennt worden, so daß die graue Substanz des Wurms (vergl. Fig. 1) sehr verletzt war, zeigen doch nur wenig gestörten Gang. Wenn der ganze Wurm entfernt war, blieb der Lauf länger als zwei Wochen unkoordiniert. Nach einem Monat ist der Gang normal. Das Kleinhirn scheint beiderseits gleichmäßig organisiert zu sein: derart, daß ein abgetrennter Teil durch einen anderen ersetzt werden kann. *Langelan* konstatierte bei einem nicht operierten Kätzchen Asthenie, Atonie und Astasie. Die Obduktion lehrte, daß die Rinde des Kleinhirns zum großen Teile degeneriert war. Auch Stränge vom verlängerten Marke und vom Rückenmarke waren atrophiert. *Mingazzini* beobachtete bei Menschen mit angeborenen Defekten oder Hemmungen der Entwicklung des ganzen oder des halben Kleinhirns: schwankenden Gang (wie bei Betrunknenen) mit Schwäche der Muskeln auf der gestörten Seite. Ähnliche Störungen treten in Folge beiderseitiger sklerotischer Atrophien auf. So stimmen die Krankheiterscheinungen mit den experimentell verursachten Störungen überein. Wenn die embryonale Ent-

wicklung gestört war, können durch organische Anpassung die Kleinhirndefekte kompensiert werden. Unvollkommene Verstümmelungen können erstaunlich schnell Ersatz finden. So können Entartungsvorgänge unmerklich bleiben, auch wenn nur geringe Reste gesunden Kleinhirngewebes übrig sind. Eines der häufigsten Symptome bei Kleinhirntumoren ist der Kopfschmerz an Stirn, Schläfen, auch am Hinterkopfe; ferner der Schwindel verschiedener Form, oder Ataxie ohne Schwindel. Dieser tritt bei verschiedensten nervösen Affektionen ein. Hierzu gesellt sich nicht selten Erbrechen, das durch Druck auf die hinteren Vierhügel veranlaßt werden kann. Mechanische oder elektrische Reizung der Kleinhirnrinde ließ keine Lokalisationen von Funktionen erkennen. *Pagano* sah, daß Curarelösung, in Kleinhirnrinde gespritzt, wilde Bewegungen hervorruft: einen „Strychnismus psychicus“, der zum Tode führt. Strychnin und Phenol verursachen, auch in großen Dosen, nur unbestimmte Bewegungen. Sichergestellt ist nur, daß lokale Rindenreizung vorwiegend gleichseitige Muskelgruppen bewegen läßt. *van Rynberk* trug bei Hunden, gemäß *Bolks* anatomischer Einteilung, 1. den „lobulus simplex“ (Fig. 1, 5) ab. Danach trat wochenlang transversaler Nystagmus des Kopfes ein, infolge von Astasie der Hals- und Nackenmuskulatur. Bewegungen wie die eines Menschen, der stumm das „nein“ markiert. 2. Wenn das „crus primum“ (CI) abgetragen worden, so erhob der am Brustkasten gestützte Hund (3 bis 7 Tage nach der Operation) auf jeden leisen mechanischen oder akustischen Reiz die Vorderpfote der operierten Seite, ähnlich wie beim militärischen Gruße. Danach stolziert das Tier, die gleichseitige Vorderpfote wie ein schreitender Hahn hebend (Atonie der Pfotenmuskeln). Nach Ausschaltung des „crus secundum“ (CII), zumal an der Knieverbindung mit dem „lobulus paramedianus“, macht sich Asthenie der Muskeln der gleichseitigen Hinterpfote bemerklich, indem die Last des Rumpfes das Bein zusammenknicken läßt. Wenn beide „crura“ des „lobulus ansiformis“ (L. a.) exstirpiert sind, so zeigt sich Hahnengang mit Asthenie und Atonie beider Beine der operierten Seite. 4. Wenn der „lobulus paramedianus“ (L. p.) ausgeschaltet worden, so wälzt sich das Tier um seine Längsachse, zugleich biegt sich der Oberkörper krampfhaft nach der operierten Seite (Pleurothotonus). Wenn zugleich die „crura lobuli ansiformis“ (CI, CII) entfernt wurden, so waren die Folgen ähnlich wie nach Ausschaltung der ganzen Kleinhirnhälfte, dauern aber nicht so lange. Ähnliches fanden *van Rynberk* und *Vincenzoni* bei Schafen (mit großem lobulus S). *van Rynberk* vervollständigte die Lokalisierungsversuche auf Grund von *Bolks* anatomischer Einteilung. *Luciani* gesteht, daß seine Theorie durch *Bolks* „geniale morphologischen Studien“ modifiziert werden könne: derart daß dem Kleinhirne direkte Beziehungen zu gesonderten Muskelgruppen zuzuschreiben seien. Aber auch *Bolk* nehme an, daß die verstärkende Funktion des Kleinhirns überall gleich sei, so daß der Mangel irgendeines lobulus von anderen kompensiert werden könne.

Vom Hauptkerne des Acusticus und von benach-

barten Nervenkerneln im verlängerten Marke, sowie durch den inneren Abschnitt des Kleinhirnschenkels zieht die direkte sensorielle Bahn zum Dachkerne des Kleinhirns. Damit vereinigen sich Fasern vom 5., 10. und 11. Hirnnerven. Da nur im Hauptkerne des 8. Nerven (Acusticus) die Fasern des Vorhofs- zweiges dieses Nerven endigen, so steht das Kleinhirn mit dem Ohre in Verbindung. *Luciani* hebt hervor, daß die Folgen von Zerstörung der inneren Teile des Ohrs ähnlich sind den von Verletzungen des Kleinhirns herrührenden.

Ewald gibt als Folgen von Verletzungen des Ohrlabirynths an: abnorme Schläffheit der ruhenden Muskeln, geringe Kraft und verminderte Präzision der tätigen. Diese Änderungen entsprächen der Atonie, Asthenie und Astasie nach Kleinhirnverletzungen. *Luciani* zieht den Schluß, daß das Ohrlabirynth die Muskulatur vermittelt des Kleinhirns beeinflusse. *Stefani* fand bei Tauben schon 1877, daß die Purkinjeschen Ganglienzellen im Kleinhirne entarten, nachdem man die halbzirkelförmigen Kanäle des inneren Ohrs zerstört hat.

Das Kleinhirn reguliert alle Bewegungen: sowohl in bezug auf Energie, als in bezug auf die Kombination. *Luciani* weist energisch viele unpräzise, sachlich unbegründete Erklärungen der Kleinhirnfunktionen zurück. Das Wesen der Kleinhirnfunktionen wird durch seine Beziehungen zum Großhirne erhellt: Wenn man Kleinhirnteile ausschaltet, so werden die Störungen vermittelt Innervation seitens des Großhirns größtenteils ausgeglichen. Wenn aber die S-förmige Windung der Großhirnrinde, mit ihren vielen Bewegungszentren zuvor entfernt war, so ist die Körperhaltung oder der Gang des kleinhirnlosen Tieres gänzlich oder größtenteils gestört. Wenn das halbe Kleinhirn abgetragen war, so sind die anderseitigen Großhirnzentren zunächst weniger erregbar. Nachdem die Lähmungserscheinungen gemindert waren, zeigten sich die entsprechenden Großhirnzentren erregbarer. *van Rynberk* fand, daß schon das ruhende Kleinhirn normalerweise reflektorisch alle willkürlichen Muskeln tonisiert. Die Hauptsinnesapparate verstärken den Tonus mittels der motorischen Nervenzentren. Während der Bewegungen ist die Hilfe des Kleinhirns zu den cerebralen sthenischen und statischen Impulsen unentbehrlich für die normale Bewegungswirkung und daher auch für das exakte Zusammenwirken der einzelnen Muskeln der Bewegungsapparate. Die Beeinträchtigung oder völlige Vernichtung dieser Einflüsse erklären sämtliche, in ihrer Deutung so sehr bestrittenen, sogenannten cerebellären Ataxie-Erscheinungen. Während man irgend einen Ort der Kleinhirnrinde reizt, bedarf man zur Erregung der motorischen Großhirnzentren minderer Reize. Das Kleinhirn verstärkt also die Erregungen des Großhirns.

Die Bedeutung der Elektrolyte für Lebewesen.

Von Dr. Emil Lenk, Darmstadt.

Die Nahrungsstoffe bestehen aus organischen und anorganischen Substanzen. Durch Ver-

brennung des organischen Materials im Organismus schafft sich der Körper seine freie und gebundene Energie. Das Wasser ist das Reaktionsmedium, ohne das kein Lebensprozeß möglich ist. Die Aufrechterhaltung einer konstanten Wassermenge wird vom Organismus ängstlich überwacht. Die Bedeutung der anorganischen Salze für Lebensprozesse erscheint zunächst fraglich. Durch die Abgabe der Salze durch verschiedene Sekrete und Exkrete, sowie durch die „Gewöhnung der Zellen an Salze von Jugend auf“, ist ihre Notwendigkeit nicht erklärt. Denn wir besitzen zahlreiche Beispiele, die für das unbedingte Bedürfnis der Zellen für anorganische Salze sprechen. Ich erwähne nur, mit welcher Anstrengung und Anwendung aller Kräfte Gemen und Rehe die steilsten Klippen erklimmen, um nur zu Kochsalz zu gelangen und vor vielleicht 40 Jahren hat *Forster* in einem berühmten Versuche gezeigt, daß Hunde, die mit salzarmem Fleisch genährt wurden, zugrunde gingen. Die Natur sorgt also nicht nur für die Aufrechterhaltung einer konstanten Wassermenge, sondern auch für eine relativ und absolut stets gleiche Salzzusammensetzung der einzelnen Organe und Zellen. Die Lebensprozesse spielen sich in einem kolloidalen Material ab. Die Bedeutung der Salze für Lebensprozesse ist in der Einwirkung auf die Zellkolloide zu suchen.

Ehe man an das Studium der Einwirkung anorganischer Stoffe auf die Zellkolloide herantreten konnte, mußten erst die Beziehungen der Elektrolytlösungen auf einfache Kolloide untersucht werden. Systematische Untersuchungen wurden zuerst von *Franz Hofmeister* und seinen Schülern, sowie von *Wolfgang Ostwald* in Angriff genommen, indem sie Gelatineplatten in Elektrolytlösungen legten und das Gewicht der aufgenommenen Flüssigkeit durch Wägung der Gelatine von Zeit zu Zeit bestimmten. Diese Untersuchungen wurden zwar früh von Botanikern eingeleitet, aber erst spät schlossen sich die Tierphysiologen, durch die Versuche *Hofmeisters* angeregt, diesen Untersuchungen an.

Die Zelle wird aber nicht von der Lösung eines einzelnen Salzes umflossen, sie steht vielmehr unter dem gleichzeitigen Einfluß mehrerer Elektrolyte. Seit langem weiß man, daß eine 1 proz., „physiologische“ Kochsalzlösung dem osmotischen Drucke des Zellsaftes gleichkommt und daß diese Lösung die Muskelbeziehungsweise Organtätigkeit längere Zeit erhält; auch als Ersatzflüssigkeit für das Blut kann eine physiologische Kochsalzlösung dienen. Ein weit besseres Ersatzmittel für das Blut als die physiologische Kochsalzlösung haben wir in der Locke- und Ringerschen Lösung kennen gelernt, die alle Blutsalze in ihrer relativen Zusammensetzung enthält. Je nachdem man es mit Kalt- oder Warmblüterorganen zu tun hat, erzeugt man sich eine Lösung, die im Liter 6,5—9,5 g Kochsalz, 0,2 g Kaliumchlorid und 0,2 g Calciumchlorid enthält. Man sieht also schon aus diesem Beispiele, daß die „giftige Kochsalzlösung“ durch eine kleine Menge anderer Salze entgiftet werden kann. Schon vor einem Jahrzehnt hat *Jacques Loeb* auf die Bedeutung der Elektrolytkombinationen für Meerwassertiere hingewiesen und *Wolfgang Ostwald* hat diese

Versuche auf Süßwassertiere ausgedehnt. Es ist sehr merkwürdig, daß der Ozean, der eine unendliche Zahl von Tier- und Pflanzenformen birgt — die unvergleichlich reichhaltiger ist als im Süßwasser — die Salze in derselben Relation enthält als sie in der Ringer-Lockeschen Lösung vorkommen. *Loeb* hat seine Versuche an einem marinen Fisch, *Fundulus heteroclitus* und dessen Eiern angestellt. Der Fisch legt die Eier ins Seewasser ab, die dort befruchtet werden. *Loeb* zeigte nun, daß die frischbefruchteten Eier sowohl, wie die Fische in doppelt destilliertem Wasser leben können, womit der Beweis erbracht ist, daß das Fischei für seine Entwicklung keinen Seewasserbestandteil braucht. Bringt man aber ein frischbefruchtetes *Fundulusei* in eine reine Kochsalzlösung von derselben Konzentration, wie dieses im Seewasser vorkommt, so entwickeln sich die Eier nicht. Fügt man aber dieser Kochsalzlösung etwas Calciumchlorid zu, so können die Eier Embryonen bilden. Ein weiterer Zusatz von Kaliumchlorid genügt auch für ein längeres Leben des jungen Fisches.

Diese sowie die Versuche an Pflanzen, die *Osterhout* ausführte, und die den gleichen Charakter wie die von *Loeb* annehmen, konnten auf keinerlei Weise erklärt werden, da bisher die nötigen Untersuchungen von Elektrolytkombinationen auf einfache Kolloide fehlten.

Hier setzen die Untersuchungen ein, die *Lenk* in Gemeinschaft mit *Hugo Brach* ausführte. Wir untersuchten zunächst die Wasseraufnahme, also die Quellung von Gelatineplatten, indem wir sie in bestimmte Salzlösungen legten. Zur Untersuchung kamen zunächst neutrale Chloride, wie Natrium, Kalium, Lithium, Calcium, Magnesium, Bariumchlorid und außerdem Manganchlorür, Quecksilber- und Eisenchlorid. Jedes dieser Salze gelangte in verschiedenen Konzentrationen zur Untersuchung, in $\frac{m}{1}$, $\frac{m}{5}$, $\frac{m}{10}$, $\frac{m}{20}$, $\frac{m}{50}$, $\frac{m}{100}$, $\frac{m}{1000}$. Dabei stellte es sich heraus, daß die zur Untersuchung verwendete 20 proz. Gelatine in den konzentrierten Salzlösungen stärker quoll als in verdünnten. Die Figuren in Tabelle I geben ein Beispiel dafür, wie Gelatineplatten in den betreffenden Kochsalzlösungen quellen. Dieses Resultat steht im Widerspruch zu Versuchen von *Wolfgang Ostwald*, der mit trockener Gelatine arbeitete. Die Abhängigkeit der Wasseraufnahme von der Konzentration des Außenmediums ist nach den Ostwaldschen Versuchen viel verwickelter als nach unseren, die aber weit besser den Lebensvorgängen entsprechen, da sich auch die Biokolloide bereits im gequollenen Zustande befinden.

Die weiteren Versuche führten uns dazu, diese Untersuchungen parallel auch aufs lebende Objekt auszudehnen, und zwar einerseits auf verschiedene Süßwassertiere, wie auf Fische, Schnecken, Blutegel, Planarien usw., andererseits auf die Samen von *Phaseolus vulgaris*. Eine günstige Gelegenheit bot sich zu dieser Untersuchung, als wir einer überaus freundlichen Einladung des Herrn Dozenten *Kupelwieser* (München) Folge leisten konnten, die

uns in die biologische Süßwasserstation nach Lunz in Nieder-Österreich führte. Der nahe Lunzer See birgt eine schier unendliche Menge von zu dieser Untersuchung geeigneten Tieren, so daß wir gleichsam zu einer Massenuntersuchung schreiten konnten und nicht befürchten mußten, daß durch die stete Wiederholung der Versuche, die ja selbstverständlich nötig war, ein Mangel am Versuchsmaterial eintreten würde. Am geeignetsten erschienen uns ausgesuchte Exemplare von *Phoxinus laevis*. Während der Versuche kamen sie zu je fünf in Glasaquarien,

Tabelle I.

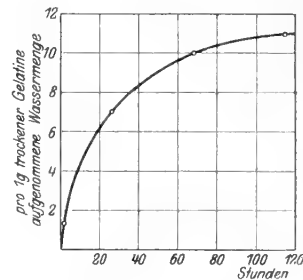
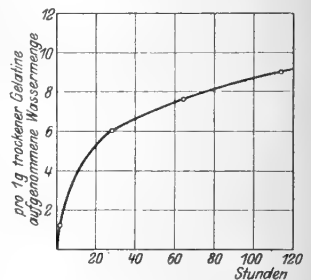
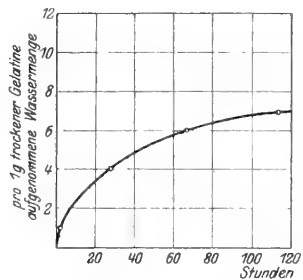
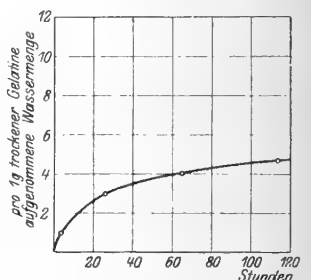
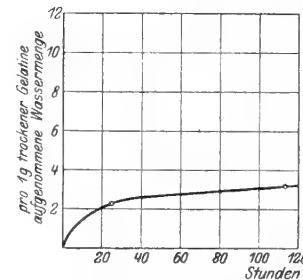
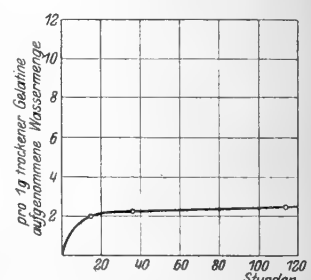
Fig. 1. NaCl $\frac{m}{1}$.Fig. 2. NaCl $\frac{m}{5}$.Fig. 3. NaCl $\frac{m}{10}$.Fig. 4. NaCl $\frac{m}{100}$.Fig. 5. NaCl $\frac{m}{1000}$.

Fig. 6. Dest. Wasser.

die sämtlich zugleich gleichmäßig durchlüftet wurden. Immer wurde ein Doppelversuch ausgeführt. Das Endresultat der ersten Versuche war, daß die Fische in den verdünnten Lösungen länger lebten als in den konzentrierten. Mit den Versuchen an Gelatineplatten verglichen, ergab sich das merkwürdige Ergebnis, daß die Lebensdauer quasi mit der Quellung der Gelatine zu vergleichen wäre, d. h. derart, daß die Lebensdauer von der Wasseraufnahme abhängig wäre. Ein Extrem der Versuchsbedingungen ist im destillierten Wasser gegeben. Und auch hier stimmen unsere Folgerungen, denn

im destillierten Wasser nehmen Gelatineplatten weniger Wasser auf als in Salzlösungen und auch die Lebensdauer der Fische in diesem Medium war eine überaus große. Tabelle II zeigt die Lebensdauer der Fische in verschiedenen Salzlösungen.

Tabelle II.
Natriumchlorid.

Konzentration	$\frac{m}{5}$	$\frac{m}{10}$	$\frac{m}{20}$	$\frac{m}{50}$	$\frac{m}{100}$
Lebensdauer . . .	8 St. ¹⁾	∞	∞	∞	∞

Kaliumchlorid.

Konzentration	$\frac{m}{5}$	$\frac{m}{10}$	$\frac{m}{20}$	$\frac{m}{50}$	$\frac{m}{100}$
Lebensdauer . . .	1 St.	5½ St.	27 St.	∞	∞

Magnesiumchlorid.

Konzentration	$\frac{m}{5}$	$\frac{m}{10}$	$\frac{m}{20}$	$\frac{m}{50}$	$\frac{m}{100}$
Lebensdauer . . .	18 Min. ¹⁾	1½ St.	18½ St.	∞	∞

Calciumchlorid.

Konzentration	$\frac{m}{5}$	$\frac{m}{10}$	$\frac{m}{20}$	$\frac{m}{50}$	$\frac{m}{100}$
Lebensdauer . . .	1 St.	∞	∞	∞	∞

Bariumchlorid.

Konzentration	$\frac{m}{5}$	$\frac{m}{10}$	$\frac{m}{20}$	$\frac{m}{50}$	$\frac{m}{100}$
Lebensdauer . . .	½ St.	2 St.	10 St.	55 St.	∞

Wir setzten dann diese Untersuchungsreihen weiter fort und gingen zu Salzkombinationen über. In Tabelle III wird durch die Kurven angedeutet,

Tabelle III.

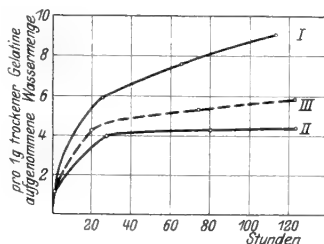


Fig. 7.

Kurve I. $\text{NaCl } \frac{m}{5}$.
 „ II. $\text{MgCl}_2 \frac{m}{100}$.
 „ III. $\text{NaCl } \frac{m}{5}$
 + $\text{MgCl}_2 \frac{m}{100}$.

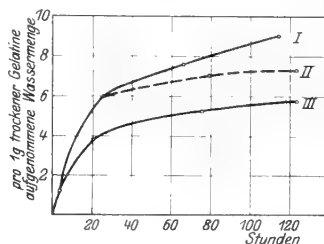


Fig. 8.

Kurve I. $\text{NaCl } \frac{m}{5}$.
 „ II. $\text{CaCl}_2 \frac{m}{50}$.
 „ III. $\text{NaCl } \frac{m}{5}$
 + $\text{CaCl}_2 \frac{m}{50}$.

wie durch das Hinzufügen eines anderen Salzes die Wasseraufnahme der Gelatine herabgedrückt wird. Es war aber nach physikalischen Gesetzen direkt das Gegenteil zu vermuten, da sich ja der osmotische Druck, Gasdruck usw. additiv zusammensetzt. Man hat ja auch früher mit Unrecht immer vermutet, daß die Lebensdauer der Wassertiere vom osmotischen Druck abhängig sei. Unsere Versuche zeigen aber zum ersten Male, daß zwischen Quellung und Osmose eine Parallelität ganz und gar nicht besteht. Die Versuche an Fischen wären auch hier für die früher erwähnten Folgerungen beweisend, da diese Tiere in bestimmten Salzkombinationen länger lebten als in einfachen Elektrolyten. Die Tabelle IV zeigt die Abhängigkeit der Lebensdauer der Fische in einigen Elektrolytkombinationen. Während also die Fische, um nur ein Beispiel herauszugreifen,

Tabelle IV.

$$\text{NaCl } \frac{m}{5} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{1000} - \frac{m}{10}$$

Konzentration	$\text{NaCl } \frac{m}{5} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{1000}$	$\text{NaCl } \frac{m}{5} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{200}$	$\text{NaCl } \frac{m}{5} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{100}$	$\text{NaCl } \frac{m}{5} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{50}$	$\text{NaCl } \frac{m}{5} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{20}$	$\text{NaCl } \frac{m}{5} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{10}$
Lebensdauer	3½ T. ¹⁾	2½ T.	2½ T.	22 St. ¹⁾	4 St.	1 St.

$$\text{MgCl}_2 \frac{m}{10} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{1000} - \frac{m}{10}$$

Konzentration	$\text{MgCl}_2 \frac{m}{10} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{1000}$	$\text{MgCl}_2 \frac{m}{10} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{200}$	$\text{MgCl}_2 \frac{m}{10} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{100}$	$\text{MgCl}_2 \frac{m}{10} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{50}$	$\text{MgCl}_2 \frac{m}{10} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{20}$	$\text{MgCl}_2 \frac{m}{10} + \text{CaCl}_2 \frac{m}{10}$
Lebensdauer	2½ St.	14 St.	25 St.	5 St.	5 St.	1¾ St.

1) St. = Stunden, Min. = Minuten, T. = Tage.

in einer $\frac{m}{5}$ -Kochsalzlösung in acht Stunden starben, genügt eine Kombination von $\frac{m}{5}$ -Kochsalzlösung und $\frac{m}{1000}$ -Chlorcalciumlösung, um die Fische drei Tage am Leben zu erhalten. Diese winzige Menge Calciumchlorid im Vergleich zu der relativ gleichsam unendlichen Konzentration der Kochsalzlösung genügt zu deren Entgiftung. Die Entgiftung fällt mit steigender Calciumchloridkonzentration, während bei anderen Elektrolytkombinationen ein Optimum der Entgiftung zu bemerken ist, wie die Kombination $MgCl_2 + CaCl_2$ (Tab. IV) beweist.

Es liegt also ein unverkennbarer Zusammenhang zwischen Quellung und Giftigkeit vor, der besagt, daß die Lebensdauer desto kürzer ist, je mehr Wasser die Biokolloide aufnehmen. Die Bedeutung der Elektrolytkombinationen für Lebensprozesse ist durch die gegenseitige Entgiftung der Elektrolyte gegeben, die auf die einfache Weise einer Wasseraufnahme erklärt werden kann. Selbstverständlich ist die Zurückführung der Entgiftungsprozesse im Organismus auf Quellungsvorgänge der Zellkolloide nicht die einzige Ursache.

Die Versuche wurden auch auf pflanzliche Kolloide ausgedehnt. Die Samen von *Phaseolus vulgaris* wurden in denselben Lösungen untersucht wie bei der Gelatine oder den Fischen. Hier ist eine Gesetzmäßigkeit viel schwerer zu konstatieren als bei dem nichtorganisierten Material oder dem organisierten tierischen Kolloid. Äußerst interessant ist allgemein die zeitliche Wasseraufnahme einer Bohne. Die Tabelle V bringt einen Typus von

Tabelle V.

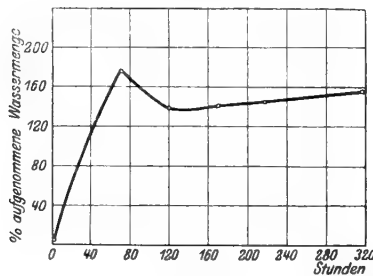


Fig. 9.

Kurven, die den Zusammenhang zwischen Konzentration und zeitlicher Wasseraufnahme zeigt. Dabei ist aber, wie auf den ersten Blick zu ersehen ist, zu bemerken, daß eine Gelatineplatte stets Wasser aufnimmt, während bei einer Bohne die Wasseraufnahme ein Optimum erfährt. Hierauf senkt sich die Kurve und steigt nach einer längeren Zeit wieder auf. Die weitere Verfolgung dieser merkwürdigen Kurve brachte mich auf den Gedanken, daß auch hier ähnliche Prozesse vor sich gehen wie bei der Totenstarre und deren Lösung¹⁾. Sie verlaufen aber noch komplizierter. Während das Optimum einer Quellungskurve, die vom Fleisch aufgenommen wurde, mit dem tatsächlichen Tode des

Muskels im Zusammenhange steht, worauf die irreversible Gerinnung der Eiweißkörper und damit die Lösung der Totenstarre erfolgt, so war auch hier zu vermuten, daß das Optimum der Wasseraufnahme bei einer Bohne ihrem Tode entspricht. Es wurde also die Keimfähigkeit von Bohnen untersucht und parallel hierzu ihre Wasseraufnahme. Es stellte sich nun tatsächlich heraus, daß, während sich die Bohnen auf dem ersten aufsteigenden Zweige ihrer Wasseraufnahmekurve bewegten, sie noch keimfähig waren, daß aber beim Überschreiten dieses Optimums ihre Keimfähigkeit erlosch. Den absteigenden Zweig müssen wir uns als einen Entquellungsvorgang vorstellen und der nochmalige Aufstieg der Quellungskurve entspricht dem Aufquellen eines zweiten Kolloids. Höchstwahrscheinlich ist es so, daß die Samenschale den Grund zur zweiten Quellung darstellt, da samenlose Bohnen einen zweiten Aufstieg der Kurve nicht zeigen. Versuche mit Elektrolytkombinationen an Bohnen führten zu äußerst komplizierten Resultaten, die wegen des doppelten Kolloids vorläufig eindeutig nicht zu erklären sind. Sicher ist es aber, daß man auch bei Bohnen den Tod mit Hilfe ihres Quellungsoptimums bestimmen kann.

Die giftingen Wirkungen einfacher Elektrolyte sind durch allzustarke Quellung der Biokolloide verursacht, die Entgiftung der neutralen Salze durch den Zusatz kleiner anderer neutraler Salzmenge ist durch eine verminderte Quellung der Zellkolloide bedingt. Die Wirkung der rätselhaften, antagonistischen, äquilibrierten Salzlösungen der Tier- und Pflanzenphysiologie kann durch Quellungsvorgänge erklärt werden.

Allgemeine Prinzipien der Entwicklung und Vererbung.

Von Prof. Dr. A. Greil, Innsbruck.

(Schluß.)

Aus der Erkenntnis des epigenetischen Charakters der Erwerbungen des ungleichen Teilungswachstums und der Produktivität des Zellplasmas der Abkömmlinge der Keimzellen ergeben sich, wie wir an anderer Stelle¹⁾ ausführlicher erörtert haben, die Prinzipien der Vererbung. Wenn die Formgestaltung sich allmählich als Erfolg des mit der Ausgangssituation des polar-bilateralen Ei-baues eingeleiteten Ringens ungleichen Wachstums einstellt, welches vom Einflusse aller äußeren und inneren Ausgangsbedingungen und den sich erst während der Entwicklung epigenetisch ergebenden Bedingungen abhängt, wenn die Differenzierungsweisen, die inneren Anpassungen und gewöhnlichen Sonderungen ganz unter dem Zwange der jeweilig epigenetisch gewonnenen Situationen zustande kommen, dann muß jede, auch die unscheinbarste graduelle Abänderung jener Befähigung und Eigenart der erwerbenden essentiellen Zellbestandteile,

¹⁾ Im Heft 4 d. J. dieser Zeitschrift ist die Totenstarre als Kolloidproblem erläutert.

¹⁾ Richtlinien des Entwicklungs- und Vererbungsproblems. Grundzüge der Morphobiologie und Entwicklungsdynamik. Jena, Gustav Fischer, 1912.

des Kernes und des Protoplasmas und ihrer Sonderungsgebilde, sowie des Assimilationsmaterials der Keimzelle in allen Phasen jenes Ringens und Erwerbens, an allen oder auch nur an labileren Wachstums- und Differenzierungslagen Abänderungen, markante epigenetische Reaktionen bei jenen Gestaltungen zustande bringen. Diese müssen um so mannigfacher und größer werden, je länger das Ringen ungleichen Wachstumes andauert, je mehr verschiedenartige Wachstums- und Differenzierungslagen erstehen. Jede Änderung der Außenbedingungen des Stoffwechsels, wie z. B. der mechanischen (Spannungs- usw.) Verhältnisse der Eihüllen, muß gleichfalls neue, spezifisch zellenstaatliche Mannigfaltigkeit vorbedingen. Schon die Konkurrenz der in derselben Keimstätte schmarotzenden Keimzellen muß Unterschiede zeitigen, die oft erst bei der Begründung und dem Ausbaue eines Zellenstaates in ihren Folgen offenkundig werden. Neben vollgemästeten, bis aufs äußerste dieser vegetativen Tätigkeit sich hingebenden Zellen verlassen kleinere, noch nicht so einseitig gewordene Keimzellen den Eierstock und liefern anspruchslosere, im Teilungswachstum und z. B. hinsichtlich der Kontraktilität tüchtigere Zellenstaaten. Wie *Dinophilus apatris* zeigt, kann auf solche Weise eine markante sexuelle Divergenz zustande kommen. So wird der Ablauf der Keimesentwicklung im Vergleiche zu einem biologischen Experiment größten Stiles, welches den indirekten Nachweis der geringsten, auch nur graduellen, die Intensität cellularer Verrichtungen, z. B. des Teilungswachstumes betreffenden Unterschiede der Keimzelle gestattet. Nur unter ganz bestimmten Spannungsverhältnissen, nur bei bestimmter Intensität des Teilungswachstumes können z. B. die einzelnen sich epigenetisch ergebenden Hindernisse und Beengungen im Ringen überwunden und von den rascher wachsenden Zellkomplexen Breschen und Auswege erschlossen werden. Jede Änderung der Intensitäten und Spannungsgrade, insbesondere auch der Spannung der Eihüllen hat Änderungen im Ringen zur Folge und muß neue Mannigfaltigkeit im epigenetischen Wachstum, beim Erwerbe der Formbildungen, sei es günstige Varianten oder Mißbildungen, bedingen. Die hierdurch bedingte grobe Veränderung der einzelnen Wachstums- und Differenzierungslagen muß dann auch zu verschiedener Berufswahl, zu verschiedener situationeller Auslese der Differenzierungsbereitschaft führen und die Mannigfaltigkeit der Gewebsbildung vermehren. Minutiöseste Varianten des cellularen Wirkens, der cellularen Befähigung der Keimzellen verändern nicht die für die Spezies charakteristischen Formerwerbungen (Wachstums- und Differenzierungslagen), sondern bedingen nur individuelle Varianten. Abänderung der primären Differenzierungsbereitschaft der Keimzelle hat naturgemäß nicht so lange andauernde und so nachhaltige Folgen, wie jene des Teilungswachstumes und seiner Bedingungen, weil Veränderungen in der Produktivität des Zellplasmas immer nur in ganz bestimmten Situationen und Lagebeziehungen zur Geltung kommen können.

Wirken aber beiderlei Abänderungen zusammen, so wird die Mannigfaltigkeit der kombinierten epigenetischen Reaktionen während der Ontogenese unerschöpflich.

Bei jedem Ringen, in jeder Ontogenese ergeben sich gewisse labile Situationen, in welchen die Vollkraft und die Eigenart vereinter cellularer Wirksamkeit in besonders auffälliger Weise auf die Probe gestellt und jede geringste Abänderung in zellenstaatlicher Reaktion und Mannigfaltigkeit offenkundig wird. Die phylogenetisch bedeutsamsten und sensibelsten Wachstums- und Differenzierungslagen dieser Art sind die letzten Erwerbungen der Entwicklung, insbesondere die Keimstätten, an deren Ausbau sich die geringsten Grade cellularer Verschiedenheit der Intensität des Teilungswachstumes und vegetativer Betätigung besonders markant äußern. Unter dem nachherigen Ausgleiche der Befruchtung konnte diese sexuelle Divergenz zwischen großen, vollgemästeten Eizellen und winzigen, schnell beweglichen Samenzellen in der Organismenwelt äußerste Grade erreichen, wodurch die Keimesentwicklung immer mehr verlängert und deren epigenetische Erwerbungen immer komplizierter wurden. Darin besteht die Bedeutung der Befruchtung; ihr Wesen besteht darin, daß sie die sexuelle Divergenz ausgleicht und einseitig differenzierte Geschlechtszellen zu einer vollwertigen Keimzelle vereinigt. Beiderlei Geschlechtszellen, den männlichen und den weiblichen, kommt hierbei in cellularen Noten und Werten ein weittragender Einfluß auf den Ablauf der Keimesentwicklung zu. Da männliches und weibliches Kernmaterial im gleichen Maße am Aufbau des Zellenstaates beteiligt ist, so erscheint beiden Teilen gleicher Einfluß auf das von der Leitung des Kernes abhängige Teilungswachstum und die Produktivität des Zellplasmas gesichert. Väterliches Kernmaterial wird in seinem Einfluß durch das wahrscheinlich enzymatisch den Teilungsmechanismus der Keimzelle und ihrer Abkömmlinge beherrschende gleichmäßig aufgeteilte Mittelstück (Centrosoma) der Samenzellen (Spermocentrum) unterstützt, welches durch seine physikalisch-chemische Reizwirkung auch allein schon die so fein abstufbare Intensität des Teilungswachstums und damit die ganze Kette der epigenetischen Formerwerbungen, die Austragung des epigenetischen Ringens variieren könnte. Das die Zellteilung beendigende Protoplasma, von dessen Stoffzufuhr der Kern abhängig ist, bringt das sowohl zum Teilungswachstum, wie zur cellularen Produktivität nötige Rohmaterial mit und beeinflusst daher alle sich hieraus ergebenden epigenetischen Erwerbungen im Zellenstaate. Da aber alle Differenzierungsweisen von der dirigierenden Tätigkeit des mitarbeitenden Kernes und seiner Derivate abhängig sind, so kann männliches Kernmaterial in günstigen Fällen seine Eigenart auch gegen artfremdes weibliches Protoplasma und Rohmaterial durchsetzen, wenn es in unzähligen Teilungen gleichmäßig auf alle Zellen des republikanischen Staates verteilt worden ist. Die wichtigste richtunggebende Komponente der Ausgangssituation des Ringens, die Befähigung zum un-

gleichen Wachstume wird jedoch von der Eizelle bestimmt. Auch die wichtigsten Außenbedingungen schafft der mütterliche Organismus, dem somit, wie auch die Parthenogenese lehrt, ein viel größerer Einfluß auf die Entwicklung zukommt, als den Samenzellen, die in erster Linie die sexuelle Differenz bei der Fortpflanzung ausgleichen, die Nachteile exzessiven Eiwachstums aufheben.

Wenn wir nun sehen, daß alle die Formerwerbungen der Keimesentwicklung, alle die zellenstaatlichen Gestaltungen in keiner Weise in der Keimzelle als solche vorgezeichnet und determiniert sein können, so kann dies auch nicht für deren Varianten angenommen werden. Stets hält sich aber die durch die Geschlechtszellen vermittelte Veranlagung zum epigenetischen Erwerbe zellenstaatlicher Mannigfaltigkeit und Eigenart in spezifisch cellulären Grenzen und Werten. Es kann nicht genug betont werden, daß keine einzige jener zellenstaatlichen Entscheidungen und Erwerbungen und ihrer Varianten in den Geschlechts- und Keimzellen irgendwie als solche präformiert und qualifiziert sein kann.

Die Vielseitigkeit des cellulären Lebens und seiner Anpassungsweisen an die Umwelt, die Variierbarkeit cellulärer Gebilde und Größen, Werte und Wirkungsweisen, welche bereits in der cellulären Produktivität der Einzelligen so mannigfach zutage tritt, sowie die große Variierbarkeit äußerer Entwicklungsbedingungen begründen beim Erwerbe des Teilungswachstums in dauerfähigem, geschlossenem Verbands, bei der Bildung und dem Ausbaue der Zellenstaaten den unerschöpflichen Formenreichtum des Metazoenreiches. Je länger die Entwicklung, insbesondere das Ringen ungleichen Teilungswachstums andauert, je mehr Situationen sukzessive geschaffen werden, in denen die Produktivität des Zellplasmas sich vielseitig äußern und anpassen kann, um so reicher und variabler und sinnenfälliger wird die Formgestaltung im Vergleiche zu den minutiösen, oft nur graduellen, quantitativen Varianten der Ausgangssituation der Keimzellen. Die Mannigfaltigkeit der Anpassungsweisen und der Erwerbungen während des Freilebens, insbesondere der cellulären Produktivität, wirkt dann, soweit sie den Stoffwechsel verändert, auf das Wachstum der Geschlechtszellen, womit dann die Veranlagung ihrer Abkömmlinge zum leichteren Erwerbe derselben Anpassungs- und Differenzierungsweisen stabilisiert wird. Die Intensität und Ausdauer des Teilungswachstums kommt stets in erster Linie als formbestimmendes Moment in Betracht. Neben der variablen Art des Eiwachstums und seiner Nebenumstände ist stets auch die Abscheidung und Beschaffenheit der Eihülle nebst anderen vom mütterlichen Organismus bestimmten Außenbedingungen der Entwicklung eine für die Formbildung und damit indirekt auch für die situationelle Auslese der Differenzierungsbereitschaft sehr wesentliche Vorbedingung. Veränderungen der intrauterinen Stoffzufuhr und der Gestaltung des Fruchträgers können bei viviparen Formen den Erwerb neuer Mannigfaltigkeit bedingen. — Neben der

Veränderung der Außenbedingungen des Freilebens hat die Befruchtung durch Mischung cellulärer Qualitäten das Ausmaß der Variabilität wesentlich erhöht; in erster Linie besteht jedoch, um dies nochmals hervorzuheben, ihre Bedeutung darin, daß sie eine so weitgehende sexuelle Differenzierung zum größten Vorteile der Verlängerung und Komplikation der Keimesentwicklung, der Mannigfaltigkeit ihrer Erwerbungen ermöglicht hat. Nicht der quantitative Gewinn an mitarbeitendem Kernmaterial, auch nicht die Qualitätsmischung der Kerne, sondern die Teilungserregung der vollgemästeten Eizelle, welche bei den hochgradig inäqualen Richtungsteilungen ihre Ohnmacht zur Durchteilung bekundet hat, steht im Vordergrund. Deshalb kann die Befruchtung mit Samenzellen, deren Kerne durch Radiumbestrahlung zerstört worden sind, nicht als künstliche Parthenogenese gelten, sondern nur als Minimalbefruchtung bezeichnet werden, weil in der Samenzelle für die Entstehung eines Vertreters der Spezies viel wichtigere und resistendere andere Gebilde vollwirksam geblieben sind.

Je länger die Keimesentwicklung währt, um so reichlicher wird die Gelegenheit zur Variation, um so labiler werden die zuletzt erworbenen Situationen, um so exakter und feinfühlicher sprechen sie sozusagen auf die geringste Änderung im cellulären Betriebe und Stoffwechsel und der cellulären Erwerbsfähigkeit an. Den Höhepunkt erreicht diese Variabilität am Menschen, und zwar vor allem an dessen höchstgezüchteten Formationen, deren Entstehung und Variabilität jedoch von genau denselben Gesichtspunkten als das Werk und der Erwerb der Epigenese zu analysieren ist, wie ein primitiver Urdarm oder wie die einfachsten Bildungen der Keimblätter, die ersten Sonderungen und Erfolge im Ringen. Ebenso wie die einfachen und in ihren Bedingungen leicht überblickbaren Erwerbungen der ersten Entwicklungstage, müssen auch die letzten Etappen des damit eingeleiteten Ringens auf die Wachstumsdynamik und die histogenetischen Bedingungen der Entfaltung anderer cellulärer Fähigkeiten erforscht werden. Die durch die Übung des täglichen Lebens so fein beobachteten Varianten der Gesichtsbildung oder der Gestaltung der Hand des Menschen kommen prinzipiell nicht anders zustande, als z. B. jene der Aufknäuelung der Vorniere der Anamniembryonen. Weder die Nasenbildung, noch die Papillenreihen des Handtellers, der Fußsohle oder die Einzelschlingen des primären Harnleiters sind in der Keimzelle irgendwie vorgezeichnet, sondern nur letzte epigenetische Erwerbungen, Folgezustände und Reaktionen feinsten Nuancen der Befähigung zu ungleichem Wachstume.

Aus den Varianten der Formbildung anfangs gleichartiger, ungleich schnell sich vermehrender und unter verschiedenen Bedingungen wachsender Zellen und ihrer situationellen Anpassung ergeben sich dann graduell oder essentiell verschiedene Varianten der Funktion, welche an den höchstgezüchteten Organen, insbesondere am Gehirne äußerste Grade und große Divergenzen erreichen

können. Auch für die Analyse dieser Funktionen, insbesondere der intellektuellen Leistungen und psychischen Varianten liefert die Erkenntnis des epigenetischen Charakters der Erwerbung des Substrates die Richtlinie der physiologischen Betrachtungsweise dieser Erwerbungen. So wie die zellenstaatliche Gestaltung ist auch die zellenstaatliche Funktion der Erfolg der Epigenesis, zellenstaatlicher Wirksamkeit und Erwerbsfähigkeit. Wenn die Analyse der Entwicklung ergibt, daß der Erwerb der einzelnen Formbildungen und Differenzierungen nicht das Werk von organbildenden und zellenstaatlichen Anlagesubstanzen ist, dann erscheint es auch vollkommen müßig, Varianten solcher organoplasmatischen Vererbungssubstanzen als Plassonten für die Varianten solcher epigenetischer Erwerbungen und Reaktionen anzunehmen, oder deren zellenstaatliche Funktionsweise irgendwie substantiell oder auf vitalistischer Grundlage in der Keimzelle zu determinieren.

In der Keimzelle besteht also nur in zweierlei Hinsicht eine Veranlagung, erstens zu ungleichem Wachstum der Abkömmlinge, wobei bei geschlechtlicher Fortpflanzung der Eizelle ein eminenter richtungsgebender Einfluß auf die Entwicklung zukommt, und zweitens die Eignung zu geweblicher Differenzierung, welche auch vom aufgespeicherten oder zugeführten Rohmaterial, also ganz erheblich von mütterlichem Einflusse abhängt. Kern und Protoplasma und ihre Derivate (Emissionschromatin, Chromidialapparat, Plastosomen) spielen zugleich mit Außenbedingungen bei der Austragung jenes Ringens wie bei den geweblichen Sonderungen eine wesentliche, von beiderlei Geschlechtszellen vertretene Rolle im Vererbungsphänomen. Ein drittes, nämlich eine Präformation oder Determination, eine Vertretung zellenstaatlicher Werke in irgendwelcher Form, gibt es in der Keimzelle nicht. Die vergleichende Analyse der Mannigfaltigkeit und verschiedenen Wirksamkeit der beiden Hauptfaktoren der Entwicklung hat deren epigenetisches Wesen zu ergründen, womit zugleich die Vererbungsweise aufgeklärt wird.

Der Vergleich der Ontogenese niederer und höherer Formen, der wichtigsten und verlässlichsten stammesgeschichtlichen Dokumente der Vergangenheit im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes *Ernst Haeckels* wird erst dann vollwertig und begründet, wenn die Entwicklungsdynamik, die Dynamik der physikalischen und chemischen Bedingungen und Erscheinungen des ungleichen Teilungswachstums im Verbande sowie der Produktivität des Zellplasmas analysiert und alle inneren und äußeren Bedingungen, welche die celluläre Arbeit bei der Begründung und dem Ausbaue eines Zellenstaates, insbesondere bei der Verlängerung und Komplikation jenes vielseitigen Ringens beherrschen, ermittelt sind. Daraus ergibt sich die volle Würdigung des allmählichen phylogenetischen Erwerbes cellulärer Hochzucht und günstigster Wachstums- und Differenzierungsbedingungen sowie der weittragenden Bedeutung dieses Kardinalerbes der Vergangenheit. Die Erwerbungen im großen System der Metazoenwelt,

insbesondere die grundlegenden epigenetischen Erwerbungen und Sonderungen des Teilungswachstums bei der Schaffung der Organisation des Zellenstaates, ihre Bedingungen und fundamentalen Varianten, ihre stammesgeschichtliche und prospektive Bedeutung stehen im Vordergrund der vergleichenden Analyse der Entwicklung. Die Analyse der individuellen Varianten und ihrer Ererbungsweise bildet dann den Schlußstein der biogenetischen Forschung, insbesondere der Vererbungswissenschaft, welche nur dann von beklemmender Einseitigkeit freizuhalten ist, wenn stets der Blick auf die Gesamtheit und den stammesgeschichtlichen Erwerb gerichtet ist. Erst wenn die ganze Kette der im Laufe der Keimesentwicklung bei der Entstehung der einzelnen Organe und Formationen sich ergebenden Wachstums- und Differenzierungslagen lückenlos analysiert ist, werden wir ermessen können, welche Reihe von epigenetischen Folgeerscheinungen und Reaktionen die geringste, auch nur graduelle Abstufung cellullärer Qualitäten und Leistungsfähigkeit, z. B. der Intensität des Teilungswachstums an den im Ringen sich auf allen Linien einstellenden Wachstums- und Differenzierungslagen, bedingt; dann erst werden wir, frei vom Banne entwicklungsmechanischer Spekulation, einen tieferen Einblick in das Wesen der Vererbung gewinnen, das Ererbte qualifizieren und von epigenetisch Erworbenem unterscheiden und sodann das reiche, statistisch gesichtete Beobachtungsmaterial der Vererbungserscheinungen wissenschaftlich verwerten können.

Die großen Schwankungen der norddeutschen Seen.

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Geinitz, Rostock.

Die Perlen unserer norddeutschen Landschaft, die *Seen* in ihrer unendlich mannigfaltigen Gestaltung, ihren bezaubernden landschaftlichen Reizen — ein Teil wird jährlich von Tausenden besucht und bewundert, ein anderer Teil liegt noch „unerschlossen“ in einsamer Naturschönheit verschont von der brutalen Touristeninvasion — sind in den letzten Dezennien Gegenstand eingehender wissenschaftlicher Erforschung geworden. Ihre Tiefen werden ausgelotet, ihre Lebewesen beobachtet, Beziehungen zu ihrer Vergangenheit aus dem Ende der Eiszeit aufgefunden.

Ihre Abkömmlinge, die *Moore*, locken den großen Menschenschwarm weniger an, doch haben auch sie längst das Verständnis der Naturforscher gefunden, insbesondere der Botaniker konnte auch hier wichtige Beobachtungen anstellen und er fand hier ebenfalls „Relikte“ der Eiszeit, ebenso wie man sie in den Seen nachgewiesen hatte. Und als man dann den Torf selbst untersuchte, fanden sich die wertvollsten Nachrichten über die geologische Geschichte unseres Landes. Ich möchte hier über einige neue Untersuchungen an mecklenburgischen Seen und

Mooren berichten, deren Ergebnisse auch für das übrige norddeutsche Tiefland von Bedeutung sind.

Unsere Seen sind Wasseransammlungen in Bodenvertiefungen verschiedener Entstehungsart. Ihr Bodenrelief ist von der mannigfaltigsten Gestaltung, von der einfachen Teller-, Napf- und Wannenform bis zu dem wirren Durch- und Nebeneinander von Löchern, Rinnen und anderen Hohlformen. An manchen Stellen reicht ihr Boden bis unter den gegenwärtigen Meeresspiegel. Im wesentlichen verdanken sie der Erosion, Eversion oder dem Stau der Schmelzwässer, teilweise auch dem Gletschereis selbst ihre Bildung (abgesehen von wenigen Ausnahmen tektonischer Bildungen, wozu auch die Pingen zu rechnen sind). Nach ihrer Entstehung kann man folgende Formen unterscheiden: Sammel- und Muldenseen (mit den sogenannten Grundmoränenseen), Stauseen, Durchbruchseen (mit Rinnen-, Wannenseen), Zungenbeckenseen, unbedeutend treten dazu die Pingen, tektonischen und Haffseen. Viele der größeren Seen stellen Kombinationen von nebeneinander liegenden Einzelbecken dar, die nur unter einem gemeinsamen Wasserspiegel vereinigt sind, sie würden sich bei Absinken des Wasserspiegels in eine Summe von Einzelseen auflösen.

Ihr gegenwärtiges Dasein verdanken die Seen den heutigen Grundwasserverhältnissen und dem Abfluß resp. Aufstau, also den heutigen Klima- und orographischen Bedingungen. Den Einfluß der ersteren ersah man z. B. wieder gut in dem trockenen Jahre 1911; noch bis im folgenden Jahre war überall der Spiegel um mindestens $\frac{1}{2}$ m gesunken, breites Vorland, manche Untiefe und Landzunge traten hervor. Der Einfluß des zweiten Faktors ist am besten zu erkennen an den verschiedenen Stauen, welche die Wasserverwaltung sorgfältig angebracht hat und ohne welche gar mancher See verschwunden wäre. Gerade dieser Faktor ist von großer Wichtigkeit und der erfahrene Wasserbau-techniker weiß sehr wohl, daß unsere Seen keine unerschöpflichen Behälter sind, daß Kanalprojekte und Grundwasserentnahmen damit als maßgebende Ziffer zu rechnen haben; wir werden im zweiten Teil dieser Abhandlung ihn nochmals betonen müssen.

In Vorzeiten war der Spiegel der Seen viel höher. Weites Ufervorland, deutliche mehr oder weniger weit ab vom heutigen Ufer gelegene Uferböschungen lehren dies auf den ersten Blick. Auch die Zahl der Seen war größer: die heutigen Wiesenflächen waren ehemals glänzende Wasserspiegel. Allbekannt ist auch, daß die Täler unserer Ströme und Flüsse heute viel zu weit sind für die sie durchfließenden Wassermengen; auch hierin erkennen wir eine ehemals größere Wassermenge. Viele weite sandige ebene Flächen müssen wir als Boden von alten Staubecken ansprechen.

Kolossale Wassermengen waren es also, welche damals, am Schlusse der Eiszeit, zur Verfügung standen, welche die Bodenformen austiefen und füllen konnten; es waren die Schmelzwässer des Inlandeises. Aber mit der einmaligen Lieferung dieser Massen war es dann auch nach dem Verschwinden

des Eises zu Ende. Die zuerst vielleicht noch stärkeren Schnee- und Regenniederschläge reduzierten sich ebenfalls und das heutige Klima setzte ein, die Seebecken und Täler schrumpften auf ihr heutiges Ausmaß zusammen und wir sind auf die gegenwärtigen Verhältnisse angelangt.

Zahlreiche Untersuchungen, besonders an den Torfmooren, haben aber gezeigt, daß dieser Übergang in die heutigen Verhältnisse kein allmählicher gewesen ist, sondern daß in der Geschichte der Torfmoore und Seen eine wiederholte Unterbrechung zu konstatieren ist. Verschiedentlich sind die Deutungen jener Vorgänge, die man meist auf Schwankungen des Klimas in der postglazialen Zeit zurückführt, von der Theorie *Axel Blytts*, der seit der Eiszeit bis zur Gegenwart einen Wechsel von fünf Trockenperioden (kontinentalen) und vier feuchten (insularen) annimmt, bis zu derjenigen von *C. Weber*, der auf Grund des sogenannten Grenzhorizontes in den Hochmooren wenigstens eine Klimaunterbrechung behauptet. Bei den Arbeiten des Stockholmer Geologenkongresses war diesem Thema ein breiter Raum gewidmet¹⁾. Torfmooruntersuchungen mecklenburgischer Moore haben nun eine neue Tatsache gefördert, auf Grund deren wir vielleicht von der Annahme regionaler Klimaschwankungen absehen können.

Doch kehren wir zunächst nochmals zu unseren offenen Seen zurück. Bei vielen Seen (auch trocken gewordenen Staubecken) erkennt man an dem Vorkommen von *Terrassen*, daß die Becken ruckweise entleert oder erniedrigt worden sind. Diese Vorkommen sind in den allermeisten Fällen so zu erklären, daß das Wasser angestaut war und infolge Durchbruchs des Staus (in naher oder weiter Entfernung) plötzlich auf eine niedrigere Spiegel-lage gelangte. Sehr verschiedenartig werden die lokalen Bedingungen für solche Durchbrüche und Wasserabzüge gewesen sein. Als ein Beispiel der verschiedenen Fälle mag hier die Untersuchung an den sog. Oberen Seen Mecklenburgs mitgeteilt sein.

Die Oberen Seen liegen auf der mecklenburgischen Seenplatte zwischen den beiden Hauptendmoränen, ihr Wasserspiegel etwa auf 62 m. Ihre Tiefenverhältnisse sind durch die Arbeiten von *Peltz* und *Portmann* bekannt. Ihre Entwässerung zur Elbe erfolgt durch den vielfach gewundenen Tal-lauf der Elde. Hier waren mir schon lange eigentümliche, auffallende, z. T. übereinander befindliche Terrassen bekannt, die jetzt im Zusammenhang von *H. Ahrens* untersucht worden sind²⁾. *Ahrens* konnte an diesen Seen drei Terrassen nachweisen, in der Höhe von 10, 6,5 und 3,5 m über dem heutigen Wasserspiegel, außerdem noch eine jungalluviale 1,5—2,3 m über demselben. Die hohen Wasserstände, welche die älteren Terrassen gebildet haben, waren nur auf ganz kurze Zeit beschränkt;

¹⁾ Die Sammlung der Berichte ist in dem großen Buch „Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit“, Stockholm 1910, veröffentlicht. Vergl. auch Zeitschr. d. d. geol. Ges. 62, 2, 1910.

²⁾ *H. Ahrens*, Terrassen an den Seen Mecklenburgs. Archiv Nat. Meckl. 67, 1913.

die höchste Marke, gewissermaßen nur durch einen plötzlichen Wasserschwall hervorgerufen, im Maximum der Abschmelzung, sank schnell bis auf den 6,5 m-Stand, dessen Bildung noch in die Zeit dieses Wasserschalles fiel, aber etwas längere Zeit anhielt; in einer dritten Phase stellte sich das Niveau auf die untere Terrasse von 3,5 m ein; die größere Häufigkeit ihrer Terrasse und das Vorkommen von Sanden auf derselben entspricht einer längeren Dauer.

Der Grund des ruckweisen Fallens jener höheren Wasserstände ist leicht ersichtlich: plötzliches Ablassen der Gewässer infolge von Durchbrüchen stauender Eisrandlagen in näherer oder größerer Entfernung in der Abschmelzperiode und damit verbundene Bildung von Erosionstätern in dem komplizierten Abflußgebiete. Es sind leicht verständliche Vorgänge, die in den verschiedenen Gegenden

mächtiges Durchbruchstal zu finden, im Gegenteil man hat sogar den Eindruck, als münde der Fluß in umgekehrter Richtung durch eine deutliche Deltalandschaft in den Plauer See ein. In der Tat findet sich dort unter dem heutigen Wasserspiegel auf weite Erstreckung ein Torfmoor, dessen nähere Untersuchung den Nachweis eines früheren niedrigeren Wasserstandes ergeben hat; ferner begleiten das Eldetal in der Gegend von Plau keine Terrassen; erst weiter abwärts, hinter einer als altes von Gletscherströmen genährtes Staubecken erkannten Niederung zwischen Wessentin und Kritzow treten wieder Terrassen längs des Eldeufers auf, die über Parchim bis zur Lewitzniederung verfolgt sind. Die alte Elde hatte sonach in dem früheren Stadium ihren Ursprung erst in diesem Staubecken und floß von da westwärts zur Lewitz; erst in der Phase 4 erfolgte eine Entleerung dieses Stausees nach Osten

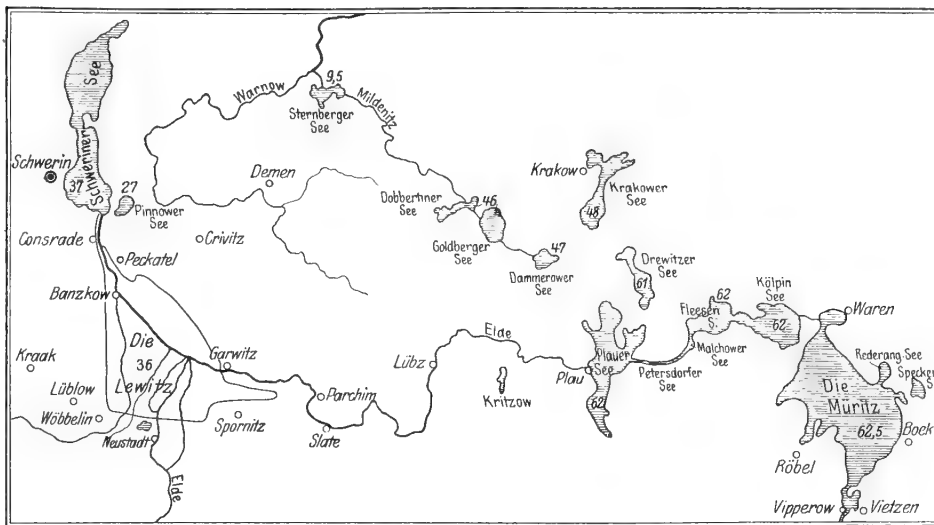


Fig. 1. Der Eldelauf zwischen den oberen Seen und der Lewitz.

durch Lokaluntersuchungen festzustellen sind, ebenso wenn es sich etwa um Senkungserscheinungen im Gebiete des Ablaufes handelt.

Auf Grund anderweiter Beobachtungen, die so gleich mitgeteilt werden sollen, nimmt Ahrens für die oberen Seen als vierte Phase eine Absenkung des Spiegels von 2—3 m unter die heutige Spiegellage an. Es wird noch Aufgabe weiterer Arbeiten sein, an unseren Seen Terrassenreste dieser Zeit nachzuweisen, ich bin überzeugt, daß man sie bei genauer Prüfung vielfach noch auffinden wird. Auf diesen Tiefstand folgte als fünfte Phase ein erneutes Ansteigen des Wassers; dasselbe wurde an vielen Stellen nachweislich in historischer Zeit künstlich durch Staue vergrößert, bis dann später durch Kanalanlagen u. dergl. eine Senkung die jungalluviale, weit verbreitete Terrasse schuf.

Durch die Annahme eines tieferen Wasserstandes (Phase 4) erklärt sich vortrefflich eine jedem Beschauer auffallende, zunächst widerspruchsvoll erscheinende Tatsache im Gebiet der oberen Seenplatte: Bei dem Austritt der Elde bei Plau aus dem Plauer See ist man verwundert, kein

und schuf das wenig scharf ausgeprägte Tal nach Plau hin, mit einer Deltabildung bei der Mündung. Während der folgenden Phase 5 des langsamen Ansteigens erfolgte die Umkehr des Wasserlaufes in die heutige O-W-Richtung und die langsame Austiefung der einzelnen Querverbindungen der früheren Gletscherstromrinnen, deren Reste sich an dem stark gewundenen Verlauf des mittleren Elde-tales beteiligen.

Auf den Nachweis eines tiefsten Wasserstandes in der vierten Phase, wo derselbe tiefer lag als der heutige, müssen wir sonach besonderes Gewicht legen. Diesen Nachweis hat R. Stahl in seiner Dissertation über Aufbau, Entstehung und Geschichte mecklenburgischer Torfmoore¹⁾ erbracht. Die mecklenburgischen Hochmoore und Flachmoore geben in ihrem Aufbau ganz deutliche Anzeigen wiederholter Spiegelschwankungen der Gewässer. Übereinstimmend konnte in allen untersuchten Mooren ein sehr hoher Wasserstand aus der Abschmelzperiode nachgewiesen werden, nach dessen

¹⁾ Mitteilungen d. meckl. geol. Landesanstalt 23, 1913.

Verschwinden aber die Entwicklung der Moore nicht in normaler Weise weiter vor sich gegangen ist. Vielmehr ergaben sich wiederholte Schwankungen (eine erste bedeutende Erniedrigung des Wasserspiegels und eine folgende bedeutende Erhebung desselben, sowie spätere, vermutlich auf die Einwirkung des

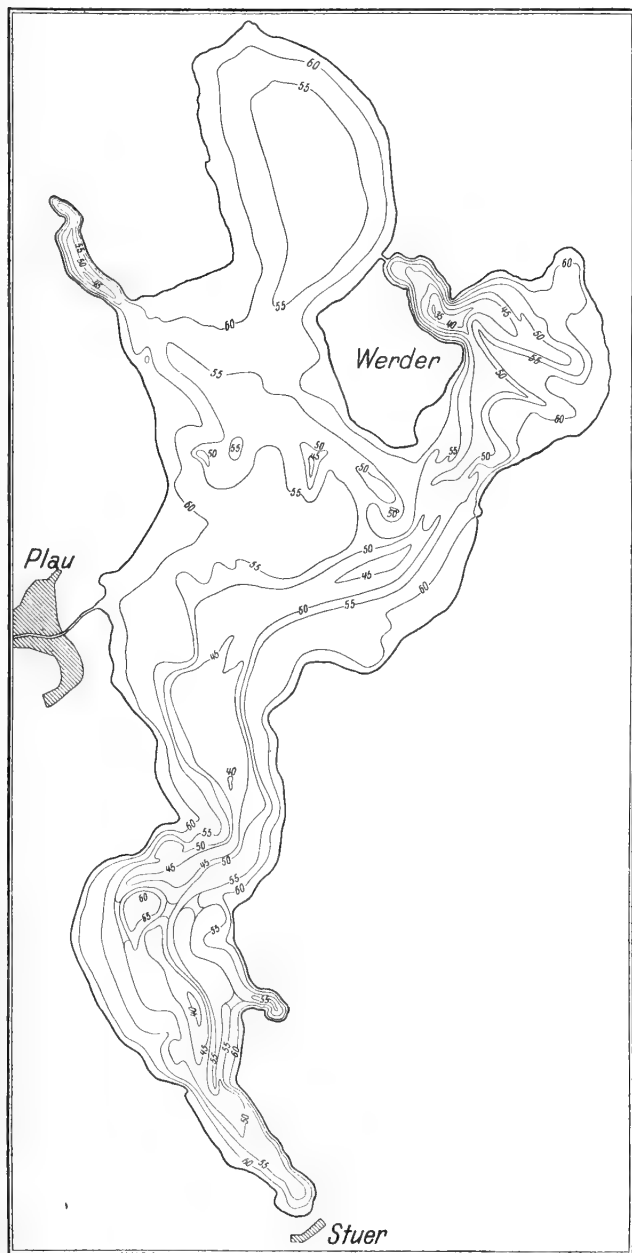


Fig. 2. Isohypsen im Plauer See nach W. Peltz.

Die Kurven sind bezogen auf Normal Null, der Seespiegel = 62 m NN. (Die 60 m-Kurve entspricht also einer Wassertiefe von 2 m, die tiefste Stelle, 27 m, zeigt die 35 m-Kurve.)

Menschen zurückzuführende kleinere Anstau und Absenkungen).

An den Moorprofilen des Warnowtales hat Stahl sehr schön die Geschichte dieses Flusses ermitteln können:

Bei Huckstorf, 14 km oberhalb Rostocks (wo

der Durchbruch aus dem ehemaligen Zungenbeckental erfolgte), fand er auf dem sandigen Untergrund zunächst einen stark zersetzten Caricetumtorf, bedeckt von Kalk- und Torfmudde, auf welche wieder Phragmites- und Carex-Torf folgt. Es ergab sich daraus, daß zuerst der Wasserstand der Warnow dort etwa 8 m niedriger gewesen sein muß; an den tieferen Stellen siedelten sich Seggen an, stark vergesellschaftet mit Hypnum, unter den Bäumen war Kiefer und Birke am häufigsten. Ein Steigen der Warnow muß darauf eine weitgehende Überschwemmung der Seggenwiesen verursacht haben, so daß sich am Grunde des Stauwassers eine Kalkmudde absetzte, die allmählich in Torfmudde überging. Die Erle begann sich mächtig auszubreiten. Die Verlandung verlief in normaler Weise weiter, bis eine abermalige Erhöhung des Wasserspiegels um 1 m eine erneute Versumpfung schuf, die an Stelle des stark zersetzten Caricetumtorfes wieder weniger zersetzten Hypnetum-Phragmiteto-Caricetum-Torf bildete.

7 km weiter oberhalb, bei Schwaan, erscheint eine ähnliche Schichtenfolge, nur ohne Kalkmudde; auch hier wird der Wasserstand zuerst um ca. 7 m niedriger gewesen sein als gegenwärtig. Noch 25 km südlich hiervon, bei Warnow, nahe dem südlichen Anfang des Zungenbeckens, lehrt das Vorkommen einer unteren Caricetumtorfschicht ähnliches; die Verlandung schritt von den Seiten schnell vor, so daß sich bald über der Torfmudde aus der Überschwemmungszeit wieder Carex-torf bilden konnte.

Etwas anders sieht es in der Gegend von Rostock aus. Hier ist die Mudde brackisch, aber es fehlt unter ihr der Carextorf (vielleicht ist er und eine unterste Süßwassermudde der Erosion anheimgefallen).

Die Profile lehren uns folgende Geschichte des Warnowtales: Als bald nach dem Rückzug der Eiskecke wurde die in und am Ende der Eiszeit gebildete breite und tiefe Niederung trocken gelegt, nur ein dünner Wasserfaden schlängelte sich von Warnow bis nach Huckstorf durch Seggenwiesen, während unterhalb sich der Fluß seeartig erweiterte, ähnlich wie die heutige Unterwarnow zwischen Warnemünde und Rostock. Eine Katastrophe brachte die Gewässer in dem Tale zum Steigen; in dem tieferen Wasser entwickelte sich über dem alten Carextorf reiches Planktonleben mit massenhaften Diatomeen, Chara bewirkte an geeigneten Stellen die Abscheidung der Kalkmudde. Als bald aber rückten wieder energische Verlander wie Schilf und Potamogeton vor, es bildete sich eine Schneckenmudde, während weiter oberhalb nur eine Torfmudde abgelagert wurde. Die Warnow glich damals einer ca. 56 km ins Land eingreifenden Föhre. Verschieden schnell, entsprechend der verschiedenen Tiefe, ging darauf die Verlandung vorwärts, in normaler Weise rückte bei Huckstorf in dichten Beständen ein Schilfröhricht heran, unter dessen Begleitern bald Carex die Oberhand gewann. Nach dieser langen Zeit rief eine abermalige Hebung des Wasserspiegels

(vielleicht infolge künstlicher Anstauung) eine weitgehende Versumpfung der Warnowwiesen hervor und es begannen wiederum Schilf und Braunmoos neben Carexarten sich auszubreiten.

Diese wechselvolle Geschichte des Warnowtales hing offenbar mit der Entwicklung des *Ostseebeckens* zusammen. Der Ancycluszeit würde der Tiefstand entsprechen. Zu jener Zeit war das breite Warnowtal fast trocken, die Flächen unserer Seen waren bedeutend kleiner als gegenwärtig. Vielfach stellten sie dabei mehrere durch alluviale Zuwächse oder Untiefen getrennte Becken dar. Infolge der Litorinasenkung drangen die Fluten der Ostsee in die bis dahin wasserarmen Flußtäler der nördlichen Abdachung der Seenplatte ein und bewirkten im Unterlauf die brackischen Ablagerungen und weiter einen gewaltigen Rückstau aller Täler des Oberlaufes, sowie aller irgendwie nach nördlicher Richtung entwässernden Niederungen.

Im Binnenland mußte infolge der veränderten Vorflutverhältnisse ein Anstauen des Grundwassers und der Wasserreservoirs in den Seen und Söllen stattfinden.

Eine besonders interessante Entdeckung wurde am *Drewitzer See* gemacht. Auch dort fand sich Kalkmudde auf Caricetumtorf als Beweis eines auf 5—6 m zu schätzenden Aufstaus nach der früheren Lage zur Zeit der älteren Torfbildung. Zahlreiche auf einer Insel im See gefundene jungsteinzeitliche Artefakte deuten darauf hin, daß dieser Stau unmittelbar am Ende des Neolithikums erfolgt ist.

Auch in den *oberen Seen*, sowie im *Teterower See* zeigt das Profil: Kalkmudde über stark zersetztem Caricetumtorf ein bedeutendes Steigen des Wasserstandes zu jener Zeit (um 3—5 m).

An den mecklenburgischen *Hochmooren* ist ebenfalls der genannte Einfluß nachweisbar: Ein erhöhter Grundwasserstand schuf den Sphagnum ein zweites Mal günstigere Lebensbedingungen, so daß sich über dem älteren ein jüngerer, wenig zersetzter Sphagnumtorf bildete.

Die Geschichte unserer Moore ist somit nicht so einfach, wie man sie bisher annahm: Man sagte, die Moore waren einst wasserbedeckte Niederungen (Seebecken oder Flußtäler), geschaffen in der Hauptsache durch die Schmelzwässer der abziehenden Eisdecke; durch ein allmähliches Versiegen der Wassermenge entwickelten sich dann die Torfmoore. Jetzt muß man sagen: Die Moore sind *nicht* der unmittelbare Rest der einstigen erstmaligen Wasserflächen, sondern viele der Niederungen wurden nach dem Rückzug des Eises ganz oder teilweise trocken gelegt oder die Torfbildung war wenigstens stark eingeschränkt. Die Betten der einst reißenden Ströme wurden zu groß für die durchgehenden Gewässer, die früheren Depressionen und Inundationsflächen wurden trocken gelegt oder zeigten wenigstens stark zusammengeschrunppte Wasserflächen, der Wind blies den trockengelegten Talsand zu Dünen auf. Erst nach dieser *Unterbrechung* setzte durch *An- und Rückstau* eine erneute Versumpfung ein.

Auch für unseren größten Landsee, die *Müritz*, läßt sich nachweisen, daß seine 11 500 ha große

Wasserfläche nicht immer als Einheit bestanden hat, sondern großartigen Schwankungen unterworfen war. Zweimal war die Wasserfläche erheblich größer als gegenwärtig, dazwischen ganz beträchtlich geringer. Eine ähnliche Schichtenfolge wie am *Drewitz-* und *Teterower See* war durch *Steusloff* am *Rederankmoor* nachgewiesen. Auf dem unter dem oberen Torf lagernden Wiesenkalk wurde eine knöcherne Harpune vom Magdalénientyp gefunden, die uns beweist, daß der damalige See von mesolithischen Fischern befahren wurde. Wie am *Drewitzsee*, bedeutet wohl auch hier das Ansteigen des Wassers das Ende der steinzeitlichen Kultur.

Nun gewinnt auch die alte Sage, daß in uralter Zeit an Stelle der späteren Müritz *sieben getrennte Seen* gelegen hätten, neue Bedeutung und zeigt wiederum, ähnlich wie am *Probst-Jesarar-See*¹⁾, wie durch Jahrtausende die Erinnerung an Naturerscheinungen im Menschengedächtnis fortlebt. Die von *Fromm* und *Struck*²⁾ mitgeteilte Sage lautet:

An der Stelle, wo jetzt der eine große See ist, lagen im grauen Altertum sieben kleinere Seen, welche nicht miteinander in Verbindung standen. Diese Seen waren rings mit Holz umgeben, in welchem viele hohe, alte, den Göttern geheiligte Bäume standen. Da kamen Holzhauer aus fernem Lande und begannen die Bäume zu fällen. Sie zogen mit ihren Äxten nach dem Hinnenfelde, wo die stärksten Bäume standen, und schlugen dieselben nach Herzenslust nieder. Als sie nun aber eines Tages begonnen hatten, den größten und mächtigsten aller Bäume zu fällen, da tut sich in dem kleinen See, welcher der *Rederank* heißt, plötzlich eine Quelle auf, die sich fortwährend vergrößert und mit ihrem Brausen und Ungestüm nach allen Seiten hin ihr Wasser entsendet. Erschreckt fliehen die Holzhauer, ihre Arbeit verlassend, auf den Berg *Hinnenfelde*, und mit Entsetzen sehen sie, wie das aus der Quelle strömende Wasser ringsum die Bäume niederreißt und mit sich fortführt. Und immer mehr Wasser entströmt der Quelle, bis sich endlich alle sieben Seen vereinigen und die Müritz bilden. Daher kommt es denn, daß diese noch heute sieben Tiefen, die ehemaligen Seen, und dazwischen große flache Stellen, das frühere Land zeigt. An dem *Rederank* aber, von wo die Quelle ausging, stehen noch unter dem Wasser die Stämme der abgebrochenen Bäume und beglaubigen dies Ereignis.

Daß die Müritz durch Stau in historischer Zeit bedeutend größer war, ist bekannt, die randlichen Seen im Osten (*Moor-Warner* und *Rederank*) wurden bei dem späteren Ablassen zu Exklaven.

Betrachtet man die ausgezeichnete Tiefenkarte der Müritz von *Peltz* (Güstrow, Opitz und Archiv Nat. Meckl. 60), so fällt es nicht schwer, aus diesem typischen „Kombinationssee“ die erwähnten sieben Einzelbecken herauszufinden. Über die Hälfte der

¹⁾ Archiv Nat. Meckl., 66, S. 189.

²⁾ *Geinitz*, Seen, Moore u. Flußläufe Meckl., Güstrow, 1886, S. 60.

Gesamtfläche, nämlich 5559 ha, hat nur die Tiefe von 0—5 m, fast ein Viertel ist nur 2,5 m tief. Die tiefen Partien lassen sich trotz teilweiser späterer Versandung als schmale, von der Endmoräne ausgehende Rinnen erkennen. In ihrer Form zeigen diese Rinnen, die Waren-Gotthun-Röbeler nebst denen bei Ludorf, eine überraschende Ähnlichkeit mit der etwas westlich gelegenen Seenreihe gleicher Entstehung bei Blücherhof-Gaarz-Jabel.

Bei einer Erniedrigung der Müritz um ca.

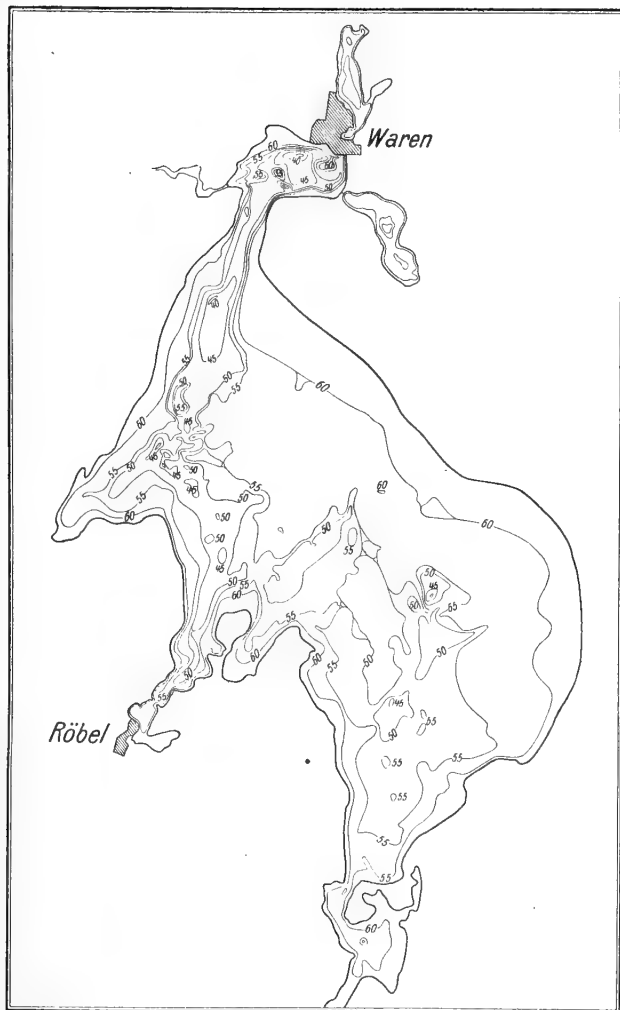


Fig. 3. Isohypsen der Müritz nach W. Peltz. Die Kurven geben die Lage in Metern über Ostseespiegel an, Müritzspiegel = 62,5 NN.

5 m erhalten wir folgende Einzelseen: Waren-Gotthun, Röbeler Binnensee mit Fortsetzung, Zähler Lank mit Fortsetzung, Ludorfer Gruppe und dazu die heutigen Exklaven Moor-Warnker See, Rederank, Specker See. —

Die Ursachen dieser Wasserspiegelschwankungen waren nach den obigen Darlegungen nicht allgemeine Klimaänderungen, sondern sind einfacher auf Veränderungen der Gefälleverhältnisse zurückzuführen. Das rasche Abfließen der Gewässer und der durch diese Drainage bedingte allgemeine Rückgang des Grundwassers war bedingt durch die da-

malige höhere Lage des Landes¹⁾, nicht aber durch ein trockeneres Klima.

Die im Spätglazial einsetzende Senkung hatte noch an keiner Stelle vermocht, den deutschen Boden bereits unter den Meeresspiegel zu bringen, nur in Skandinavien die sog. Yoldiasenkung hervorgerufen; zu dieser und der daran anschließenden Ancylus-oder Prälorinazeit mußten die nur einmalig (durch das Abtauen) gelieferten großen Wassermengen abfließen und da Ersatz nicht vorhanden war, die Talbetten alsbald trocken gelegt werden. Erst in der folgenden Litorinazeit trat die erhebliche, für uns wichtige Senkung ein, welche große Teile des ehemaligen Festlandes unter den Meeresspiegel brachte, die heutige Küste schuf, mit ihren ertrunkenen Tälern und Zungenbecken und als weitreichende Folgeerscheinung einen Rückstau der Gewässer veranlaßte, der seinerseits zu der jüngeren Versumpfung führte.

Die Ursache jener Erscheinungen war also nicht der Eintritt einer „feuchten Periode“, umgekehrt mag als sekundäre Folgeerscheinung jener Versumpfung ein Fechterwerden des Lokalklimas erfolgt sein.

Die vielerorts unter dem Wasserspiegel begrabenen neolithischen Plätze lehren weiter, daß die Litorinazeit auch das Ende der Steinzeit bedeutete.

Was sich hier in Mecklenburg, wo auch zuerst der Nachweis der Litorinasenkung auf deutschem Boden gelungen war, zeigen ließ, wird sich vermutlich auch in den anderen Gebieten der norddeutschen Seenplatte erweisen, so daß wir wohl berechtigt sind, schon jetzt die daraus gezogenen Schlüsse zu verallgemeinern.

Aus der Automobil-Technik.

1. Ventilmotoren und Schiebermotoren.

Von Dr. H. Arnold, Berlin.

Den Streit um die besten Motorenkonstruktionen für Automobile hat bekanntlich Geh. Rat Riedler vor etwa einem Jahre durch die Veröffentlichung von Versuchsergebnissen an Ventil- und Schiebermotoren in seinen „Berichten des Laboratoriums für Kraftfahrzeuge an der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin“ hervorgerufen. Dieser Streit hat seitdem monatelang alle Blätter gefüllt, und zwar, was für die Volkstümlichkeit des Automobilismus höchst bezeichnend ist, nicht so sehr die Fachblätter, als vielmehr die Tageszeitungen. Wenn es heute davon verhältnismäßig still geworden ist, so liegt das kaum daran, daß diese Frage insbesondere für den wirklichen Fachmann an Interesse eingebüßt hätte. Wesentliche Aufklärungen in technischer Hinsicht hatte der ganze umfangreiche Meinungsstreit überhaupt nicht gebracht. Nachdem die entgegenstehenden Ansichten geäußert waren, mußte daher die Debatte von selbst zum Stillstande kommen.

¹⁾ S. E. Geinitz, Die spätglaziale Senkung Norddeutschlands. Sitzungsber. Natf. Ges. Rostock, 4, 1912.

Für den Ingenieur ist die Frage aber noch lange nicht erledigt. Er hat inzwischen Zeit gefunden, sich in die vorliegenden Versuchsberichte von *Riedler*, die einzigen bis heute vorhandenen, zu vertiefen, und er hat dabei bald festgestellt, daß nicht alle Schlüsse, die aus diesen Versuchsberichten gezogen und von den Gegnern des Kolbenschiebermotors breitgetreten worden sind, ihre Berechtigung haben. Auch für die Leser dieser Zeitschrift wird es von Wert sein, in zusammenfassender Weise über das Wesentliche der ganzen Streitfrage unterrichtet zu werden und diejenigen Wege kennen zu lernen, auf denen die Technik weitere Aufklärungen dieses Gebietes zu finden hofft. Dabei ist allerdings eine Einführung

spindeln sitzen mit Rollen auf unrundern Ausätzen (Daumen) einer Welle, die sich halb so schnell dreht wie die Kurbelwelle, und jedes Ventil wird, wenn der richtige Zeitpunkt gekommen ist, von seinem Daumen emporgehoben und infolgedessen geöffnet. Sobald sich der Daumen unter der Ventilschindel weitergedreht hat, schließt sich das Ventil wieder, da es von einer Feder dauernd auf seinen Sitz niedergedrückt wird.

Für die Wirksamkeit der Ventilsteuerung, wie jeder anderen Steuerung, ist nun folgendes wesentlich: Da die Zeit, die zum Füllen eines Zylinders mit brennbarem Gemisch zur Verfügung steht, außerordentlich gering ist, sie beträgt z. B. bei einem Motor, der mit 1800 Umdrehungen in der

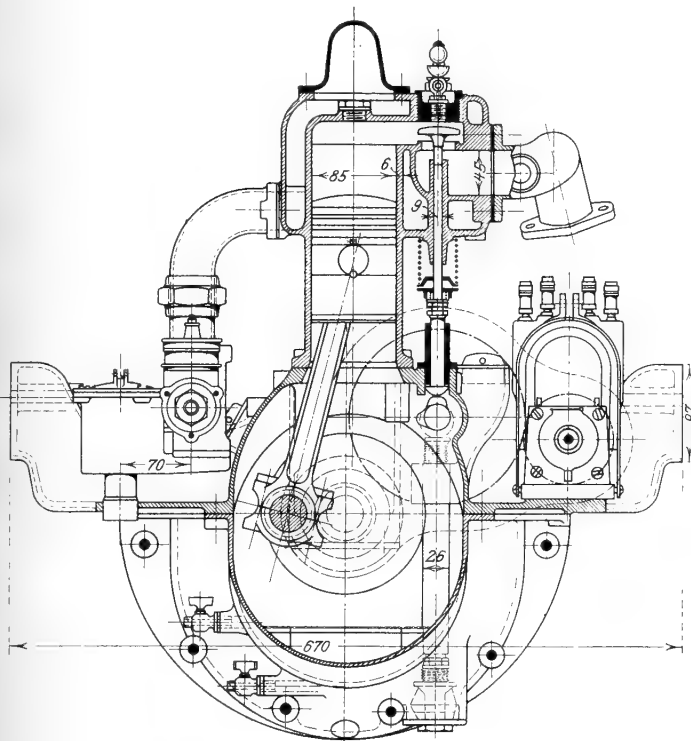


Fig. 1. Schnitt durch einen Ventilmotor.

in die Wirkungsweise der beiden Motorbauarten nicht zu umgehen.

Die Unterschiede zwischen den beiden Motorbauarten erstrecken sich auf die Mittel, die zum Einführen des brennbaren Gemisches in die Zylinder und zum Ableiten der verbrannten Gase aus den Zylindern verwendet werden, mit anderen Worten: auf die Steuerung. Bei den Ventilmotoren oder Motoren mit Ventilsteuerung dienen hierzu für jeden Zylinder zwei Ventile, bei den Schiebermotoren dagegen Schieber, deren Schlitze bei bestimmten Hubstellungen mit Schlitzen im Zylinder zur Deckung kommen.

Fig. 1 ist ein Schnitt durch den Zylinder und die Steuerung eines Ventilmotors. Alle 8 Ventile eines solchen Motors sind in einer Reihe hintereinander angeordnet und im Zylindergehäuse genau senkrecht geführt. Die unteren Enden der Ventil-

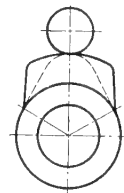


Fig. 2.
Wirkungsweise
der Steuerdaumen.

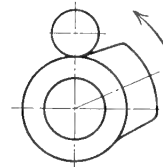


Fig. 3.
Wirkungsweise
der Steuerdaumen.

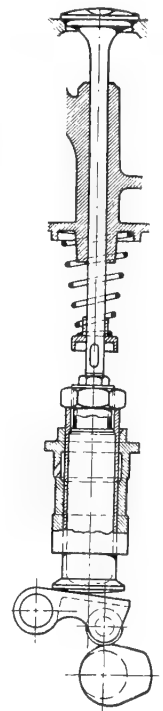


Fig. 4.
Wälzhebelsteuerung
der Adlerwerke.

Minute läuft, nur etwa 0,015 Sekunden, so kommt es darauf an, das Ventil während dieser Zeit so lange als möglich voll geöffnet zu halten, also schnell zu öffnen und schnell zu schließen, damit die größtmögliche Menge Gemisch in den Zylinder einströmen kann. Wie man sofort aus Fig. 2 erkennt, ist dafür in erster Linie die Form des Daumens maßgebend. Der voll gezeichnete und der gestrichelte Daumen sind für die gleiche Öffnungsdauer berechnet, der erstere hält aber das Ventil viel länger voll geöffnet, als der letztere. Vom Standpunkte der Zylinderfüllung wäre also der voll gezeichnete Daumen weit mehr zu empfehlen.

In Wirklichkeit muß man aber zwischen diesen beiden Grenzformen der Steuerdaumen den Mittelweg wählen, weil der vollgezeichnete Daumen wegen der starken Steigung seiner Flanken im Augenblicke des Öffnens (s. Fig. 3) unzulässig

große Seitendrücke auf die Ventilführungen ausübt und im Betriebe das bekannte Klappern der Ventilsteuerung hervorbringt, während man andererseits auch nicht zu langsam ansteigende Daumen verwenden kann, wenn die Zylinderleistung nicht zu stark beeinträchtigt werden soll. Daraus ergibt sich, daß bei den meisten Ventilsteuerungen ein gewisses Maß von Geräusch schon wegen der Form der Steuerdaumen in Kauf genommen werden muß. Ein weiterer Grund für das Auftreten von Geräusch ist, daß man ein Ventil nicht zu langsam auf seinen Sitz aufsetzen darf, wenn es abdichten soll, sondern unter der Wirkung seiner Feder frei aufschlagen lassen muß.

Es gibt nun allerdings eine Ventilsteuerung, welche das Ventil genügend lange geöffnet hält, trotzdem es ganz langsam angehoben wird. Das ist die neuere Ventilsteuerung der Adlerwerke in Frankfurt a. M. Wie man bei genauer Betrachtung von Fig. 4 erkennt, werden bei dieser Steuerung ganz langsam ansteigende Daumen verwendet, die sich fast über den vollen Umfang der Steuerwelle ausdehnen, während die Daumen in Fig. 2 und 3 nur etwa ein Drittel des Wellenumfanges einnehmen. Bei der Drehung der Steuerwelle wird also die Ventilspindel viel früher angehoben, als das Ventil zu öffnen hat. Das Ventil öffnet sich auch wirklich erst später, weil es unter seinem eigentlichen Teller einen etwa 1 mm hohen Ansatz hat, welcher genau in die Bohrung hineinpäßt. Erst wenn das Ventil um 1 mm gehoben worden ist, beginnt es sich also zu öffnen, und es kann sich von da ab sogleich schneller bewegen als ein gewöhnliches Ventil, weil es sich schon in Bewegung befindet. Der Vorgang wiederholt sich in ähnlicher Weise beim Schließen des Ventiles. Nachdem die Öffnung durch den Ansatz des Ventiltellers verschlossen worden ist, kann das Ventil ganz langsam seinem Sitz genähert werden und braucht nicht mehr auf den Sitz aufzuschlagen.

Zu beachten ist aber, daß man bei dieser Art Steuerung unter sonst gleichen Verhältnissen das Ventil auf eine größere Strecke anheben muß als bei einer gewöhnlichen Ventilsteuerung. Soll das mit Absatz versehene Ventil in Fig. 6 den gleichen Querschnitt $\pi d \cdot h$ freigeben, wie das gewöhnliche Ventil in Fig. 5, so muß es um h' gehoben werden, wobei h' um die Höhe des Absatzes größer ist als h . Die Vergrößerung des Ventilhubes macht aber, auch wenn sie nur etwa 1 mm beträgt, bei den in Frage kommenden Geschwindigkeiten sehr viel aus. Um z. B. keine höheren Daumen anwenden zu müssen, haben daher die Adlerwerke zwischen Daumen und Ventilspindel einen Übersetzungshebel eingeschaltet, welcher so gestaltet ist, daß sich sein Übersetzungsverhältnis ständig ändert und besonders klein beim Beginne des Hubes ist. Die Geräuschlosigkeit der Steuerung wird hierdurch wesentlich gefördert.

Trotz ihrer Vorzüge ist diese Steuerung von anderen Fabriken als den Adlerwerken nicht übernommen. Wahrscheinlich deshalb, weil bei hohen Umdrehungszahlen Schwingungserscheinungen auftreten, welche neue Geräuschquellen erzeugen.

Die Konstruktion der *Schiebermotoren*, die bekanntlich auf den Erfindungen von *Ch. Knight* beruhen und auch nur in dieser Ausführung Bedeutung erlangt haben, zeigt am besten der Schnitt in Fig. 7. Zwei außerordentlich dünnwandige Hülzen *a* und *b* sind hier in den Raum eingepaßt, den der Motor Kolben *c* im Zylinder *d* noch übrig läßt. Diese Schieber sind an der unteren Seite mit passenden Ansätzen versehen und werden mittels kurzer Exzenterstangen *e* und *f* auf- und abwärts bewegt. Die zugehörigen Antriebsexzenter sitzen auf der Steuerwelle, die wie bei gewöhnlichen Automobilmotoren mit der halben Umdrehungszahl der Kurbelwelle umläuft. Bei der Bewegung der Schieber gelangen nun in den geeigneten Zeitpunkten die Schlitze *g* und *h* auf der einen Seite mit dem Einströmkanal *i*, und die Schlitze *k* und *l* auf der anderen Seite mit dem Auspuffkanal *m* in dem Zylinder zur Deckung, wodurch die Arbeitsweise des Motors ermöglicht wird. Dabei sind die beiden Exzenter so gegeneinander gestellt, daß sich die Schieber in dem Augenblicke, wo das Einströmen des frischen Gemisches beginnt, gegeneinander bewegen, so daß die Einströmöffnung sehr schnell frei wird.

Die verschiedenen Stufen der Wirkungsweise dieser Steuerung sind für den Einlaßvorgang in Fig. 8 und für den Auslaßvorgang in Fig. 9 zugleich mit den zugehörigen Stellungen der Motorkurbel wiedergegeben. Fig. 8 zeigt, daß sich bei Beginn der Einströmung die Kurbel etwas hinter dem oberen Totpunkte befindet und der innere Schieber nach oben, der äußere Schieber nach unten geht, so daß sich die rechts befindlichen Einlaßschlitze sehr schnell öffnen. Die nächste Stellung, worin auch der äußere Schieber nach oben zu gehen beginnt, zeigt die Einlaßschlitze voll geöffnet, während in der dritten Stellung der innere Schieber, der dem äußeren vorausgeeilt ist, die Einströmung gerade beendet. Die Motorkurbel ist hierbei um 36° hinter dem unteren Totpunkt hinausgelaufen.

Nach Fig. 9 beginnt der Auspuff $64\frac{1}{2}^\circ$ vor dem unteren Totpunkt der Kurbel dadurch, daß der innere Schieber den gleichfalls nach abwärts gehenden äußeren Schieber überholt, und er endigt, wenn die Kurbel genau im oberen Totpunkt angelangt ist, wobei sich der innere Schieber aufwärts, der äußere abwärts bewegt, also mit großer Geschwindigkeit.

Zurückkommend auf die Fig. 7 wären noch verschiedene konstruktive Merkmale des vorliegenden Schiebermotors zu erwähnen, die auch für die allgemeine Beurteilung der Schiebermotoren wesentlich sind. Wie sich aus der vorangegangenen Schilderung der Arbeitsweise des Motors ergibt, wandern die Schlitze in den Schiebern zwischen dem Kolben *c* und dem Zylinder *d*, bzw. zwischen dem Deckel *n* und dem Zylinder derart hin und her, daß sie beim Beginn der Verdichtung (s. Fig. 8 drittes Bild) und insbesondere im Augenblicke der Zündung vollkommen versteckt sind. Dadurch werden Kompressionsverluste, also Verluste an Motorleistung vermieden, außerdem werden die Kanten der Schieberschlitze vor Beschädigung durch die im Augenblicke der Zündung auftretende hohe Temperatur sehr gut geschützt.

Ein weiteres Merkmal dieses Motors ist die Gestaltung des Verdichtungsraumes, d. h. desjenigen

der seitlich angebauten Ventilgehäuse langgestreckt und flach sowie für Werkzeuge nicht in allen Teilen

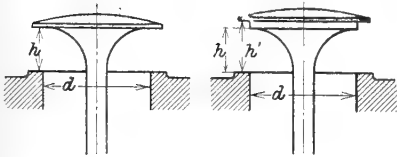


Fig. 5 und 6. Ventilerhebungen bei gewöhnlichen und bei geräuschlosen Ventilsteuern.

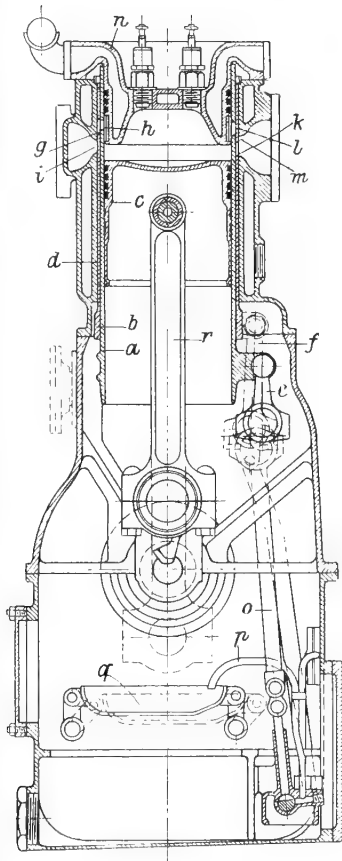


Fig. 7. Schnitt durch einen Knight-Schiebermotor.

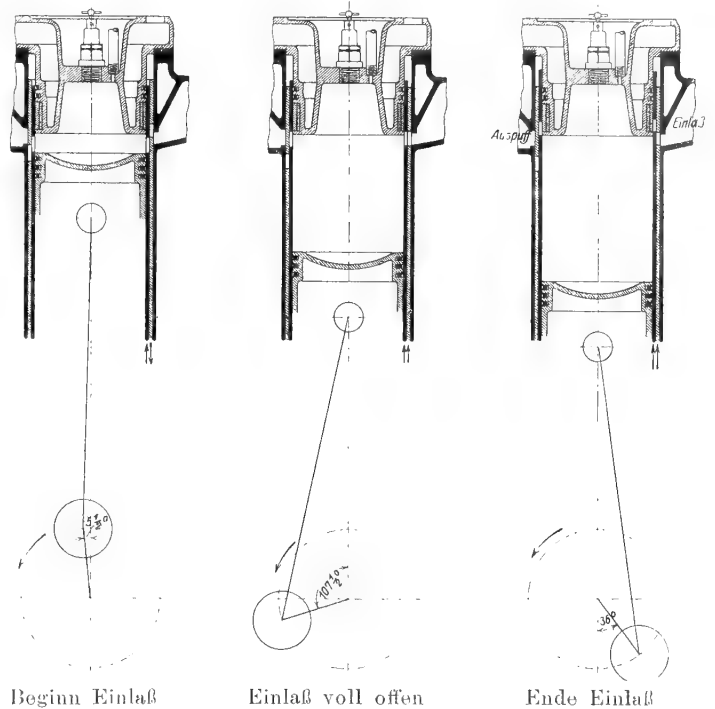


Fig. 8. Arbeitsvorgänge bei der Schiebersteuerung, Einströmung.

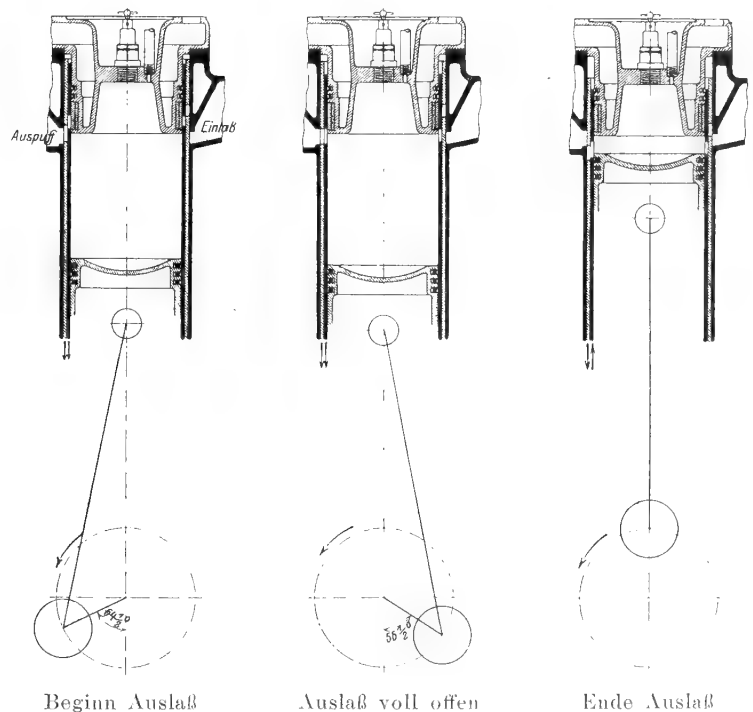


Fig. 9. Arbeitsvorgänge bei der Schiebersteuerung, Auspuß.

Zylinderteiles, in welchem die frischen Gase vor dem Zünden zusammengepreßt werden. Im Vergleich zu dem Ventilmotor in Fig. 1, wo dieser Raum wegen

zugänglich ist, handelt es sich bei dem Schiebermotor um einen vollständig geschlossenen, aber hohen Raum, der auf allen Seiten von glatt bear-

beiteten Flächen begrenzt ist. Zwar ist wissenschaftlich noch nicht bewiesen, welchen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit des Motors die Gestalt des Verdichtungsraumes ausübt, doch leuchtet ohne weiteres ein, daß ein glatt bearbeiteter Verdichtungsraum weniger Gelegenheit zum Ansetzen und Verbrennen von Schmierölresten, zum Glühendwerden dieser verbrannten Ölreste und zu den damit im Zusammenhange stehenden Vorzündungen bieten wird.

Von der Steuerwelle des Motors wird auch die selbsttätige Schmierung angetrieben, die, nur weil sie in Fig. 7 dargestellt ist, erwähnt werden möge. Ein Exzenter auf der Steuerwelle treibt mittels einer Stange o die Kolben mehrerer kleiner Pumpen an, welche das über dem Boden der Kurbelkammer dauernd stehende Öl ansaugen und unter anderem in Röhrchen p drücken. Das Öl fließt hierbei in Schalen q , die unter jeder Pleuelstange r angeordnet sind, und jedesmal wenn eine Pleuelstange durch den unteren Totpunkt geht (siehe die gestrichelte Stellung der Pleuelstange) taucht sie mit einer Art Löffel in diese Schale q ein, nimmt etwas Öl mit und spritzt es herum, sodaß es auf die zu schmierenden Stellen gelangt. Damit nun bei schnellem Lauf des Motors nicht entsprechend mehr Öl verspritzt wird, als bei langsamem Lauf, was Verschwendung sein würde, hat man die Schalen q beweglich eingebaut und durch ein Gestänge mit der Vergaserregulierung in Verbindung gebracht. Wird also der Vergaserhebel geöffnet, damit der Motor schneller läuft, so senken sich zugleich die Schalen q , sodaß die Pleuelstangen weniger tief in die Schalen eintauchen, also jedesmal nur weniger Öl entnehmen können als früher.

Nachdem nun die Konstruktion und Wirkungsweise von Ventil- und Schiebermotoren klargelegt sind, kann auf ihre gegenseitige Wertung in wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Hinsicht eingegangen werden.

(Schluß folgt.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Theorie des Eötvösschen Gesetzes.

Vorläufige Mitteilung.

Es gibt nur wenige Methoden, das Molekulargewicht von Flüssigkeiten zu bestimmen; eine der wichtigsten ist diejenige, die auf dem Gesetze von Eötvös beruht. Dieses bezieht sich auf die Abhängigkeit der Oberflächenspannung α von der Temperatur T und besagt, daß

$$\alpha v^{2/3} = -K(T - T_0)$$

ist, wobei v das Molekularvolumen, T_0 eine von der kritischen nicht sehr verschiedene Temperatur und K eine von der Natur der Flüssigkeit unabhängige Konstante bedeutet, deren Wert in absoluten Einheiten zu etwa 2,2 bestimmt worden ist. Eine befriedigende theoretische Erklärung des Gesetzes lag bisher nicht vor; nur für die Umgebung der kritischen Temperatur hat *van der Waals* die Form des Gesetzes durch Anwendung seiner Zustandsgleichung auf die Grenze zwischen Flüssigkeit und gesättigtem Dampfe erhalten.

Nun hat Herr *Madelung* kürzlich den Gedanken ausgesprochen, daß das Gesetz eine Folge des Grundsatzes der statistischen Mechanik sein müsse, daß allen Freiheitsgraden eines Systems im thermischen Gleichgewicht dieselbe mittlere Energie kT zukommt, wo k die Boltz-

mannsche absolute Gaskonstante bedeutet; indem er auf die Schwingungen der Oberflächenmoleküle diesen Satz anwendet und ihre Anzahl abschätzt, findet er unter Benutzung von gewissen hypothetischen Ansätzen tatsächlich eine Gleichung der obigen Form mit einem Wert der Konstanten K , der von der Größenordnung des Produktes $kN^{2/3}$ ist, wo k die Boltzmannsche Zahl und N die Anzahl der Moleküle im Mol bedeutet; es ist aber $kN^{2/3}$ in absoluten Einheiten ziemlich genau gleich 1. Nun liegt der Gedanke nahe, die in der modernen Theorie der spezifischen Wärmen fester Körper mit so großem Erfolge angewandte Methode an diesem Probleme zu erproben. Diese Methode besteht darin, daß man abzählt, wieviele Eigenschwingungen des Körpers in ein bestimmtes Frequenzintervall fallen, jeder dieser Eigenschwingungen die durch die Plancksche Formel gegebene Energie des linearen Resonators zuschreibt und über alle summiert. Hier ist es bequemer, mit der freien Energie zu operieren, deren Differentialquotient nach der Oberfläche bei konstanter Temperatur direkt die Oberflächenspannung α liefert. Die Ausführung dieser Idee führt ohne Einführung neuer Hypothesen zum gewünschten Ziele.

Der einzige Punkt, der prinzipielle Schwierigkeiten macht, ist die Definition der Oberflächenschwingung; doch gelingt auch das durch einen strengen Grenzübergang, wobei die Wellengeschwindigkeit dieser Oberflächenschwingungen nicht gleich der im Innern ist, sondern sich durch den Faktor $\frac{1}{\sqrt{2}}$ von ihr unterscheidet. Die resultierende Formel hat die Form

$$(\alpha - \alpha_0) v^{2/3} = -KT\phi\left(\frac{\Theta}{T}\right);$$

dabei bedeutet α_0 den „statischen“ Wert der Oberflächenspannung, und man kann annehmen, daß $\alpha_0 v^{2/3}$ konstant ist. Für die Konstante K findet man

$$K = \pi \left(\frac{9}{4\pi} \right)^{2/3} k N^{2/3} = 2,45;$$

ϕ ist eine transzendente Funktion, deren Entwicklung nach Potenzen des Argumentes so anhebt:

$$\phi(x) = 1 - \frac{x}{3} + \frac{x^2}{24} - \dots$$

Θ ist diejenige charakteristische Temperatur, die in der Debyeschen Theorie der spezifischen Wärmen auftritt und die sich aus der Schallgeschwindigkeit und dem Molvolumen unter Heranziehung des Planckschen Wirkungsquantums h berechnen läßt. Für mittelgroße Temperaturen, bei denen die Messungen gemacht sind, kommen nur die beiden ersten Glieder von ϕ in Betracht, so daß man erhält

$$(\alpha - \alpha_0) v^{2/3} = -KT \left(1 - \frac{\Theta}{3T} \right).$$

Θ ist der Schallgeschwindigkeit proportional, und da diese ihrerseits angenähert der Temperatur proportional angesehen werden kann, so ist das Korrektionsglied $\frac{\Theta}{3T}$ ziemlich konstant; es hat bei normalen Temperaturen (T von der Größenordnung 300° bis 400° abs.) etwa den Wert $1/10$. Der Faktor von T bekommt somit ungefähr den Wert 2,2, der den Beobachtungen entspricht.

Die theoretische Formel reicht aber prinzipiell viel weiter; ihre Gültigkeit wird sich erst bei tiefen Temperaturen genau prüfen lassen, soweit dies das Erstarren der Flüssigkeiten erlaubt. Allerdings wird wohl das Grenzgesetz für ganz tiefe Temperaturen, wonach die Oberflächenspannung mit der dritten Potenz der Temperatur variieren soll, schwerlich geprüft werden können. Von besonderem Interesse ist aber, daß schon bei gewöhn-

lichen Temperaturen das Wirkungsquantum h zur Berechnung der Eötvösschen Konstanten wesentlich ist. Auch die Abweichungen der Konstanten K , wie sie neuerdings von *Walden* für zahlreiche organische Flüssigkeiten beobachtet worden sind, lassen sich durch eine geeignete Modifikation im Prinzip der Theorie einordnen, wenn auch zur genauen Rechnung die nötigen experimentellen Daten heute noch fehlen. Eine ausführliche Darstellung dieser Theorie und eine Zusammenstellung der wichtigsten Folgerungen werden wir demnächst a. a. O. veröffentlichen.

Göttingen, den 24. Juni 1913.

M. Born und R. Courant.

Besprechungen.

Hallauer, O., Über neuere Brillenoptik, Zeitschr. f. ophthalmologische Optik, 1913, 1, 3—14, 4 Textfig.

Es ist nicht anzunehmen, daß ein Bedürfnis für die neugegründete Zeitschrift für ophthalmologische Optik allgemein anerkannt werden wird, und auch die Herausgeber des neuen Organs haben in einem an die Leser gerichteten Vorwort einige Worte zur Rechtfertigung ihres Planes vorausgeschickt. Sicherlich sind in neuester Zeit auch die zur Augenuntersuchung dienenden Instrumente des Ophthalmologen vervollkommen worden, aber es vollziehen sich in unseren Tagen hauptsächlich an der Brille wichtige Änderungen, sowohl was die Fassung als auch was die Formgebung der Gläser angeht.

Diesem letztgenannten Thema, der Steigerung der optischen Leistung der Brille, ist der Hallauersche einleitende Aufsatz gewidmet. Der Verfasser ist einmal schon durch seine Stellung als Privatdozent für Ophthalmologie an der Universität Basel dazu wohl geeignet, ferner aber verdanken ihm seine Fachgenossen sehr sorgfältige Untersuchungen über die Absorption von verschiedenen Farbglasarten. Auf Grund davon sind auch Brillen konstruiert und in den Handel gebracht worden, die unter dem Namen der Hallauerschen Gläser vielfach in der augenärztlichen Praxis verordnet worden sind.

Wie der Verfasser hervorhebt, ist es verwunderlich genug, daß die Brille, sicherlich die älteste optische Vorrichtung, am allerspätesten wissenschaftlich behandelt worden ist, und man kann diesen Sachverhalt nur aus dem Umstände erklären, daß es an einem Zusammenwirken zwischen Ophthalmologen und konstruierendem Optiker fehlte, wie es systematisch erst von dem großen schwedischen Ophthalmologen *Allvar Gullstrand* herbeigeführt worden ist. In einem besonderen Aufsatze, dessen Erscheinen in dieser Zeitschrift in einigen Monaten zu erwarten ist, sollen im einzelnen die Aufgaben auseinandergesetzt werden, die dabei zu lösen waren, und es wird dann verständlich werden, warum die Brille als Zusatzinstrument für das anomale Auge so ungemein lange auf ein wirkliches Verständnis zu warten hatte. *Hallauer* teilt die Entwicklung der Brille völlig zutreffend in zwei Abschnitte ein, den älteren, wo man stillschweigend annahm, das Auge befinde sich bei der Korrektur durch ein Brillenglas in Ruhestellung, und den neueren, wo zugestanden wird, daß das Brillenglas die Bestimmung habe, das in seiner Höhle bewegte Auge beim Blicken zu unterstützen.

In der ersten Periode ist besonders auf den holländischen Ophthalmologen *F. C. Donders* hinzuweisen, der in der Tat mit bemerkenswertem Erfolge dem Brillenproben seine Aufmerksamkeit zugewandt und sich um die Würdigung der Brille große Verdienste erworben hat. Allerdings konnte er zu einer Behandlung der Brillenformen nicht kommen, weil sich diese erst aus der Berücksichtigung der Augendrehung ergeben.

Wenn nun vorher mit gutem Grunde auf das große *Gullstrand* gebührende Verdienst hingewiesen wurde, dem konstruierenden Optiker überhaupt erst die Augen für das hier vorliegende Problem geöffnet zu haben, so sind doch schon früher gewisse Ansätze zu einer richtigeren Problemstellung gemacht worden, und auch *Hallauer* geht auf die wichtigeren unter ihnen ein. Es handelt sich dabei um bestimmte, namentlich in Paris gemachte Vorschläge, die durch die Arbeiten eines dort tätigen Augenarztes *Franz Ostwald* eingeleitet wurden. Schon 1898 ließ dieser eine Abhandlung erscheinen, die ein sorgfältiges Studium dieses Problems erkennen läßt. In der ganzen Behandlung steht ihm ein englischer Augenarzt *Percival* nahe, dessen in dieses Gebiet fallende Arbeiten von 1901 ab erschienen sind. In einer gewissen Hinsicht über *Ostwald* hinaus ging seit 1899 der damals an der Sorbonne tätige Ophthalmologe *Tscherning*. Es ist bedauerlich, daß diese drei Autoren in keiner besonders engen Verbindung mit der technischen Optik standen, und daß nach ihren Vorschlägen keine Brillengläser in nennenswerter Menge ausgeführt worden zu sein scheinen.

Die Verbindung *Gullstrands* mit dem Zeißschen Werk geht auf den Anfang dieses Jahrhunderts zurück, und bereits 1903 war in Jena eine Lupenkonstruktion — die Verantlinse — berechnet worden, die das blickende Auge unterstützen sollte. Dabei hatte *Gullstrand* darauf hingewiesen, daß allen Blickrichtungen der Müllersche Augendrehpunkt gemeinsam sei, so daß also für das Lupensystem ein Punkt als Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen angenommen werden müsse, in den man beim Gebrauch den Augendrehpunkt bringen könne; als ausreichende Entfernung wurde ein Abstand von 25 mm vom augennahen Linsenscheitel angenommen, was auf einen Zwischenraum von 12 mm zwischen dem Scheitel der Hornhaut und dem der augennahen Fläche der Verantlinse führte. Diese Erfahrungen unterstützten den rechnenden Optiker wesentlich, als zu Beginn des Jahres 1908 in Jena das Brillenproblem aufgenommen wurde, denn in der durch den Augendrehpunkt bedingten Strahlenbegrenzung entspricht das Brillenglas zur Unterstützung des blickenden Auges völlig der Verantlinse. Ohne besondere Schwierigkeit konnte durch eine zweckmäßige Wahl der Form (Durchbiegung) bei der Mehrzahl der achsensymmetrischen Brillengläser der Astigmatismus schiefer Büschel für den Augendrehpunkt als Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen beseitigt werden. Nach einem Vorschlage *Gullstrands* wurden solche Gläser, bei denen auf der Netzhautgrube auch des bewegten Auges ein von Astigmatismus freies, also deutliches Bild zustande kam, *punktuell abbildende* Brillengläser genannt; ihr Handelsname ist *Punktalgläser*. Gewisse Schwierigkeiten machten, was übrigens verständlich ist, die punktuell abbildenden Gläser für astigmatische Augen. Sie mußten eine sphärische und eine *torische* Fläche erhalten, und die Feststellung der günstigsten Krümmungsverhältnisse hat eine ziemlich lange Zeit in Anspruch genommen. An dieser Stelle kann darauf nicht näher eingegangen werden, das muß dem bereits angekündigten eingehenden Aufsatze vorbehalten bleiben. Übrigens beschäftigt sich auch *Hallauer* in seinem einführenden Artikel nicht näher mit diesen zweifach symmetrischen Systemen punktueller Abbildung.

Indessen blieb auch bei den achsensymmetrischen Systemen eine Lücke bestehen, solange man sich auf die gewohnten Mittel der Formgebung beschränkte. Es zeigte sich nämlich, daß man sammelnde achsensymmetrische Brillengläser für einen Blendenabstand von 25 mm nur dann als punktuell abbildende konstruieren kann, wenn ihre Brechkraft schwächer ist als rund 8 dptr. Dieser Betrag reicht zwar für die Fälle angeborener

A. v. Pflugk, mit wahren Sammeleifer und mit Bienenfleiß sehr viel davon zusammengetragen haben, was von alten Brillen und ihrem Zubehör noch vorhanden ist. Wenn es einmal gelingen wird, eine sachlich begründete Entwicklung der Brille zu geben, so wird das in hohem Maße diesen beiden Ophthalmologen zu verdanken sein.

Was in den hier zu besprechenden Aufsätzen geboten wird, das sind Bausteine zu einer solchen Geschichte, und R. Greeff weist an verschiedenen Stellen seiner Veröffentlichungen darauf hin, daß es sich manchmal erst um Vermutungen handle, die durch spätere Forschungen noch zu bestätigen seien. Gleich von vornherein sei darauf hingewiesen, daß im Deutschen leider der Ausdruck Brille in einem doppelten Sinne verwandt wird: einmal in umfassender Bedeutung für alle Einrichtungen, die geeignet sind, vor dem Auge getragen zu werden, sodann aber in wesentlich engerem Sinne, wobei es sich um Vorkehrungen handelt, die vor den Augen mit Armen befestigt sind, die um den Kopf oder hinter die Ohren greifen. In dieser Bedeutung ist die Brille dem Kneifer und der Lorgnette entgegengesetzt.

Nach (1) sind die ältesten Brillen augenblicklich im Pirkheimerschen Stübchen auf der Wartburg aufbewahrt. Sie sind ehemals hinter die Holzvertäfelung geglitten und wurden bei der 1867 erfolgten Fortführung dieses Stübchens aus Nürnberg nach der Wartburg zufällig gefunden. Es handelt sich um lederne *Bügelbrillen* mit plankonvexen Gläsern von etwa 3 dptr Brechkraft, die beim Lesen vor die Augen gehalten werden mußten. Ihre Anschaffungszeit wird zwischen 1520 und 1530 liegen.

In (2) wird über einen Fund von *Klemmbrillen* — einer alten Form der Klemmer — berichtet, der in Emden gemacht wurde, aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts stammt und Licht auf die Nürnberger Brillenfabrikation des 18. Jahrhunderts wirft. Es sind schwache plankonvexe Gläser bis zu 3 dptr hinauf, die in zwei Ausführungen geliefert wurden. Die besseren bestehen aus reinem, weißem Glase und zeigen am Rande eine Facette, die ihnen auch ihren alten Namen „Feine Facetten“ verschafft hat. Firmenzeichen und Fassungsart der Gläser werden mitgeteilt, ebenso wie einige Meisternamen aus Nürnberg und Fürth.

Eine Ergänzung dieser Namenliste liefert (3), und zwar wurde als Material die Sammlung des Verfassers A. v. Pflugk und ferner die des Germanischen Museums herangezogen.

Die umfangreiche Arbeit (4) beginnt mit einer Zusammenstellung des vorhandenen Materials alter Brillen und macht den Versuch einer haltbaren Einteilung und Benennung. Von Interesse wird es den Lesern sein, zu erfahren, daß die ersten Brillenformen (die, wie schon bemerkt, nur durch Darstellungen belegt sind) in der Weiterentwicklung zu den Klemmern geführt haben. Sie werden *Nagel-* und *Bügelbrillen* genannt und mußten mit der Hand vor die Augen gehalten werden. Schon im 17. Jahrhundert wurde der zunächst starre Bügel der Bügelbrillen aus elastischem Material hergestellt, und man erhielt in den *Klemmbrillen* die Urform unseres Klemmers. Die Entwicklung der Brille im eigentlichen Sinne geht von den *Riemenbrillen* im 16. Jahrhundert aus, die nach Art unserer Automobilbrillen mittels einer den Augenrändern sich anschließenden Lederfassung am Kopfe angebunden wurden. Vereinfachungen dieses Halteprinzips führten auf die *Fadenbrillen*, bei denen eine Bügelbrille in einer ganz zierlichen Weise mit Fäden hinter den Ohren befestigt wurde. Es findet sich eine solche Brille auf einem von *il Greco* 1596 gemalten Bilde eines Kardinal-Inquisitors. Die an der Kopfbedeckung befestigten *Mützenbrillen* seien als minder wichtig nur nebenbei erwähnt. Auf die weitere Ent-

wicklung der eigentlichen Brille wird bei (6) einzugehen sein.

Was die Fortbildung der Bügelbrillen angeht, so wird zunächst rein aus Rücksicht auf bequemerer Tragen der Bügel mit einem Gelenk versehen (*Gelenk-* und *Klappbrillen*), um bei Nichtgebrauch die beiden Gläser übereinanderlegen zu können. Größere Bequemlichkeit des Haltens wird durch die ziemlich langgestielten *Scherebrillen* erreicht, die noch bis in das 19. Jahrhundert hinein namentlich in Frankreich in einer häufig sehr reichen Ausstattung hergestellt wurden.

In (5) findet sich eine zu Ausstellungszwecken geschriebene Darstellung, die sich auf die übrigen fünf Arbeiten stützt und für die neuere Zeit namentlich zu den Schutzgläsern weiteres Material beibringt.

In dem letzten Artikel (6) versucht R. Greeff eine Beantwortung der Frage, wann die eigentliche Brille mit den seitlichen Armen (Federn, Bügeln) auftritt, und er kommt dabei auf die Mitte des 18. Jahrhunderts. Wie man sieht, ist seit den Fadenbrillen eine sehr lange Zeit, ziemlich 150 Jahre, vergangen. Die Formen, die hier auftreten, sind die *Schlafenbrillen*, die an beide Kopfseiten angedrückt werden — später haben sich daraus die Brillen mit Damenfedern entwickelt — und die *Ohrenbrillen*, die schon bald — wohl vor 1752 — Doppelgelenke erhalten haben. Für die Entwicklung des Brillensteges werden in jener Zeit wenigstens die ersten vorbereitenden Schritte gemacht, und schließlich findet sich bereits um 1760 (auf einem Selbstporträt des Malers J. B. S. Chardin) die Hornbrille mit großen, runden Gläsern, die nach diesem Muster zu unseren Tagen wieder angefertigt wurde und also als Chardinsche Brille zu bezeichnen ist. Moritz v. Rohr, Jena.

Koestler, W., und M. Tramer, *Differential- und Integralrechnung für Ingenieure*. Berlin, Julius Springer, 1913. V, 484 S., 221 Fig. u. 2 Kurventaf. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 14,—.

Es ist eine vielfach verbreitete Ansicht, daß das Verständnis der Mathematik, insbesondere der höheren Analysis erleichtert würde, sobald man auf strenge Methoden und klare Begriffe verzichtet und sich dafür mit mehr oder weniger einleuchtenden Plausibilitätsgründen und mehr oder weniger verschwommenen Vorstellungen begnügt. In Wahrheit wird man auf diesem Wege niemals so weit gelangen, daß man mathematische Kenntnisse auf irgend einen Fall selbständig anwenden kann. Auch der Ingenieur bedarf, soll die höhere Analysis in seinen Händen ein nützliches, förderndes Werkzeug sein, einer gründlichen mathematischen Schulung, er muß vor allem die Grundlagen der Differential- und Integralrechnung wirklich verstanden und sich zu eigen gemacht haben. Das vorliegende Buch will von diesem Gesichtspunkte aus hauptsächlich für die Zwecke des Ingenieurs, aber auch für den Physiker und Mathematiker die Grundlagen der Infinitesimalrechnung darstellen und wendet sich sowohl an Studierende als an Praktiker; es will auch den Zwecke des Selbststudiums dienen. Diese Tendenz ist gewiß löblich; um so mehr jedoch muß man bedauern, daß die Ausführung recht weit hinter der Absicht zurückbleibt.

Das Buch besteht aus mehreren getrennten Kapiteln, von denen das über Vektoren-Rechnung in keinem Zusammenhange mit dem übrigen steht und, auch nach der Meinung des Verfassers, für das Studium des Buches entbehrlich ist. Die übrigen Kapitel behandeln in systematischer Folge die „Einführung der Zahl“, „die Funktion“, „Stetigkeit und Unstetigkeit“, „Differential und Integral“ und werden durch eine „historische Schlußbetrachtung“ ergänzt. Viele Ausführungen des ersten Kapitels über Einführung der Irrationalzahlen

dürften dem Anfänger nur schwer verständlich sein. Es soll nicht verkannt werden, daß die Verfasser hier bemüht sind, den lernenden Ingenieur mit vielen abstrakten mengentheoretischen und axiomatischen Begriffen der neueren Mathematik bekannt zu machen; jedoch scheint, von pädagogischen Bedenken ganz abgesehen, die wenig pointierte Art der Darstellung ungeeignet, dem Leser wirklich Verständnis und Überblick zu vermitteln.

Einen erheblichen Teil des Raumes nimmt in dem Buche das Kapitel über den Funktionsbegriff ein. 124 Seiten scheinen den Verfassern nötig, um diesen Begriff zu erläutern, ein großer Raum, wenn man erwägt, daß die Verfasser sich einen mathematisch nicht ganz ungebildeten Leser vorstellen. Der größte Teil dieses Kapitels ist der graphischen Darstellung von Funktionen gewidmet, die an überaus vielen Beispielen erläutert wird. Hier sind die Verfasser in ihrem Element. Leider gilt dies nicht so für ihre übrigen Darlegungen, in denen man zuweilen, wie z. B. bei der unzutreffenden Definition der algebraischen Funktionen auf S. 126, eingehende Kenntnis zum mindesten des üblichen mathematischen Sprachgebrauches vermißt. Noch viel schwerwiegendere Einwände müssen jedoch gegen die Ausführungen der folgenden Kapitel erhoben werden.

Das Kapitel über Stetigkeit beginnt mit einem Paragraphen über „Unendlich kleine, unendlich große und endliche Zahlen und Größen“. Nach einigen allgemeinen Betrachtungen werden unendlich kleine Zahlen definiert als solche, die kleiner sind, als jede noch so kleine endliche Zahl, ohne Null zu sein (S. 240), oder als solche, die „kleiner als jede beliebig kleine endliche Zahl sind und sich der Null, fortwährend kleiner werdend, nähern“ (S. 241). Leider sind derartige Begriffe und Definitionen durchaus nicht geeignet, „das Bewußtsein zu erzeugen, daß man es hier mit einer sicher fundierten Wissenschaft zu tun hat“, ja man darf wohl sagen, daß es sich hier um Worte handelt, denen mathematisch klare Begriffe nicht entsprechen. Es nimmt daher auch nicht wunder, wenn die Verfasser auf Grund dieser Definitionen gelegentlich mit sich selbst in Widerspruch geraten, so z. B., wenn sie auf S. 242, Anm. 2 als Beispiel einer unendlich kleinen Größe das Volumen eines Staubkörnchens dividiert durch das der Erde anführen. also eine, wenn auch kleine, so doch gewiß nach ihrer Definition endliche Zahl.

Es wäre um die höhere Mathematik schlecht bestellt, wenn sie wirklich zu ihrem Aufbau des Begriffes der unendlich kleinen Größe bedürfte; das mystische Hell-Dunkel, welches der Außenstehende in den Vorhallen dieser Wissenschaft grundlos fürchtet, wäre dann Wirklichkeit. Glücklicherweise darf die höhere Mathematik sich rühmen, bis in ihre ersten Grundlagen sonnenklar und frei von jeder geheimnisvollen Mystik zu sein. Sie bedarf zu ihrem klaren und folgerichtigen Aufbau nur eines einzigen, jedermann verständlichen Begriffes: des Grenzwert-Begriffes. Schon auf der Schule pflegt man heute den Schüler mit diesem Begriffe vertraut zu machen. Es hat dann für den Ingenieur nicht die geringste prinzipielle Schwierigkeit, von hier aus den Eingang in die Differential- und Integral-Rechnung zu finden. Differentialquotient und Integral sind zwei Begriffe, die so ohne jede Unklarheit eingeführt werden können und müssen, und die „unendlich kleinen“ oder „unendlich großen“ Größen können hier ganz aus dem Spiele bleiben. — Allerdings kann es im Sinne einer Approximationsmathematik für den Praktiker zweckmäßig sein, Größen, die er wegen außerordentlicher Kleinheit in der Rechnung vernachlässigen darf, als „unendlich klein“ zu bezeichnen. Doch ist diese Bezeichnungsweise und alle

weiteren daran anknüpfenden Operationen für den Anfänger eine leicht verhängnisvolle Quelle von Unklarheiten, Mißverständnissen und Fehlern. In einem Buche wie dem vorliegenden, das dem Lernbegierigen eine solide Einführung in die Grundlagen geben will, hätte daher der Begriff des „Unendlich Kleinen“ nicht an die Spitze gestellt werden dürfen. Dieser prinzipielle Grundfehler des Buches macht sich naturgemäß in der weiteren Ausführung geltend. Nachdem die Verfasser eine Reihe von Rechenregeln für ihre unendlich kleinen und unendlich großen Größen abgeleitet haben, die den Leser kaum über diese mysteriösen Dinge aufklären dürften, verlassen sie die eingeschlagene Bahn plötzlich, um sich der Erörterung des Grenzbegriffes und des Stetigkeitsbegriffes zuzuwenden. Das Unendlich Kleine spielt hier keine wesentliche Rolle, und wie es scheint, sind auch die Verfasser der Ansicht, daß es völlig überflüssig ist. Das macht allerdings die Inkonsequenz des Buches um so fühlbarer. In den außerordentlich breiten, über 100 Seiten langen Auseinandersetzungen dieses Kapitels vermißt man durchaus einen konsequenten, klaren, der Einfachheit der besprochenen Dinge angemessenen Gedankengang. Nimmt man hinzu, daß in diesen Betrachtungen auch einige sonderbare mathematische Entgleisungen vorkommen —, so z. B. die im Widerspruch zu früheren Definitionen stehende Behauptung, daß $\lim_{x \rightarrow \infty} (x + \cos x)$ nicht unendlich ist, (S. 295) — so drängt sich dem Kritiker die Vermutung auf, daß die Verfasser nicht die nötige Zeit haben finden können, um ihre vielseitigen Kenntnisse in den Grundbegriffen der höheren Analysis in ein sachlich einwandfreies und pädagogisch brauchbares Gewand zu kleiden.

Diese Vermutung wird durch das folgende Kapitel bestätigt, dessen Titel: „Differential und Integral“ schon befremdet. Das Kapitel beginnt, wie das auch nicht anders sein kann, mit der Betrachtung des Differentialquotienten; doch folgt sogleich ein Paragraph, in dem mit Differentialen in recht bedenklicher und widerspruchsvoller Weise operiert wird. Im einzelnen gilt für dieses Kapitel ähnliches, wie für das vorangehende; es erübrigt sich daher eine weitere Besprechung, die hier keine neuen Gesichtspunkte liefern würde.

Ganz abgesehen von allen diesen Bedenken gegen den Inhalt des Buches muß die Kritik noch hervorheben, wie viel von unentbehrlichem Wissensstoff es nicht enthält. Es soll zwar nicht verkannt werden, daß das Buch nur den ersten Band eines größeren Werkes darstellen soll und daß man vielleicht vom zweiten Band eine teilweise Beseitigung dieses Mangels erwarten darf. Aber in der Gestalt, in der das Buch vorliegt, ist das, was der Leser daraus lernen kann, sehr wenig. Er muß, wenn er das historische Schlußkapitel liest, erstaunt fragen, wozu denn so viele Leute sich mit den Gegenständen des Buches beschäftigen haben; denn er wird nach der Lektüre des Buches kaum den Eindruck haben, daß es nützliche und fruchtbare Dinge sind, die hier abgehandelt worden sind.

Es gibt eine große Reihe von „populären“ Lehrbüchern der Differential- und Integralrechnung, die, nicht von berufener Hand geschrieben, geeignet sind, falsche und unklare Vorstellungen über diese Wissenschaft zu verbreiten, und vor denen man besonders den Autodidakten warnen sollte. Von dieser Kategorie von Lehrbüchern unterscheidet sich das vorliegende durch ausgedehntere Literaturkenntnis seiner Verfasser und deren Bestreben nach wissenschaftlicher Gründlichkeit. Es wird jedoch nach dem oben Angeführten einer völligen Umarbeitung bedürfen, wenn es für den von den Verfassern betonten Zweck wirklich brauchbar werden soll.

R. Courant, Göttingen.

Egerer, Heinz, Ingenieur-Mathematik. Lehrbuch der höheren Mathematik für die technischen Berufe. I. Band. Berlin, Julius Springer, 1913. VIII, 501 S. u. 320 Abbild. Preis M. 12,00.

Der vorliegende Band bildet den ersten Teil eines dreibändigen Lehrbuches der Ingenieur-Mathematik. Erst die beiden letzten, noch nicht erschienenen Bände sollen die höhere Analysis, soweit sie für den Ingenieur in Betracht kommt, behandeln. Der erste Band beschäftigt sich lediglich mit elementaren mathematischen Dingen und soll wesentlich auf die Statik starrer Körper vorbereiten, wie denn das Ganze als Grundlage der Ingenieur-Mechanik gedacht ist.

Der Band enthält einen Abschnitt über niedere Algebra und drei weitere Abschnitte über die Geometrie der linearen Gebilde und der Kegelschnitte. Dem Charakter des Buches entsprechend, ist der mathematische Stoff gänzlich für die unmittelbaren Zwecke des Technikers zugeschnitten. Man darf also von dem Buche nicht etwa die Befriedigung mathematisch-wissenschaftlicher Bedürfnisse erwarten. Alles, was über den Rahmen des unbedingt für den Techniker Notwendigen hinausgeht, fehlt in dem Buche. Der Verfasser scheint dem Referenten hierin vielleicht etwas zu weit gegangen zu sein; wenigstens dürfte mancher Techniker z. B. in dem Buche die Behandlung der Flächen zweiter Ordnung vermissen, von denen doch in der technischen Mechanik ausgiebiger Gebrauch gemacht zu werden pflegt.

Besonders reichhaltig ist der erste Abschnitt über niedere Algebra und Analysis. Wenn hierin auch manches vom wissenschaftlichen Standpunkte aus Anfechtbare sich findet — wie z. B. das, was zur Charakterisierung transzendenter Zahlen und Funktionen auf S. 20, 76, 218 gesagt wird —, so wird doch der Anfänger neben vielem Bekannten hier auch manches ihm Neue, auf verhältnismäßig knappem Raume zusammengestellt, lernen können.

In die geometrischen Abschnitte sind die Elemente der Vektorenrechnung mit hineingearbeitet. Im übrigen enthalten diese die analytische Geometrie der Geraden, Ebenen im Raum und Kegelschnitte in einem Umfange, wie er etwa einer elementaren Anfängervorlesung entspricht. Durch zahlreiche Beispiele und Übungsaufgaben wird dem Lernenden Gelegenheit gegeben, sich den Stoff zu eigen zu machen.

Soweit sich nach dem vorliegenden ersten Bande urteilen läßt, wird das Werk von *Egerer* für den durchschnittlichen Techniker ein brauchbares Lehr- und Handbuch sein.

R. Courant, Göttingen.

Astronomische Mitteilungen.

Über Veränderungen auf dem Planeten Jupiter berichten in den *Astronom. Nachrichten* Nr. 4661 die Astronomen *Ph. Fauth* und *H. H. Kritzinger*. *Ph. Fauth* macht darauf aufmerksam, daß auf der Oberfläche des Jupiter sich große Veränderungen vorbereiten, die für die Topographie jenes unserer Erde in ihrem früheren feuerig-flüssigen Zustande ähnelnden Planeten von Interesse sind. Die ganze nördliche Hemisphäre des Jupiter teilt sich in deutliche, wenn auch vorläufig noch etwas blasse Streifen, und zwischen ihnen treten dunkle Fleckengebilde auf. *H. H. Kritzinger* macht besonders auf den berühmten „roten Fleck“ der Jupiteroberfläche aufmerksam, der nicht nur als topographisches Gebilde mit einer langsam darüberziehenden Verschleierung von Interesse ist, sondern auch wie schon in früheren Jah-

ren merkwürdige Bewegungen zeigt, die sich in letzter Zeit beträchtlich beschleunigt zu haben scheinen.

Neue Methoden zur astronomisch-geographischen Ortsbestimmung schlägt *A. Wilkens* (Kiel) vor und teilt dieselben ausführlich in Nr. 4660 der *Astronom. Nachrichten* mit. Während die bisher gebräuchlichen Methoden der geographischen Ortsbestimmung im allgemeinen auf Messungen der Gestirnskoordinaten in der Ebene des Horizonts (insbesondere Höhe und Azimut) nach der Uhr beruhen, gelegentlich auch auf Messungen solcher Koordinatendifferenzen, schlägt *A. Wilkens* hauptsächlich vor, statt der Gestirnskoordinaten vielmehr die *Geschwindigkeiten* jener Gestirne zu messen. Dieselben sind naturgemäß von den Koordinaten abhängig und sollen besonders durch relative Koordinaten- und Zeitdifferenzen ermittelt werden. Mit Recht wird darauf hingewiesen, daß die Geschwindigkeit eines Gestirns in Abhängigkeit von der Deklination desselben bzw. auch von seiner Höhe ein ebenso wichtiges Beobachtungsdatum darstellt wie die Koordinate selbst. Da außerdem bei den meisten Aufgaben der Ortsbestimmung zur Erhöhung der Genauigkeit eine größere Reihe von Messungen ausgeführt wird, läßt sich aus derselben auch die Geschwindigkeit der betreffenden Koordinaten ermitteln. Der Verfasser entwickelt die Formeln zur Ableitung der Geschwindigkeit in Höhe und Azimut. Ferner führt er als zweites Prinzip der neuen Ortsbestimmungsmethode das Verfahren der *photographischen Aufnahme* von Sternspuren an einem photographischen Universal ein, um aus der Winkeldifferenz der Richtungen zweier Sternspuren zunächst die Differenz der parallaktischen Winkel jener Sterne und dann Ortsbestimmungen selbst daraus herzuleiten. Auf diesem Wege, der in der Theorie an die Arbeiten von *Harzer* (Kiel) und hinsichtlich der photogeographischen Anwendung an die Untersuchungen von *A. Marcuse* (Berlin) anknüpft, erhält der Verfasser in der Tat eine Reihe sehr interessanter Methoden, die innerhalb weniger Bogensekunden genau und in mancher Hinsicht viel einfacher als die bisherigen visuellen Verfahren sind. Es liegt in der Natur der Sache, daß sich diese eigenartige Erweiterung der Ortsbestimmung nur am *Lande*, also für alle astronomisch-geographischen Aufgaben auf Stationen oder bei Landreisen verwenden läßt. In der Nautik oder Aeronautik findet jenes neue Verfahren, Geschwindigkeitsmessungen an Stelle der Koordinatenmessungen zu setzen, natürlich keine Anwendung. Da bleibt das altbewährte Verfahren bestehen, aus Koordinatenbeobachtungen im System des Horizonts von solchen Gestirnen, deren Positionen anderweitig im System des Äquators festgelegt sind, Ort und Zeit, für den Beobachtungspunkt auf der Erdoberfläche gültig, zu finden. Von Interesse ist noch die praktische Anwendung jener photographischen Geschwindigkeitsmethode, die *A. Wilkens* an einer Reihe von photographischen Sternspuraufnahmen mit einer Zeißkamera durchführen konnte. Die Resultate sind in jeder Hinsicht günstige gewesen, da sich aus nur drei Sternen in mittleren Höhen sowohl die Zeit- als auch die Breitenbestimmung mit einer Genauigkeit von wenigen Bogensekunden herleiten ließ. Der Verfasser macht daher mit Recht darauf aufmerksam, daß seine photographische Methode der Ortsbestimmung den visuellen Methoden an Instrumenten der gleichen Dimension nicht nur ebenbürtig, sondern wegen der Einfachheit der Ausführung, auch auf Forschungsreisen, sogar überlegen sei. Zu ganz ähnlichen Schlußfolgerungen ist übrigens auch *A. Marcuse* (Berlin) bei seinen früheren Versuchen über photographische Ortsbestimmungen an einem besonders photographischen Universal (konstruiert von *Günther* und *Tegetmaier* in Braunschweig) gekommen und hat dabei noch hervorgehoben, daß die Er-

gebnisse der photographischen Ortsbestimmung sehr viel weniger von den physiologischen Fehlern der Sinneswahrnehmung der Beobachter abhängig sind. Aus allen diesen Gründen muß die von A. Wilkens (Kiel) angeregte eigenartige Erweiterung der photographischen Ortsbestimmung als sehr willkommen für die praktische Astronomie begrüßt werden. A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Die Erforschung des Erdinnern mit elektrischen Wellen nach dem Vorschlage von *Loewy* und *Leimbach* hat sich bei orientierenden Versuchen relativ aussichtsvoll gezeigt, wenn auch die bisher veröffentlichten Resultate noch kein definitives Urteil über die Brauchbarkeit in der Praxis zulassen. Eine Arbeit von *Leimbach* und *Mayer* (*Physikalische Zeitschrift* XIV, p. 447, 1913) bringt in die bisherigen Untersuchungen einen neuen Gedanken hinein: Ist C die Kapazität und L die Selbstinduktion einer Antenne, so hat die von der Antenne ausgehende Strahlung die Wellenlänge $\lambda = 2\pi c \sqrt{LC}$ (Thomson'sche Formel), wo c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet; die Wellenlänge λ ist also der Wurzel aus der Antennenkapazität proportional. Denken wir uns die Antenne als langen, gerade ausgespannten Draht, in dessen Mitte der Erreger eingebaut ist. Die beiden entgegengesetzt ausgespannten Drahthälften bilden dann die beiden Belegungen der Antennenkapazität. Das Dielektrikum zwischen ihnen ist in diesem Falle die Luft, und die elektrischen Kraftlinien verlaufen von dem einen Draht zum andern durch Luft. Die Antennenkapazität und — nach der Thomson'schen Formel — auch die Wellenlänge λ ändert sich offenbar, wenn an die Stelle der Luft ein anderes Dielektrikum tritt. — Darauf beruht das neue Verfahren der Verfasser. Sie spannen die Antenne einmal in Luft aus und einmal in einem Bergwerk und messen beide Male die Wellenlänge. Die elektrischen Kraftlinien gehen im zweiten Falle durch die die Antenne umgebenden Erd- oder Gesteinsschichten, und da die Dielektrizitätskonstante derartiger Schichten wesentlich von der der Luft abweicht, so erhält man im Bergwerk eine andere Wellenlänge. Die Tabelle zeigt, wie sich λ ändert, je nachdem die Antenne — und zwar in verschiedener Länge — in Luft oder in einer Karnallitstrecke (Gewerkschaft Siegfried I in Vogelbeck bei Salzderhalden) ausgespannt wurde.

Antennenlänge in Meter	Wellenlänge in Meter	
	in Luft	in der Karnallitstrecke
2×24	175	232
2×16	144	190
2×18	103	121

Der durch ein Patent geschützte Ausführungsmodus geht dahin, die Wellenlängenänderungen für verschiedene Gesteinsarten zu messen und daraus auf die Gesteinsart von unbekannten Erdschichten zu schließen.

P. Lg.

Die Atolle, die niedrigen, auf Korallenriffen gebildeten kleinen Eilande im australischen Inselmeer, machen sich dem Seefahrer auf ungeheure Entfernungen hin bemerkbar durch eine **grüne Wolke** am Himmel. Diese Atollwolke, welche die kaum aus dem Wasser auftauchenden Inseln so weit sichtbar macht, als ob sie Tausende von Metern hoch zum Himmel emporragten, erhält ihren Ursprung von der Lagune des Atolls. Das Wasser dieses flachen Bassins wird von der Sonne auf

Temperaturen von $35-37^\circ$ erwärmt und ist wesentlich wärmer als das des Ozeans ringsum. Es verdampft daher stark und veranlaßt über dem Atoll oft die Bildung einer stationären Wolke. Diese Wolke oder auch eine Passatwolke erhält dann durch die Lagune eine grüne Farbe. Da nämlich die Oberfläche der Lagune im Gegensatz zu dem das Atoll umgebenden Meere glatt ist, so wirkt sie wie ein Spiegel und reflektiert das Sonnenlicht auf die Wolke, die dadurch ihre charakteristische grüne Färbung erhält. (*Scient. Amer.* 108, 69, 1913.) Mk.

Daß auf der **Insel Rügen oberirdisch abflußlose Gebiete** in der Gesamtgröße von 15 qkm vorhanden sind, hat *H. Spethmann* festgestellt. Da die ganze Insel 967 qkm umfaßt, so macht dies $1\frac{1}{2}$ Prozent aus. Wäre die Insel infolge der intensiven Kultur nicht vielfach durch von Menschenhand angelegte Gräben künstlich entwässert, so würden die abflußlosen Flächen doppelt so groß sein, also drei Prozent ausmachen. Da bei einer Insel von so stark zerrissenem Umfang wie Rügen dieses Gebiet so beträchtlich ist, so müssen in dem landschaftlich ähnlichen Teile Norddeutschlands sehr erhebliche Flächen gleicher Art vorhanden sein. Diese Eigenschaft des Bodens ist aber von erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung, da die Abflußlosigkeit einer Fläche vielfach eine *intensive Vermooring* zur Folge hat. (*Peterm. Mitt.* 58, 24, 1912.) Mk.

Die Gewinnung von **radioaktiven Abbauprodukten des Thoriums** hat für Deutschland, wo das Radium nur in geringen Mengen vorkommt, erhöhtes Interesse gewonnen. Eine intensivere Ausnützung der thoriumhaltigen Mineralien ist auch deshalb von Wichtigkeit, weil die Gasglühlichtindustrie, die allein größere Mengen von Thoriumsalzen verbraucht, in den letzten Jahren durch die Metallglühfäden bedeutende Einbuße erlitten hat. Von radioaktiven Thoriumpräparaten, für deren Herstellung als Ausgangsmaterial fast nur Monazitsand in Betracht kommt, wird das Thorium X medizinisch bei Leukämie und perniziöser Anämie angewandt. Es ist *Glaser* kürzlich gelungen, aus Monazitsand einen stark radioaktiven Körper zu isolieren, den er vorläufig Thorium Y nennt. Derselbe zeigt die gleiche Aktivität und Halbwertszeit (3,64 Tage) wie Thorium X, unterscheidet sich jedoch von demselben in chemischer Beziehung durch die Schwerlöslichkeit seines Sulfates. Trotzdem ist *Glaser* der Ansicht, daß beide Abbauprodukte identisch sind, und daß ihre chemische Verschiedenheit nur durch Verunreinigungen bedingt ist. (*Chem. Ztg.* 1913, p. 477.) O. F.

Einen **elektrisch heizbaren Objekträger für Mikroskope** hat *F. G. Cottrell* aus einem ca. $\frac{3}{4}$ mm starken Glasplättchen hergestellt. Das Plättchen wurde auf 13×25 mm geschnitten, an beiden Enden auf einem je 5 mm breiten Streifen vergoldet und darauf in einem Hochvakuum von einer Platinkathode bestäubt. Die beiden Goldstreifen wurden mit Stanniol umwickelt und konnten so als Zuführung für den Heizstrom dienen, der durch den auf dem Plättchen erzeugten Platinspiegel geleitet zur Erwärmung diente. Dieser Objekträger ist besonders geeignet zur Beobachtung von Kristallisationsvorgängen. Er gestattet, die einzelnen Kristallindividuen genau zu beobachten und dabei ihr Schmelzen oder ihre Auskristallisierung nach Belieben zu unterbrechen oder fort dauern zu lassen. (*J. Amer. Chem. Soc.* 34, 1328, 1912.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik.
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 29.

18. Juli 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Mimikry und verwandte Erscheinungen. Von *Prof. Dr. A. Jacobi, Dresden*. S. 681.

Praeformation und Epigenese in der tierischen Entwicklung. Von *Dr. Kurt Marcus, Hamburg*. S. 685.

Die europäische Halbinsel. Von *Prof. Dr. Alex. Supan, Breslau*. S. 688.

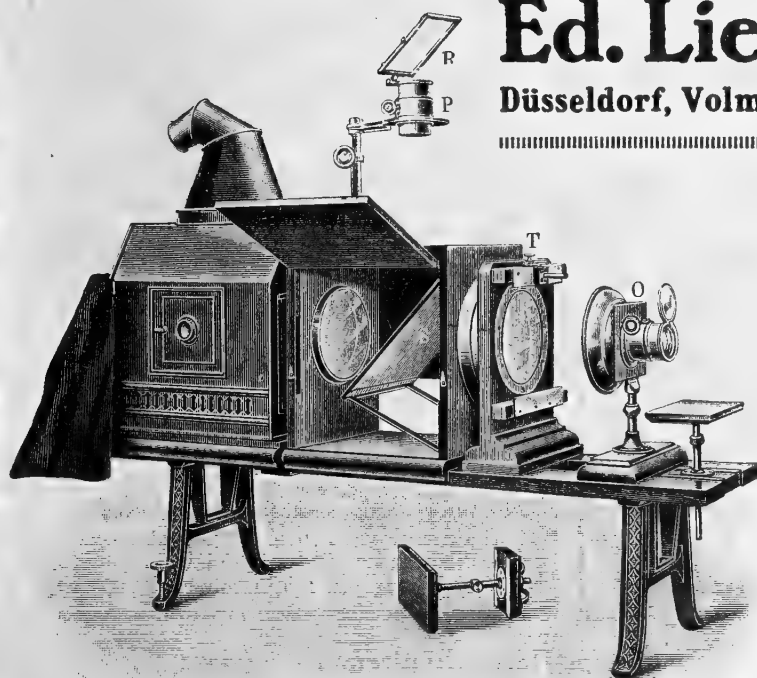
Der kolloide Schwefel. Von *Privatdoz. Dr. Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.* S. 689.

Aus der Automobil-Technik. 1. Ventilmotoren und Schiebermotoren. Von *Dr. H. Arnold, Berlin*. (Schluß). S. 692.

Besprechungen. S. 697.

Astronomische Mitteilungen. S. 703.

Kleine Mitteilungen. S. 704.



Ed. Liesegang
Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

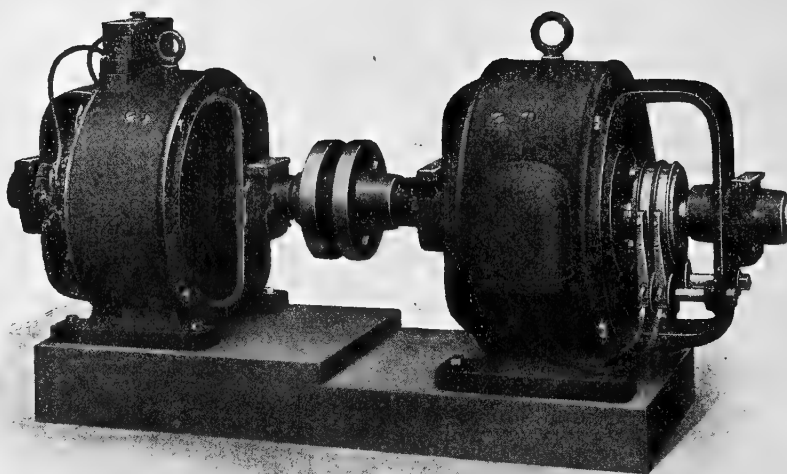
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40/10 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

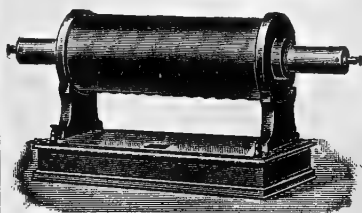
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreislste kostenlos abgibt.

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreislste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke



Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken

durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W 35/9, Steglitzerstr. 58.

Verkaufe Stück 5 Pf. aus Rabenhorst Exsikkaten u. a. Pilze, Flechten, Lebermoose, Farne, Characeen. Royers, Elberfeld, Humboldtstr. 12.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite IV.

Mimikry und verwandte Erscheinungen¹⁾.

Von Prof. Dr. A. Jacobi, Dresden,
Direktor des Königl. Zoologischen Museums.

Über „Mimikry“ ist viel geschrieben worden, aber in Deutschland wenigstens nicht gerade oft von berufener Seite, und es gab bisher in unserer Sprache keine, für den weiteren Leserkreis geeignete Zusammenfassung des Problems, die dem reichen, namentlich von englischen Forschern gesammelten Beobachtungsmateriale einigermaßen gerecht würde. Andererseits ist die Abgrenzung des Begriffes der schützenden Nachäffung oder Mimikry gegenüber andern Sammelerscheinungen von Schutzanpassung allmählich so unbestimmt geworden, daß es geboten scheint, wieder einmal die Grundgedanken und Schlußfolgerungen herauszuheben, welche die ersten Entdecker und Bearbeiter des Gegenstandes — *Bates, Wallace und Trimen* — damit verbunden haben. Hiervon gingen Herausgeber und Verleger der Sammlung „Wissenschaft“ aus, als sie mir die Aufgabe übertrugen, die mimetischen Erscheinungen und ihre Deutungen in gedrängter Form, aber in möglichst kritischer Behandlung zu schildern und dabei die auf gleichem biologischen Gebiete zutage tretenden Formen wie Schutzfarben, schützende Ähnlichkeit u. a. m. zum Vergleiche heranzuziehen. Angesichts der reichen Literatur hierüber mußte ich mich darauf beschränken, nur eine knappe Auswahl von lehrreichen Beispielen vorzuführen, aber ich suchte sie möglichst verschiedenen Tiergruppen zu entnehmen, die zu nicht geringem Teile in diesem Zusammenhange nicht genannt zu werden pflegen. Da ferner die finale Bedeutung dieser oft wunderbaren Ähnlichkeiten gegenwärtig sehr umstritten, und da der vormals einseitig darwinistischen und bedenkenfreien Auffassung vielfach eine ebenso befangene Gegnerschaft erwachsen ist, suchte ich einen Standpunkt zu gewinnen und zu begründen, der sich von solchen Übertreibungen nach beiden Seiten hin fernhält und dem Leser dazu verhilft, sich selber ein gewisses Urteil über das Für und Wider zu bilden. Wer dabei bis zu den Quellen gehen will, findet den Weg geebnet durch reichliche Anführung von Belegstellen im Texte und ein Verzeichnis grundlegender Schriften. Die zur Verdeutlichung der Hauptgruppen von Erscheinungen dienenden Abbildungen sind größtenteils Originale und vielfach farbig ausgeführt. Über die inhaltliche Gliederung des Buches möge folgender Auszug unterrichten.

Unter den Schutzanpassungen, die zum Verbergen des Trägers vor Feinden dienen sollen, ist

¹⁾ *Mimikry und verwandte Erscheinungen*. Von Dr. Arnold Jacobi, Direktor des königl. Zoologischen Museums in Dresden. — Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1913. X, 216 S., 31 zum Teil farb. Abb. 8°. — Preis M. 8,00, geb. M. 8,80.

die *Schutzfärbung* oder *kryptische Färbung* der allgemeinste Fall; dabei trägt das Tier ein Kleid, welches es im bewegungslosen Zustande in seiner Umgebung verschwinden läßt. Bald entspricht diese Färbung dem allgemeinen Landschaftstone (Tiere der Nordpolarzone, der Wüste, des Tropenwaldes), bald ist sie eine Wiedergabe des engeren Aufenthaltsortes bis in dessen feinste Einzelheiten, vgl. unsere Hasen, Lerchen und Hühnervögel nebst zahlreichen Insekten. Hierher gehört auch die als „Körperauflösung“ bezeichnete Zerlegung der Tracht in einzelne, scharf gegeneinander abgesetzte Flecken und Bänder, so daß der Körper nicht mehr als Ganzes vom Auge empfunden wird (Zebra, Buntspechte, Wiedehopf u. a. m.). Dagegen beruht *schützende Ähnlichkeit* auf der Ähnlichkeit mit Gegenständen, namentlich toten, die für den Feind gleichgültig sind, also seine Aufmerksamkeit nicht an sich ziehen; außer der Farbe wird hier noch die Form wiedergegeben. Da die Vorbilder bewegungslos sind, so hat der Nachahmer von seinem Deckmantel nur in der Ruhestellung Vorteil. Es verdient Hervorhebung, daß der Ausdruck „Nachahmung“ in diesem und andern Fällen nur bildlich genommen werden darf, ohne jede teleologische Voraussetzung. Solche schützende Ähnlichkeit wird von gewissen Tieren instinktiv erreicht durch Maskierung, d. h. Bedecken ihres Körpers mit wertlosen Fremdkörpern, viel häufiger ist ihnen aber die Ähnlichkeit wesenseigen. Während das letztere Vorkommen bei Seetieren viele Zweifel an der Bedeutung im Anpassungssinne hervorruft, sind der Fälle namentlich bei Kerbtieren sehr viele, wo die Schutzwirkung wohl im Bereiche der Möglichkeit liegt. Dahin gehören die vielgerühmten, in der Tat oft wunderbar weitgehenden Nachbildungen von pflanzlichen Gebilden durch Spannerraupe, Stabheuschrecken, tropische blattähnliche Schmetterlinge usw. Besondere Erwähnung verdient dabei der Fall von Blütenähnlichkeit bei der Larve einer Fangheuschrecke, weil er als *aggressive* Anpassung an Farbe und Gestalt von Blüten die nahenden Opfer täuschen, also den Nahrungserwerb erleichtern soll (Fig. 1).

Eine längere Auseinandersetzung ist den verschiedenen Theorien gewidmet, welche das onto- und phylogenetische Werden der genannten Ähnlichkeiten darzulegen suchen: Farbenphotographische Übertragung der Lokaltöne auf die Haut der Larve, nach Beobachtungen *Vossellers* an nordafrikanischen Heuschrecken; zufälliges Ergebnis einer bestimmt gerichteten Entwicklung (*Orthogenesis*) der Zeichnung (*Eimer, Piepers*); unmittelbare Beeinflussung der Farbenverteilung durch die Lebensbedingungen, wie Nahrung, Licht, Wärme; einförmige Schutzfarben wie Blattgrün in Wirklichkeit nur ursprüngliche tierische Pigmente (*Werner*); rein-lamarckistische Beeinflussung der individuellen Entwicklung (*Piepers* u. a.); Heraus-

bildung der kryptischen Ähnlichkeiten durch Naturauslese. Diese verschiedenen Erklärungsversuche werden kritisch erörtert und im Anschluß daran die wiederkehrenden Tatsachen zusammengestellt, die für eine Deutung jener Körpermerkmale als Schutzmittel sprechen, und endlich wird die Frage aufgeworfen, ob diese Ähnlichkeiten wirklich eine Täuschung tierischer Verfolger herbeiführen.

Ganz anderer Art ist die in einem neuen Kapitel behandelte *Warnfärbung*. Sie zielt nicht dahin, den Träger zu verbergen, sondern ihn gerade recht sichtbar zu machen und seiner Art bestimmte Merkmale zu verleihen, die sie bei ihren Verfolgern leicht wiedererkennbar machen. Tiere mit solcher Färbung sind i. a. für aktive Abwehr jener nicht ausgerüstet, haben aber irgendwelche Eigen-

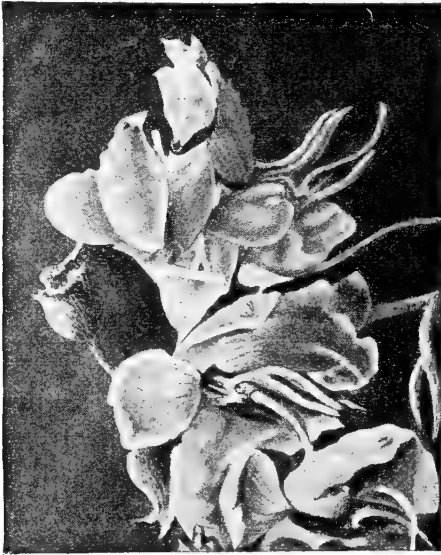


Fig. 1.

Hymenopus bicornis im Nymphenzustande auf einem Blütenstande von *Melasterna polyanthum*.

Nach einem Photographum von N. Ann indale.

Das Tier sitzt ganz oben in fast senkrechter Haltung; man erkennt die kegelförmigen Augen und die V-ähnliche schwarze Binde auf dem Brustabschnitt. Die Fangbeine sind vor dem Körper zusammengelegt, die Schenkel der anderen Beinpaare kehren ihre den Blütenblättern gleichende Verbreiterung dem Auge zu. Der Hinterleib ist über den Rumpf nach oben geschlagen, so daß er seine Bauchseite mit schwarzer Spitze zeigt. Der Fuß des linken Hinterbeins stützt sich auf eine Samenkapsel der Pflanze.

schaften, die für ihre Gegner beim Verzehren widerwärtig sind: schlechten Geruch oder Geschmack, Dornen und Brennhaare, bis zu Giftzähnen und -stacheln. Wenn nun die Feinde mehrmals schlechte Erfahrungen an solcherlei Beute gemacht haben, wird sich deren Aussehen ihrem Gedächtnis einprägen, so daß sie die betreffende Art in Ruhe lassen, und dies um so sicherer, je leichter sich das Aussehen der Artangehörigen dem feindlichen Gedächtnis einprägt. Daher tragen solche irgendwie ungenießbaren Geschöpfe sehr oft ein grellfarbiges, oder aus starken Kontrasten gebildetes Kleid — es sei an Feuersalamander, gewisse amerikanische Frösche, Nachtschnecken, viele Raupen von Schmetterlingen und Blattwespen und ganze Käferfamilien (*Malacodermata*, *Cantharidae*, *Coccinellidae* usw.) erinnert. „Kryptische“ Erscheinung (Schutzfärbung) findet

sich also bei wehrlosen und genießbaren, darum viel verfolgten Tieren, die sich damit zu verbergen trachten — „aposematische“ Erscheinung (Warnfärbung) ist an sich ebenfalls schwachen, aber aus irgendwelchen Anlässen *gemiedenen* („immunen“) Tieren eigen, denen jene als Hinweis auf ihre Ungenießbarkeit, als Warnsignal dient. Inwieweit dieses letztere Schutzmittel im Naturleben wirklich zureicht, wird an der Hand des Erfahrungsschatzes untersucht, wobei die von mehreren Seiten erhobenen grundsätzlichen Einwände nicht unerörtert bleiben. Dabei wird noch auf die sog. *Schreckfärbung* eingegangen, die auf dem plötzlichen Aufdecken in der Ruhe verborgener Kontrastzeichnung, z. B. großer Augenflecken, beruht, aber weder häufig, noch in ihrer Wirksamkeit besonders geklärt ist.

Auf die biologische Bedeutung der Warnfärbung muß auch das Wesen der echten *Mimikry* zurückgeführt werden. Wie ich an der Hand einer historischen Durchmusterung der Äußerungen ihrer Entdecker und maßgebenden Bearbeiter zeige, ist Mimikry kein Sammelbegriff für alle kryptischen und mimetischen Ähnlichkeiten, wie er sich vielfach mißbräuchlich und irreführend herausgebildet hat, sondern bedeutet einzig die *schützende Nachäffung einer gemiedenen, aposematisch gefärbten Tierart durch andere Tiere in demselben Wohngebiete*. In diese Definition sind alle unter der gleichen Bedingung möglichen Fälle unterzubringen, auch die von Fritz Müller entdeckte und geistvoll erklärte Möglichkeit, daß die nachäffende Art ebenfalls von den üblichen Feinden gemieden wird. Meistenteils ist es aber eine Art aus einer nicht immunen, viel verfolgten Gruppe, die einem Angehörigen einer anderen, gemiedenen und aposematisch gezeichneten so ähnlich sieht, daß ein Verfolger sie mit dem letzteren verwechseln kann. Das gemeinsame Kleid ist also bei der letzteren, dem Vorbild oder *Modell*, ein wirkliches Warnsignal, bei dem Nachäffer oder *Mimetiker* aber nur eine Maske, durch die er den Schein von Ungenießbarkeit beim Feinde erweckt — immer unter der Voraussetzung, daß dieser sich im allgemeinen durch solchen Schein trügen läßt. Alsdann ist die Nachäffung ein Schutzmittel und darf als eine Anpassung betrachtet werden, die sich sehr oft nicht nur auf die äußere Erscheinung beschränkt, sondern sich auch auf das gemeinsame engere Vorkommen, die gleiche Körperhaltung und das gleiche Gebaren wie beim Vorbilde erstreckt. Im Gegensatz zur schützenden Ähnlichkeit, die mit Versteckspiel arbeitet, ist also schützende Nachäffung auf ein offensichtliches Zeigen gewisser täuschender Merkmale gerichtet. Übergänge, Grenzfälle zwischen beiden sind meiner Erfahrung nach nicht vorhanden, und die angeblich dahin gehörenden sind ungenau behandelt worden.

Unter Mimikry kann man wieder zwei Sonderfälle unterscheiden, in deren Bearbeitung sich unter den deutschen Zoologen nur der frühverstorbene *Erich Haase* in seinen groß angelegten „Untersuchungen über die Mimikry“ (1892) hervorgetan hat, während englische Naturforscher unter Führung von *E. B. Poulton* unsere Kenntnis

darüber in einer reichen, freilich sehr schwer übersehbaren Literatur wesentlich vertieft haben. Da ich weitere Aufteilungen aus sachlichen Gründen ablehne, kennen wir erstens eine Batesche Mimikry, vielleicht als „Scheinwarnfärbung“ zu verdeutschen, deren Merkmale von den Engländern „Pseudaposeme“ genannt werden. Den anderen Fall stellt die Müllersche Mimikry dar, die *Poulton* lieber „gemeinsame Warnfärbung“ nennen möchte, und die auf dem Besitz von „Synaposemen“ beruht. Bei ersterer hat also der Nachäffer bloß falsche Warnsignale aufzuweisen, bei letzterer tragen Modell und Mimetiker echte Warnfarbe.

In einer Anzahl Kapitel habe ich alsdann das Vorkommen von Mimikry bei den einzelnen Tierklassen verfolgt und mit typischen Beispielen belegt. Dabei stellt sich heraus, daß die Angaben für die Wirbeltiere — vielleicht einige Schlangen

gungen sie mit einiger Beweiskraft ausstattet. In letzterer Hinsicht darf besonders auf die manchmal wunderbar fein durchgebildete Nachahmung von Ameisen verwiesen werden. Nachdem noch die Bedeutung gewisser Käferfamilien, insbesondere der

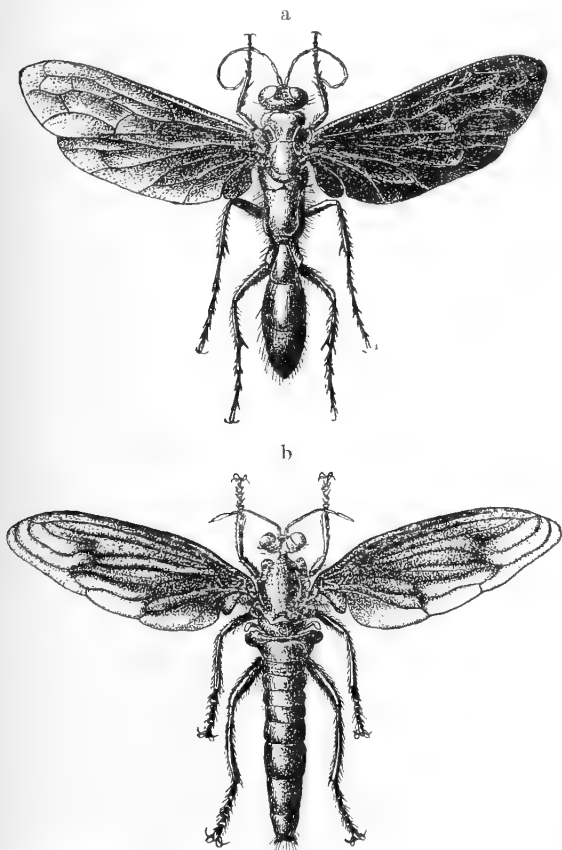


Fig. 2.

a) *Pepsis ruficornis*, eine Wespe. — b) *Mydas praegrundis*, eine Fliege.

Aus Jacobi, Mimikry.

ausgenommen — und für die Weichtiere äußerst angefechtbar sind, während auf dem Prüfstein morphologisch-biologischen Vergleichens nur die Gliederfüßer und darunter nur die Spinnen und die Kerbtiere Beachtung finden können. Besonders Nachdruck und eingehende Schilderung habe ich dabei der Nachäffung stehender Hautflügler („Sphecoidie“) und der Ameisen („Myrmecoidie“) zuwenden zu müssen geglaubt, weil darunter nicht nur zahlreiche, in jeder Richtung anziehende Beispiele (Fig. 2 und 3) vorkommen, sondern weil auch unsere Kenntnis der biologischen Bedin-

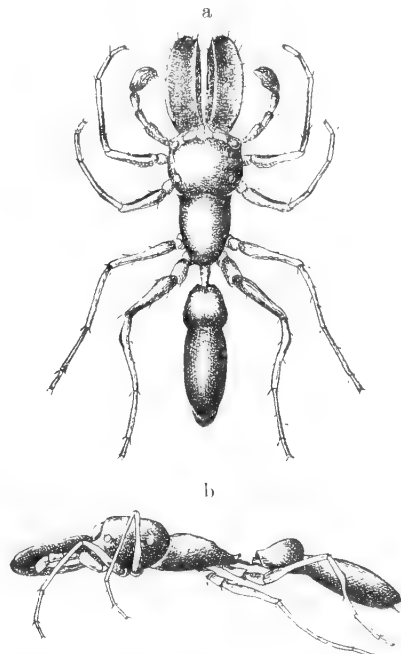


Fig. 3.

Myrmarchne formosana, eine ameisenähnliche Springspinne. a) von oben, b) von der Seite.

Aus Jacobi, Mimikry.

Lycinae (Fig. 4), als vielbenutzte Modelle für andere Insekten aus verschiedenen Ordnungen ausführlich gewürdigt worden ist, widmet sich die weitere Behandlung ausschließlich der Mimikry der *Schmetterlinge* unter sich. Die oft verblüffenden Ähnlichkeiten zwischen Tagfaltern aus ganz ver-

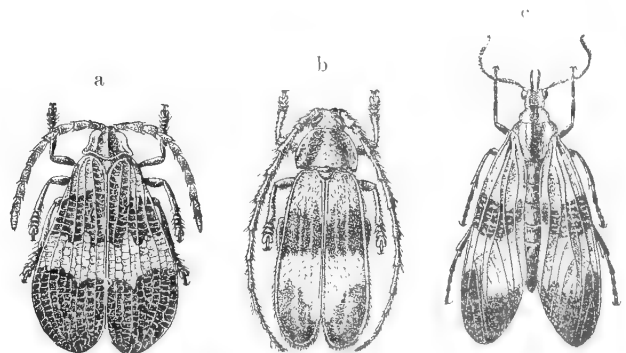


Fig. 4.

a) *Calopteron limbatum*, ein gemedener Käfer (Lycine) und seine Nachäffer.

b) *Pteroplatus lyciformis*, ein Bockkäfer.

c) *Correbria lyciformis*, ein Falterchen.

Aus Jacobi, Mimikry.

schiedenen Familien waren für *Bates* die Grundlage seiner Mimikrytheorie, die hierfür eine biologische Erklärung, völlig getragen vom Selektionsgedanken, bedeutete. Seitdem hat der Ausbau dieser Lehre, wesentlich in England vollbracht,

die Kenntnis der mimetischen Ähnlichkeiten unter den Lepidopteren sehr verfeinert; man hat manche solche Beziehungen auch unter den Heteroceren („Nachtfaltern“) entdeckt, und den als Müllersche Mimikry gehenden besonderen Vergesellschaftungen ist von *Poulton* und seinen Mitarbeitern mit solchem Eifer nachgespürt worden, daß dabei die ursprüngliche Auffassung stark in den Hintergrund gedrängt worden ist. Gegen diese darwinistische Behandlung hat sich schon früh eine ektogenetische gewendet, die von *Eimer* ausgebaut wurde und alle solche Ähnlichkeiten für reine Konvergenzergebnisse erklärt. Da es mir darauf ankam, die Gründe dieses und anderer Gegner möglichst unabhängig von den Einzeltatsachen sprechen zu lassen, habe ich den Stoff zunächst ohne kritische Seitenblicke behandelt und aus den beteiligten Familien jedesmal einige typische Beispiele in Wort und Bild vorgeführt. Außerhalb des systematischen Zusammenhanges durften dann diejenigen, von den Vertretern der selektionistischen Erklärung besonders geschätzten, Fälle geschildert werden, wo die einzelnen Formen einer polymorphen Art bald mimetische Anlehnung zeigen, bald nicht, ferner die Nachäffung mehrerer Vorbilder innerhalb eines polymorphen Artverbandes, und auch der Annahme, daß schon ausgestorbene Tagfalter bildlich noch in gewissen mimetischen Arten fortleben, ist gedacht worden.

Die vom Äußeren abgeleiteten Schlüsse auf die mimetische Umbildung von Faltern bedürfen zunächst der Stütze durch Beobachtungen, ob die Vorbilder wirklich so wenig verfolgt werden, daß die Ähnlichkeit mit ihnen den Nachäffern Vorteil bringt. Als Verfolger werden von den Vertretern der Theorie immer an erster Stelle oder ausschließlich die Vögel genannt, und ich bin dieser Annahme in den nächsten Betrachtungen vorläufig beigetreten, um die erhobenen Einwände als die über Gültigkeit des Lehrgedankens entscheidende Frage am Schlusse im Zusammenhange zu behandeln. Für die widrige Geschmackswirkung immuner Schmetterlinge auf Vögel geben eine ganze Reihe von Tatsachen aus Natur und Zwinger Bekräftigung, und zwar in bemerkenswertem Gegensatz zur menschlichen Empfindung; zu jenen unmittelbaren Beweisen tritt eine Reihe von weiteren Eigenschaften, die einen nahen Zusammenhang mit der Immunität andeuten: enge verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit der gemiedenen Formen, deren Farbleid wenigen, aber scharf gezeichneten Typen entspricht, sie also leicht erkennbar macht; schwache Flugfähigkeit und öffentliches Vorkommen bei geringer Scheuheit, dazu ungemeine Lebenszähigkeit und meist große Häufigkeit. Auch die Eigenschaften der Nachahmer sind vielfach von grundsätzlicher Bedeutung, z. B. das schroffe Herausfallen ihrer Tracht aus dem Habitus ihrer nächsten Verwandten und ihre oft riesige Seltenheit gegenüber den übrigen Mitgliedern der Gruppe. Nachdem war nochmals näher auf die biologischen Grundlagen der Müllerschen Mimikry einzugehen, die zunächst auf die Voraussetzung zurückgeht, daß

junge Vögel den Unterschied zwischen widrigen und genießbaren Falterarten erst kennen lernen müssen, und dann die Vorteile gemeinsamer Warntracht für zwei immune Arten rechnerisch ermittelt.

Nachdem der Leser einen Überblick des Materials von festgestellten Tatsachen und darauf errichteten Annahmen bekommen hat, kann er eine Darlegung der Gründe und Nachweise beanspruchen, die dem Lehrgebäude der Schmetterlingsmimikry zur Stütze gereichen und endlich eine Würdigung der Einwände, die gegen diese Anwendung der Theorie erhoben worden sind. Was zunächst die *Beweise für ihre Richtigkeit* angeht, so lassen sie sich größtenteils in entsprechender Anwendung auch auf die anderen, mimetische Mitglieder zählenden Tierklassen übertragen, so daß dem Ganzen nicht noch einmal nähergetreten zu werden braucht. Hier kann nur angedeutet werden, daß den mimetischen Angleichungen eine Reihe sehr beachtenswerter Eigenschaften systematischer, zoogeographischer und soziologischer Art parallel geht, und daß die stete Wiederkehr dieser Eigenschaften gerade bei den angenommenen Mimikryfällen — und zwar nur bei ihnen — eine starke Bekräftigung für die ganze Annahme bildet.

Unter den *Angriffen* auf die Schlußfolgerungen der Mimikristen sind diejenigen rasch zu erledigen, die aus der manchmal erstaunlichen Unbekanntheit der Gegner mit den Voraussetzungen und leitenden Gedanken der Theorie entspringen; jene steht manchmal in starkem Gegensatz zur Überlegenheit des Tones, in dem die Einwände gehalten werden. Dagegen verdient eine Reihe sachlicher Einwände ernstliche Beachtung. Wenn hier und da behauptet wird, daß das Herausfinden aller jener Ähnlichkeiten nur eine menschliche Gefühlsache sei, die im Benehmen der Tiere, insbesondere der Verfolger, keine Bestätigung finde, so muß leider anerkannt werden, daß der Entdeckungseifer der Mimikryfanatiker allerdings bisweilen Seitensprünge macht, die an Irrwahn grenzen. Abgesehen von solchen Übertreibungen sind aber der tatsächlichen Beobachtungen nicht wenige, die auf eine Gleichheit der Wahrnehmungen bei Mensch und Tieren in jener Hinsicht schließen lassen. Hierhin gehört auch die Behauptung, daß die fraglichen Ähnlichkeiten zu lückenhaft seien, um Verfolger zu täuschen. Dann war nochmals die gänzlich ablehnende, auf dem Konvergenzprinzip fußende Stellungnahme *Eimers*, *Piepers* und anderer zu erörtern, danach die neolamarckistische Gegentheorie, die ebenfalls auf Konvergenzerscheinungen hinauswill. Endlich hatte ich dem schwerwiegendsten aller Einwände Rechnung zu tragen, der die darwinistische Ableitung der mimetischen Parallelen mit der Behauptung verwirft, daß die Naturzüchtung in der Richtung mimetischer Angleichung gar nicht wirken könne, weil die für Farben, Formen und Bewegungen sinnesempfindlichen Insektenfresser, insbesondere die Vögel, überhaupt kaum Schmetterlingen nachstellten. Hierbei mußte ich nicht nur auf einen stattlichen Vorrat von Literaturangaben hinweisen, der solche

radikale Ablehnung durchaus unstatthaft macht, sondern ich glaubte auch auf die Möglichkeit eingehen zu sollen, daß die Mimikryerscheinungen nicht mehr unter dem Selektionsbereiche heutigen-tags wirksamer Naturvorgänge stehen, sondern einem Daseinskampfe mit wesentlich anderer Machtverteilung ihre jetzige Ausprägung verdanken.

Ob ich es erreicht habe, zu den vielen bedenklichen Punkten des Gegenstandes, zu den über nüchtern-wissenschaftliche Beobachtung hinausgehenden Schlußfolgerungen der Bearbeiter, eine kritisch-unparteiliche Stellung zu gewinnen, sei den Lesern des Buches zur Entscheidung gegeben. Hier war nur mein Auftrag, sie mit diesem Auszuge auf den Stoffumfang und die Richtungspunkte seiner Behandlung hinzuweisen.

Praeformation und Epigenese in der tierischen Entwicklung.

Von Dr. Kurt Marcus, Hamburg.

Die moderne Erbllichkeitsforschung hat vor allen Dingen an zwei Gesichtspunkte angeknüpft und, von ihnen ausgehend, zwei Forschungsrichtungen bevorzugt; nämlich einmal die Analyse der als Resultate der Vererbung auftretenden Erscheinungen (Bastardforschung) und zweitens die cytologische Analysis der Geschlechtszellentwicklung und des Befruchtungsvorganges. Haben beide, wie ja bekannt, auch außerordentliche Erfolge aufzuweisen, so kann man sich doch dem Eindruck nicht verschließen, daß hier viel zu einseitig vorgegangen worden ist. Die Bastardforschung kann sich nur mit Form- und Eigenschaftsverschiedenheiten befassen, die im Verhältnis zum gesamten Organismus fast verschwindend sind, so vor allem mit der Farbe, weniger schon mit Größen- und Formverhältnissen einzelner Teile. Auf die Frage: wie geht die Vererbung lebenswichtiger Organe und Eigenschaften vor sich? wird sie uns nie Auskunft geben können, da wir ja stets einen Partner zum Kreuzungsexperiment brauchen, dem die betreffende Eigenschaft fehlt. In solchen Fällen kann auch die cytologische Analysis nichts helfen. Wir sind einzig und allein auf das möglichst exakte Studium der *Ontogenie* in ihren einzelnen Stadien angewiesen, und gerade dieses ist — wenigstens im Hinblick auf die Vererbung — bisher stark vernachlässigt worden. Die Frage lautet präziser: Wie müssen sich die Entwicklungsvorgänge gestalten, damit aus dem werdenden Organismus ein seinen Eltern mehr oder weniger ähnlicher wird? Faßt man diesen Gesichtspunkt näher ins Auge, so muß eine Vorfrage erledigt werden und diese lautet: Ist die Ontogenese als Praeformation oder als Epigenese aufzufassen?

Diese Streitfrage ist schon sehr alt und leitet sich aus dem Gegensatz zwischen den Evolutionisten und den Epigenetikern älteren Schlages her. Jene nahmen eine bis ins kleinste gehende Vorbildung des künftigen Organismus im Keim an, so daß nur eine Größenzunahme stattzufinden braucht, wogegen

diese, deren erster *Caspar Friedrich Wolff* war, einen absoluten Gegensatz zwischen Keim und ausgebildetem Organismus postulierten. In neuerer Zeit schien die Lehre von der Praeformation, die sich von der alten Evolutionstheorie herleitet, allgemein zum Siege gelangt zu sein, da sie vor allen Dingen von den Entwicklungsmechanikern und den Mendelianern als zu Recht bestehend und am besten mit den Tatsachen harmonisierend angenommen wurde.

Die Begriffe Praeformation und Epigenese sind selten knapp und exakt definiert worden, was die Quelle zu endlosen Unklarheiten und Verwechslungen geworden ist. Ganz allgemein kann man als Praeformation eines Organismus im Keim die Annahme gewisser *Entwicklungspotenzen* bezeichnen, die die Aufgabe haben, die einzelnen Organe und Eigenschaften in ihrer Ausbildung — und dadurch mittelbar den Gesamtorganismus — zu bestimmen. Potenz ist hier allgemein gefaßt, etwa gleichbedeutend mit „Fähigkeit zu“, und daher der „Anlage“ in dem Sinne, wie dieser Begriff gewöhnlich gebraucht wird, übergeordnet. Die Art der Potenzen und ihre Wirkungsweise wird von verschiedenen Forschern verschieden angenommen, worauf weiter unten näher eingegangen werden soll.

Die Zahl der Vertreter der Epigenese ist nie groß gewesen. Ihr Begründer — wenigstens auf der Grundlage moderner Forschung — ist *Haeckel* gewesen, und in neuester Zeit hat *Greil*¹⁾ seine Forschungen weitergeführt und mit den neuesten Tatsachen der Wissenschaft in Zusammenhang gebracht. Um es vorwegzunehmen, sei gesagt, daß die Epigenetiker von Potenzen absehen, und daß die Entwicklung nur von allgemeinen Ursachen bestimmt wird, die weiterhin darzulegen sein werden.

Greil geht von der Ansicht aus, daß kein prinzipieller Gegensatz zwischen Protozoen und Metazoen vorhanden sei. Der einzige Unterschied ist der, daß den Protozoen die Fähigkeit abgeht, nach jeder Teilung die entstandenen Tochterzellen in einem Zellverband zusammenzuhalten. Wäre dies möglich, so könnte es ohne weiteres zur Blastula- und Gastrulabildung kommen, und durch Differenzierung der weiterhin entstandenen Zellkomplexe in Anpassung an die Funktion der sich bietenden Gelegenheit eventuell sogar in einem Zuge vom Protozoon aus bis zum primitiven „Urfisch“ (!). Von Wichtigkeit wäre in einem solchen Verlaufe das Auftreten der Fortpflanzung, da eine rückschreitende Entdifferenzierung nicht anzunehmen ist. Während der Entwicklung bleiben einige Zellen ohne funktionelle Beanspruchung; sie behalten daher ihre sämtlichen unicellulären Fähigkeiten, mästen sich, und, bei irgend einer Gelegenheit aus dem Zellverband ausgestoßen, beginnen sie mit Teilungen auf parthenogenetischem Wege. Wird ein solches Ei mit Reservesubstanzen überladen, so verliert es die Möglichkeit der Entwicklung, macht vergebliche Versuche sich zu teilen (Reifeteilungen) und wird erst durch die Einführung des mit großer Teilungsenergie begabten Spermatozoons dazu ge-

1) Richtlinien des Entwicklungs- und Vererbungsproblems. 2 Bde. Jena 1912.

bracht, die Teilungen wieder aufzunehmen. Diese Auffassung ist der gewöhnlichen Betrachtungsweise, die die geschlechtliche Fortpflanzung als die primäre gegenüber der parthenogenetischen ansieht, und die den Reifeteilungen eine ganz andere Bedeutung beimißt, gerade entgegengesetzt. Die weitere Entwicklung, besonders innerhalb enger Eihüllen, bringt Beengungen mit sich, die zu Faltenbildungen führen. Die so gesonderten Zellkomplexe kämpfen miteinander nach dem Maße ihrer Teilungsgeschwindigkeit um den vorhandenen Raum und werden so zu den Anlagen der Organe. Es findet dann eine Differenzierung der Zellen statt, die eine bestimmte Tätigkeit ausüben, während die übrigen bis dahin in jeder Zelle vorhandenen unicellulären Fähigkeiten allmählich schwinden.

Die für die epigenetische Entwicklung notwendigen Bedingungen sind folgende: unicelluläre Fähigkeiten der Geschlechtszellen und ihrer Abkömmlinge, durch den Eibau gegebene Ausgangssituation für die Entwicklung (polar-bilateraler Eibau soll z. B. zur Chordonierorganisation führen), Vererbung des elterlichen Chemismus, Induktion der Teilungsgeschwindigkeit durch das Spermatozoon. Einzig und allein auf dieser Grundlage schafft die Epigenese den neuen Organismus. Im übrigen betont *Greil* bis zum Überdruß immer und immer wieder, daß das „Heinzelmännchenspiel“ mit Anlagen und dergleichen „Mystika“ zur Entwicklung absolut nicht notwendig sei.

Es sei gleich an dieser Stelle erwähnt, daß *Greil* in einem besonderen Teil seines Buches die Anwendung der Prinzipien der Epigenese auf die verschiedenen biologischen Probleme macht. Er sucht die Ursache der Variabilität in Variationen der Eibildung, resp. des Ernährungszustandes der Mutter während der Embryonalentwicklung bei viviparen Tieren. Gerade hierbei kommt das Wirken der Epigenese sehr stark zur Geltung, da anfänglich ganz minimale Abweichungen im Laufe der Entwicklung zu relativ beträchtlichen Unterschieden im ausgewachsenen Organismus führen können. Die bestimmenden Ursachen für die Ausbildung des Geschlechts werden durch Verschiedenheiten der Eiverproviantierung gegeben, und die Geschlechtsbestimmung durch Heterochromosomen so gedeutet, daß das X-Chromosom bei den Zellteilungen einen Ballast bilde, der dieselben verlangsamt, aber nicht etwa der Träger einer das Geschlecht bestimmenden Anlage sei. Die geringe Schnelligkeit der Zellteilungen soll für das weibliche Geschlecht charakteristisch sein. An einer anderen Stelle wird eine dritte Möglichkeit erwogen; der Chemismus des väterlichen Keims kämpft mit dem des mütterlichen um den Vorrang und der obsiegende Teil bestimmt das Geschlecht.

Die Vererbung wird zerlegt in *Ererbung* (die Erbgüter wurden oben bereits angeführt) und *Erwerbung*, d. h. das Erbe schafft die Disposition zur Erwerbung gleicher oder ähnlicher Eigenschaften, wie die der Eltern. Für besonders wichtig hält *Greil* die Vererbung des Chemismus, da seiner Wirksamkeit das Wiederauftreten der Art- und Individualcharaktere zuzuschreiben sei. Er betont aber

selbst, daß das eine Hypothese sei, der wir erst mit tieferem Eindringen in die physiologische Chemie näher kommen können. Wenn sich diese Grundlage als richtig erweisen sollte, so könnte man auf ihr fußend auch zu einer Erklärung der Vererbung erworbener Eigenschaften gelangen. Erworbene Eigenschaften einschließlich der Verstümmelungen können vererbt werden, falls durch sie eine Veränderung des Gesamtchemismus des Organismus herbeigeführt wird. Ähnlich könnte man dann die Möglichkeit des Auftretens der *Telegonie* (Keimesinfektion) erklären, da die Mutter sich in ihrem Chemismus den Anforderungen der sich in ihrem Uterus entwickelnden Embryonen anpassen soll, was auch auf den nächsten Wurf noch eine Einwirkung hervorbringen könnte.

Selbstverständlich lehnt *Greil* die Ergebnisse der Bastardforschung, da sie auf der Hypothese von der Reinheit der Gameten in bezug auf die allelomorphen Eigenschaftsanlagen beruhen, vollkommen ab und hält die sich aus den Kreuzungsexperimenten ergebenden Zahlenverhältnisse für unexakt und mehr oder weniger zufällig. Überhaupt hält er die Erforschung der Vererbungsregeln und die Aufstellung von Formeln für eine Beschäftigung, die man ruhig „Laien überlassen“ könne. In seinen Augen ist eben einzig und allein die Analyse der ontogenetischen Entwicklung für die Erforschung der Erbllichkeit von Wert.

Greil verspricht in diesem rein theoretischen Buch eine ausführliche Arbeit, die dessen tatsächliche Unterlagen bringen soll. Es ist immer eine sehr mißliche Sache, wenn so die Ableitung der Theorie vor den Tatsachen gebracht wird. Es bleibt so ziemlich alles anfechtbar, was in dem Buch steht. Und wenn *Greil* die Praeformisten bezichtigt, sie brauchten die Anlagen als Heinzelmännchen, so kann man ihm nur erwidern, daß seine Operationen mit dem Chemismus und dessen Vererbung durchaus nichts anderes sind. Solche Spekulationen sind durchaus verfrüht, wenn nicht vorher der Boden der Tatsachen in viel gründlicherer Weise beackert wird, als bisher, und daran fehlt noch sehr viel. Einen Anfang hat hier *Gebhardt* gemacht, der in einer interessanten Mitteilung auf dem Hallenser Zoologenkongreß²⁾ auf die auffallenden Ähnlichkeiten zwischen den Zeichnungen vieler Schmetterlingsflügel und den eigentümlichen Niederschlagsphänomenen, die *Liesegang* in Kolloiden erhielt, hinwies.

Die Praeformationslehre hat, wie früher, so auch heute, eine große Zahl von Anhängern gehabt. Einer ihrer extremsten Vertreter ist *Weismann*, der, auf *Darwins* Pangenestheorie fußend, sein umfassendes Gebäude der Keimplasmalehre errichtet hat, ein erdachtes System, das viele Gegner, aber auch viele Anhänger gefunden hat. In abgeänderter Form haben es viele Entwicklungsmechaniker übernommen. Sind die Anlagesubstanzen einmal als notwendig für die Vererbung postuliert, so gibt es nur noch das Lokalisationsproblem: Ist

²⁾ Verh. d. deutschen zoologischen Gesellschaft, 22. Versammlung in Halle. Leipzig 1912.

der Kern (evtl. das Kernchromatin) Träger der Erbmasse, oder gibt es im Plasma organbildende Keimbezirke (die sogen. Mosaiktheorie)? Im einzelnen auf den Streit um diese Frage einzugehen, ist an dieser Stelle nicht notwendig; es sei aber erwähnt, daß die Lösung nach einer neuen Untersuchung von *Goldschmidt*¹⁾ auf der Mittellinie zu liegen scheint. Dieser fand nämlich, daß bei von *de Vries* zuerst gezüchteten Bastarden zwischen zwei Nachtkerzenarten, *Oenothera muricata* und *Oe. biennis*, ein Fall von Merogonie eintritt, d. h. die Samenanlagen der einen Art entwickeln sich mit einem Kern der andern Art. Bei solchen Bastarden war der Habitus im allgemeinen dem Elter ähnlich, von dem der Kern stammte, doch zeigten sich in jeder Hinsicht Einschlüsse, die auf den andern Elter wiesen, ein Beweis, daß sowohl der Kern als auch das Plasma an der Vererbung beteiligt sind. Leider liegen die Goldschmidtschen Resultate bisher erst in einer kurzen Mitteilung vor; doch werden sicher weitere Analysen, die an diesem Punkt einsetzen, uns wertvolle und weitgehende Aufschlüsse über das Wesen der Vererbung bringen können.

Auch die Mendelianer sind selbstverständlich Anhänger der Hypothese von dem Vorhandensein materieller Erbanlagen, beruht doch bekanntlich die Möglichkeit der Erklärung der bei der Mendelschen Spaltung in die Erscheinung tretenden Zahlenverhältnisse auf der Annahme, daß die in einem Individuum vorhandenen gemischten Anlagen bei der Gametenbildung (zumeist wird angenommen, bei der Reduktionsteilung) getrennt auf dieselben verteilt werden.

Es ist hier nicht am Platze, im einzelnen auf die Vorstellungen einzugehen, die sich die verschiedenen Forscher über die Anlagesubstanzen gebildet haben. Interessant dürfte es vielleicht sein, darauf hinzuweisen, wie neuerdings die Anlagesubstanzen mit der Dominanz und Rezessivität in Verbindung gebracht werden. *Plate*²⁾ nimmt an, daß zu jedem Gen ein Enzym gehört, das in aktivem Zustand bei Heterozygoten die dominanten Eigenschaften auslöst, inaktiv geworden dagegen den rezessiven Charakter erscheinen läßt. Allerdings, wodurch weiterhin der Mechanismus der Aktivität und Inaktivität der Enzyme in Tätigkeit gesetzt wird, muß vorläufig noch eine offene Frage bleiben.

Es ist nicht zu leugnen, daß durch die Annahme von ultramikroskopischen Erbfaktoren materieller Art, denen mit den Hilfsmitteln der Technik absolut nicht beizukommen ist, der Forschung die Hände gebunden werden, da der indirekte Weg über sehr unsicheren Boden führen muß. Vergleicht man aber, welche unendlichen Fortschritte die Chemie der Lehre von den Atomen verdankt, denen wir doch genau so hilflos gegenüberstehen, so kann man der Praeformationslehre keine geringe Bedeutung beimessen.

Vorsichtige Forscher haben auch hier einen Mittelweg eingeschlagen. Manche wollten keine

materiellen Anlagesubstanzen anerkennen, mußten aber immerhin zugeben, daß eine reine Epigenese doch nicht möglich sei. So hat z. B. der bekannte Amerikaner *Tower*¹⁾ davon gesprochen, daß „irgend ein Zustand in der physiko-chemischen Konstitution der Keimzellen vorhanden ist, welcher das Erscheinen von einem oder zwei Faktoren hervorruft, welche in vielen Fällen nötig sind, um in den späteren ontogenetischen Stadien ein bestimmtes Resultat zu erzielen“. Die Ähnlichkeit mit den Anschauungen der Praeformisten auf der einen Seite und mit denen, die *Greil* sich von der Bedeutung des Chemismus gebildet hat, auf der andern Seite, wird sofort auffallen. Bekanntlich hat sich auch *O. Hertwig* in verschiedenen Schriften zu dieser Frage geäußert. Auch er nimmt eine Mittelstellung ein, indem er die ersten Furchungsteilungen als unbedingt epigenetisch nachweist; doch findet er sich zu der Annahme einer sehr kompliziert gebauten Erbmasse gedrängt, die im Kern lokalisiert sein und die das Wesen jeder „spezifischen Artzelle“ ausmachen soll. Es findet also keine Verteilung der Anlagesubstanzen auf die verschiedenen Organe statt, was das Charakteristische bei der Auffassung der meisten Praeformisten und Mosaiktheoretiker ist, sondern jede Zelle enthält die gesamte Erbmasse. *Hertwig* kennzeichnet seinen Standpunkt, indem er von einer „praeformierten Epigenesis“ spricht.

Von einer ganz andern Seite hat neuerdings *Gurwitsch* in einem sehr interessanten Aufsatz: Die Vererbung als Verwirklichungsvorgang²⁾, diese Probleme beleuchtet. Während die Praeformisten die Gestalt als bedingt durch das Zusammenwirken der Teile, die im Ei durch die Anlagen vertreten werden, annehmen, behauptet *Gurwitsch* dagegen: die Teile werden durch das Ganze bestimmt, die Morphe ist unauflösbar. Nach ihm gibt es eine „praexistierende, dynamisch praeformierte Morphe“, und die endgültige Gestalt wirkt während der Entwicklung als Reiz, im Sinne von *Drieschs* Entelechie. Die die Entwicklung ausführenden Teile sind gleichwertig, ohne Vererbungsfaktoren, und führen nur die bei der Epigenese möglichen Entwicklungsbedingungen mit sich, von denen schon weiter oben die Rede war. Dadurch, daß die Elemente während der Ontogenese in eine gewisse Konfiguration gelangen, werden sie zur Differenzierung in diesem oder jenem Sinne veranlaßt. Wie aber die Übertragung dieser dynamisch praeformierten, also immateriellen Morphe auf die Nachkommenschaft durch das materielle Substrat der Keimzellen erfolgen könne, diese Frage stellt *Gurwitsch* als Problem auf, dessen Lösung vorläufig völlig aussichtslos ist. Für ihn handelte es sich in diesem Aufsatz nicht um Lösung von Problemen, sondern um Klärung von Begriffen.

Überblickt man die gewaltige Literatur, die die besprochenen Probleme behandelt, so kann man sich des eigentümlichen Eindrucks nicht erwehren, daß vom ersten Auftreten dieser Fragen ab bis in

¹⁾ Archiv für Zellforschung, Bd. IX, 1912.

²⁾ Vererbungslehre, Leipzig 1913.

¹⁾ Biological Bulletin, Bd. 18, 1910.

²⁾ Biologisches Centralblatt, Bd. 32, 1912.

die allerneueste Zeit die Spekulation eine herrschende Rolle gespielt hat, neben der die Beobachtung fast völlig verschwand. Die Zahl derjenigen Arbeiten, die Tatsachenmaterial zu diesen Problemen beitragen, ist sehr gering. Allerdings scheint es, daß ganz neuerdings auch hierin ein Wandel eingetreten ist, jedoch bedarf es noch langer Jahre angespanntester Arbeit vieler Forscher, um das nötige Material für die Beantwortung dieser Fragen zu schaffen. Eine Besprechung der Ausichten der einen und der andern Hypothese ist unnütz, eine Bevorzugung der einen zuungunsten der andern aber ganz unmöglich, da hierbei sich neue Spekulationen mit Notwendigkeit auf die alten häufen müssen.

Die europäische Halbinsel.

Vortrag, gehalten auf dem internationalen Geographenkongreß in Rom, April 1913.

Von Prof. Dr. Alex. Supan, Breslau.

Das Land erscheint bekanntlich in getrennten Massen, und zwar in zwei Größenordnungen: als Kontinente und Inseln. Die vier *Kontinente* sind die Alte Welt, Amerika, Australien und Antarktika. Die beiden ersteren gliedern sich wieder durch Landeinschnürungen in *Festländer* von kontinentalem Umfang: Eurasien und Afrika, Nord- und Südamerika, während bei Australien und wahrscheinlich auch bei Antarktika die Begriffe Kontinent und Festland zusammenfallen. Die Festländer mit denjenigen Inseln, die aus inneren Gründen als dazu gehörig betrachtet werden können, nennen wir *Erdteile*. Kontinente, Festländer, Erdteile und Inseln sind also die Grundbegriffe, mit denen die Geographie operiert, und die man scharf auseinanderzuhalten hat. Die Zersplitterung des Landes muß stets als die fundamentalste Tatsache der gegenwärtigen Erdoberflächengestaltung respektiert werden, gleichgültig ob damit geologisch und morphologisch Gleichartiges zerrissen wurde. Ebenso wenig zulässig ist das umgekehrte Verfahren, dem Europa seinen Rang als Erdteil verdankt.

Die Dreiteilung der Alten Welt stammt aus dem klassischen Altertum und hatte nur für den beschränkten Standpunkt des Mittelmeermenschen eine gewisse Berechtigung. Daß Europa kein Erdteil ist in dem Sinne wie Afrika oder die beiden Amerika, ist daher heutzutage allgemeine wissenschaftliche Überzeugung. Aber trotzdem hielt man an dem Begriff Europas als einer geographischen Einheit fest, und man prägte die Formel: Europa ist eine asiatische Halbinsel. Auch diese Auffassung ist unhaltbar. Der russischen Tafel fehlt jeder peninsulare Zug, sie ist nichts anderes als ein Stück des asiatischen Rumpfes. Will man von einer Halbinsel sprechen, so darf man diese Bezeichnung nur auf jenen Länderkomplex anwenden, der Mittel-, West- und Südeuropa umfaßt. Wir wollen ihn die *europäische Halbinsel* nennen, und wir rechnen dazu im weiteren Sinne auch die benachbarten Inseln, genau mit demselben Rechte, wie wir

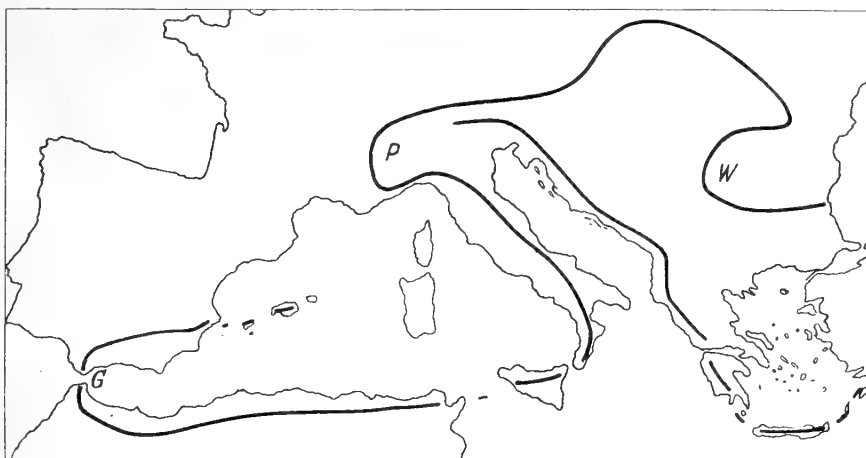
z. B. von Sizilien als einem italienischen Anhang sprechen. Mit feinem Verständnis hält der russische Sprachgebrauch an diesem Gegensatz zwischen dem russischen Rumpfstück und der europäischen Halbinsel fest: wenn ein Russe nach Westen reist, so sagt er, er gehe nach Europa.

Aber es ist nicht bloß die Verschmälerung und der maritime Charakter, die dieses eigentliche Europa auszeichnen. Wenn wir unter Baustil die Art der Anordnung der großen Gebirgsbögen ohne Rücksicht auf ihre Zusammensetzung und ihre geologische Geschichte verstehen, so kann man innerhalb des altweltlichen Hochlandgürtels geradezu von einem *europäischen* und einem *asiatischen Baustil* sprechen. Der asiatische wiederholt sich dreimal in den Hochländern Tibet, Iran und Anatolien. Das nördliche Randgebirge beginnt im W immer mit einem Südbogen, dann folgt ein Nordbogen, und darauf in Iran und Anatolien wieder ein Südbogen. Das südliche Randgebirge streicht in flachem Bogen nach NW und vereinigt sich mit dem nördlichen in den Gebirgsknoten von Armenien und des Pamir. In Anatolien ist dieser morphologische Charakterzug etwas verwischt, aber im Streichen des Haidar- und Sultan-Dagh und der Wasserscheide gegen das Ägäische Meer noch deutlich erkennbar. Am Ostrand ist die Übereinstimmung zwischen den drei Hochländern am wenigsten ausgeprägt, doch zeigt sich überall die Tendenz zu fächerförmigem Auseinandertreten. In ganz anderer Weise greifen die Faltenzüge auf der europäischen Halbinsel ineinander. Könnte man den asiatischen Baustil den Girlanden-, so könnte man den europäischen den Schlangentstil nennen. Besonders charakteristisch sind die scharfen Biegungen, die sich dreimal wiederholenden Rundbögen mit kurzem Radius, alle nach O geöffnet, ähnlich und doch anders wie die asiatischen Hochländer, von denen oben die Rede war. Die Ähnlichkeit des walachischen (*W* auf dem Kärtchen), piemontesischen (*P*) und Gibraltarbogens (*G*) ist auffallend genug. An die Stelle der von Randgebirgen umschlossenen Hochländer Asiens treten Einsturzbecken, so daß sich die europäische Halbinsel selbst wieder in eine Reihe von Halbinseln auflöst.

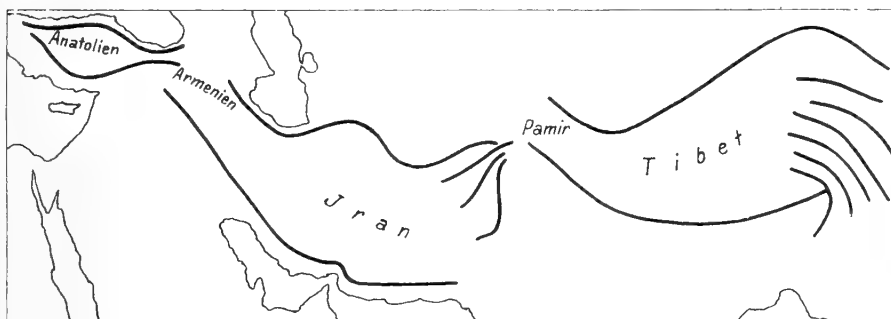
Die Fläche der europäischen Halbinsel beträgt ungefähr 3,9 Millionen Quadratkilometer; von allen Halbinseln der Erde kann sich nur die vorderindische mit ihr messen. Auch diese besitzt morphologische Selbständigkeit; sie gleicht der europäischen ferner in der dichten Besiedelung; beide Halbinseln sind Hauptentwicklungszentren der arischen Kultur geworden. Aber in einem Punkte besteht ein fühlbarer Gegensatz: die vorderindische ist eine angegliederte, die europäische eine abgegliederte Halbinsel. Über ihre Abgrenzung vom eurasiatischen Rumpfe kann man daher verschiedener Ansicht sein. Folgende wasserscheidende Linien, die am Schwarzen Meer ungefähr bei Odessa beginnen und die Ostsee unter 56° n. B. erreichen, dürften den wissenschaftlichen Anforderungen am besten entsprechen, obwohl auch sie nicht völlig einwandfrei sind: 1. die Wasserscheide zwischen dem Dnjestr und dem südlichen Bug, in dessen Taleinschnitt die granitische

Unterlage Südrußlands zum ersten Male zutage tritt, 2. die Wasserscheide zwischen dem Weichsel- und Pripetgebiet, die die West- und die Ostab-

das russische Rumpfstück davon abtrennen, anderseits darf die europäische Halbinsel wegen ihrer relativen Kleinheit dem übrigen Eurasien eben-



Europäischer Baustil. 1:30 Mill.



Asiatischer Baustil. 1:60 Mill.

dachung trennt, 3. die Wasserscheide zwischen dem Njemen, dem östlichen Haffluß der Ostsee, einerseits und dem Dnjepr, der Düna und Windau andererseits.

Nach unserer Auffassung ist also Europa weder ein Erdteil, noch eine asiatische Halbinsel. *Es ist überhaupt kein geographischer, sondern ein kulturgeschichtlicher Begriff*, und als solcher sehr wohl der Erweiterung fähig, wie ja in der Tat auch die Ostgrenze des europäischen Rußlands beträchtlich weit über den Ural hinübergreift. Dieses kulturgeschichtliche oder konventionelle Europa besteht aus zwei, oder, wenn man will, aus drei Teilen: der europäischen Halbinsel, der russischen Tafel und Fennoskandia, für dessen Vereinigung mit Rußland man auch einige morphologische Gründe anführen könnte. Vom anthropogeographischen Standpunkt betrachtet, kann man wohl auch heute noch mit einiger Berechtigung Europa als eine Einheit auffassen, dem auf der anderen Seite der Alten Welt Ostasien entspricht, aus den Erörterungen erdphysikalischer Natur sollte aber der Name Europa verschwinden. Wo es sich z. B. um Vergleiche handelt, wie betreffs der mittleren Seehöhe, des Küstenabstandes, der Gliederung u. dgl., muß stets *Eurasien als eine natürliche Einheit höherer Ordnung* erscheinen; man darf einerseits nicht mehr

sowenig gegenübergestellt werden, wie das ungefähr gleichgroße Vorderindien.

Der kolloide Schwefel.

Bericht nach einer von *Sven Odén* in den *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, ser. IV, vol. 3, Nr. 4, veröffentlichten Abhandlung.

Von Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg,
Clausthal i. H.

Einleitung.

Kolloidaler Schwefel ist bereits zu einer Zeit beobachtet worden, als von kolloidchemischer Betrachtungsweise physikalisch-chemischer Systeme noch nichts bekannt war. Er bildet sich immer dann, wenn solche Reaktionen stattfinden, die zur Entstehung elementären Schwefels führen, die Bedingungen für das Zusammentreten der Schwefelteilchen zu einheitlichen größeren Komplexen aber nicht erfüllt sind. Die beiden einfachsten und wohl auch am meisten angewendeten Methoden zur Herstellung kolloidaler Schwefellösungen bestehen in der Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Schwefeldioxyd (*Berthollet* 1798, *Selmi* 1844, *Wackenroder* 1846, *Debus* 1888) und in der spontanen Zersetzung der aus ihren Salzen in Freiheit gesetzten

Thioschwefelsäure (Engel 1891, Raffo 1908), und zwar befördert, wie *Sven Odén* festgestellt hat, eine möglichst hohe Konzentration der reagierenden Stoffe und vermutlich auch eine Erhöhung der Temperatur die Bildung feinteiliger, leicht in kolloidaler Lösung zu erhaltender Präparate. Die nach diesen Methoden hergestellten Sole bestehen meist aus Teilchen sehr verschiedener Größe, und *Odén* zerlegte daher die Präparate durch ein besonderes Fraktionierverfahren — fraktionierte Fällung mittels Chlornatrium — in Fraktionen von praktisch gleicher Teilchengröße, ein Verfahren, das auf Abhängigkeit der Koagulation des kolloidalen Schwefels von der Teilchengröße und auf der vollkommenen Reversibilität der Koagulation des Kolloids bei Anwendung von Kochsalz als Koagulierungsmittel beruht: Man braucht den durch Kochsalz erhaltenen Niederschlag von Schwefel nur mit reinem Wasser zu behandeln, damit er wieder in Lösung gehe.

Die sehr sorgfältigen und umfassenden Untersuchungen, die *Odén* an seinen meist etwas kochsalzhaltigen Lösungen angestellt hat, beziehen sich einerseits auf die physikalischen Eigenschaften der Lösungen, andererseits auf die Zustandsänderungen, die sie unter der Einwirkung verschiedener Faktoren erleiden.

Die physikalischen Eigenschaften der kolloidalen Schwefellösungen.

Das spezifische Gewicht der kolloidalen Schwefellösungen ist annähernd proportional ihrer Konzentration und von der Teilchengröße, wie es scheint, unabhängig. Die Bestimmung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten ergab das wichtige Resultat, daß, wenn durch Temperaturerniedrigung partielle Koagulation der kolloidalen Lösungen erfolgt, sich diese — reversible — Koagulation nicht durch eine Diskontinuität der Temperatur-Dichte-Kurve zu erkennen gibt, d. h. daß die reversible Koagulation keine Volumänderung mit sich bringt.

Aus den zahlreichen Messungen der inneren Reibung ergibt sich folgendes: Der reziproke Wert der inneren Reibung konzentrierterer kolloidaler Schwefellösungen, also ihre „Fluidität“, nimmt mit steigender Temperatur fast linear ab, in verdünnten Lösungen ist die Fluidität-Temperatur-Kurve gegen die Temperaturachse schwach gekrümmt. Bei gleicher Teilchengröße sollte nach den theoretischen Entwicklungen von *Einstein* und *Hatschek* die Abhängigkeit der inneren Reibung von Flüssigkeitssystemen mit suspendierten Teilchen durch die Gleichung

$$\eta = \eta_1(1 + k f)$$

wiedergegeben werden, in der η die innere Reibung der Suspension, η_1 die der reinen Flüssigkeit, k eine Konstante und f das Verhältnis des Volumens der suspendierten Teilchen zum Gesamtvolumen des ganzen Systems darstellt. Von der Größe der Teilchen sollte die innere Reibung unabhängig sein. Die Versuche ergaben, daß diese Theorie auf die kolloidalen Schwefellösungen nicht anwendbar ist, indem insbesondere die innere Reibung der Systeme

mit wachsendem Verteilungsgrade zunimmt. Mit der Koagulation ist eine starke Erhöhung der inneren Reibung verbunden.

Die Oberflächenspannung der kolloidalen Schwefellösungen ist auch bei sehr hohen Konzentrationen gleich der Oberflächenspannung des reinen Wassers. Der Kochsalzgehalt, der in dem konzentriertesten der untersuchten Sole mit 45 % Schwefel 3,3 % betrug, hatte ebenfalls keinen Einfluß auf die Oberflächenspannung, obwohl dieselbe Salzmenge, wenn sie in reinem Wasser gelöst worden wäre, die Oberflächenspannung des Lösungsmittels um etwa 7 % erhöht hätte. Die Ursache für diese überraschende Erscheinung dürfte darin zu suchen sein, daß auch in den Lösungen das Salz von den Schwefelteilchen durch Adsorption festgehalten wird, nicht aber im Wasser frei gelöst ist.

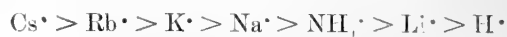
Das Lichtbrechungsvermögen der kolloidalen Schwefellösungen ist dem Schwefelgehalte proportional.

Die Zustandsänderungen der kolloidalen Schwefellösungen.

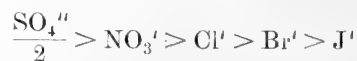
Von besonderem Interesse sind *Odéns* Untersuchungen über die Zustandsänderungen der kolloidalen Schwefellösungen, vor allen Dingen die über die reversible Koagulation.

Reversible Koagulation tritt bei konstanter Temperatur durch Erhöhung der Salzkonzentration in der Lösung und bei konstantem Salzgehalt durch Erniedrigung der Temperatur ein.

Koagulation durch Erhöhung des Salzgehaltes ist eine Ionenwirkung, denn nicht oder nur sehr schwach dissoziierte Salze wie Quecksilbercyanid, Quecksilberchlorid, Kadmiumbromid oder Kadmiumjodid wirken überhaupt nicht oder nur schwach fällend. Die Wirkung der Ionen läßt sich folgendermaßen kurz zusammenfassen: Kationen üben, da der Schwefel ein negatives Kolloid ist, eine koagulierende, Anionen eine peptisierende Wirkung aus. Da ein Salz immer aus einem Anion und einem Kation besteht, so findet eine Konkurrenz zwischen der Wirkung der beiden Ionen statt, in der je nach den Umständen das Anion oder das Kation den Sieg davontragen kann; vergrößert man aber die Konzentration des Salzes immer mehr, so tritt schließlich immer Koagulation ein: „Da bei Vermehrung der Elektrolytkonzentration die Kationen- und die Anionenkonzentrationen in gleicher Weise zunehmen und bei allen Elektrolyten schließlich die koagulierende Wirkung der Kationen überwiegt, so folgt daraus, daß sich die Wirkung der Ionen nicht rein additiv und proportional den vorhandenen Ionenmengen ausdrücken läßt.“ Nach den Versuchen *Odéns* und unter Heranziehung der mit ihnen in Übereinstimmung stehenden Versuche von *Raffo* und *Mancini* lassen sich die Kationen nach ihrer koagulierenden Wirkung in die Reihe



und die Anionen nach ihrer peptisierenden Wirkung in die Reihe



ordnen. Es werden also bei gegebenem Anion die Cäsiumsalze am stärksten fällend, bei gegebenem Kation die Sulfate am besten lösend wirken.

Durch diese verschiedene Wirksamkeit der einzelnen Ionen werden die Erscheinungen bestimmt, welche bei gleichzeitiger Wirkung mehrerer Salze eintreten. Als Beispiel sei die in Fig. 1 schematisch dargestellte Beeinflussung angeführt, die die Fällungswirkung von Kaliumchlorid durch andere Chloride erleidet. In der Abbildung gibt die Ordinate die Menge Kaliumchlorid an, die zur Fällung einer gegebenen Menge einer gegebenen Schwefellösung erforderlich ist, und die Abszisse die Menge des zweiten Chlorids, das neben dem Schwefel und dem Kaliumchlorid in der Lösung vorhanden ist.

Liegt ein reines, von fremden Elektrolyten freies Schwefelsol vor, so ist die zur Koagulation nötige Menge Kaliumchlorid durch die Ordinate OA gegeben. Enthält die Lösung aber Salzsäure, so tritt Koagulation erst bei höherer Kaliumchlorid-

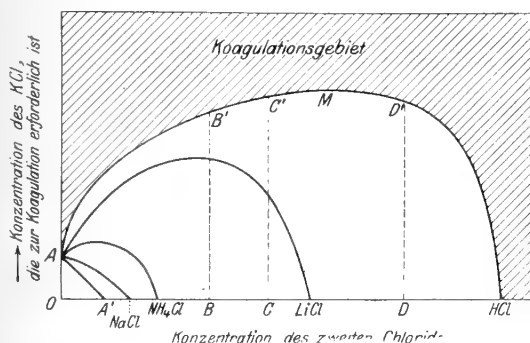


Fig. 1. Beeinflussung der koagulierenden Wirkung von Kaliumchlorid auf kolloidale Schwefellösungen durch ein anderes Chlorid in schematischer Darstellung.
Nach Sven Odén.

menge ein, und zwar entsprechen den Salzsäuremengen OB , OC , OD usw. als zur Koagulation erforderlich die Kaliumchloridmengen BB' , CC' , DD' usw. Die Strecke $O-HCl$ gibt die Menge Salzsäure an, welche bei Abwesenheit von Kaliumchlorid die Koagulation hervorrufen würde. Die Kurve $AB'C'D'$. . . hat, wie die Abbildung zeigt, ein Maximum bei M . Ganz analog wie die Salzsäure verhalten sich Lithiumchlorid, Chlorammonium usw., nur ist die Beeinflussung bei diesen Salzen nicht so stark, wie bei der freien Säure. Zusätze von Chlornatrium bringen stets eine Verkleinerung der kritischen Koagulationskonzentration des Chlorkaliums hervor; die Verminderung der Wirkung drückt sich in diesem Falle darin aus, daß die Kurve $A-NaCl$ ganz oberhalb der Geraden AA' verläuft. Die in der Odénschen Originalzeichnung angegebene Fortsetzung $A-KCl$ der Kurve $HCl-D'C'B'A$ hat keine physikalische Bedeutung¹⁾.

¹⁾ Die Abszisse gibt an, wieviel Chlorid vor der Hinzufügung des koagulierenden Kaliumchlorids bereits in der Lösung vorhanden war. Dies gilt ebenso wie für die Salzsäure, das Lithiumchlorid natürlich auch für etwa schon vorher in der Lösung vorhandenes Kaliumchlorid, und in diesem Falle hat man, um Koagulation

Die Kurven, welche den Einfluß von Rubidium- und Cäsiumchlorid auf die Fällung des Kolloids durch Kaliumchlorid angeben, müssen in ihrem ganzen Verlaufe unterhalb der Geraden AA' liegen.

Die Erklärung für diese Tatsachen liegt in dem bekannten Umstande, daß der Koagulation eine Adsorption des Koagulators vorausgeht, wie denn in der Tat das Schwefelkoagulum erhebliche Mengen der Salze bei der Koagulation aufnimmt, und bei Anwesenheit mehrerer verschiedener Salze eine gegenseitige Verdrängung stattfindet: Bei Anwesenheit von Salzsäure adsorbiert der Schwefel z. B. unter sonst gleichen Bedingungen weniger Kaliumchlorid als bei deren Abwesenheit. Wenn die verschiedenen Salze verschieden stark fällend wirken, so liegt das daran, daß sie verschieden stark adsorbiert werden und der Eintritt der Koagulation die vorhergehende Adsorption äquivalenter Mengen voraussetzt: Die nach der Koagulation in dem Schwefelkoagulum vorhandenen Mengen der verschiedenen Salze sind einander äquivalent, Tatsachen, die auch schon bei anderen Gelegenheiten beobachtet worden sind.

Daß bei der Koagulation einer kolloidalen Lösung durch einen Elektrolyten die Koagulation erst einsetzt, sobald die Konzentration des Elektrolyten in der Lösung einen Minimalwert überschritten hat, ist eine seit langem bekannte Tatsache. Hat die Koagulation einmal begonnen, so setzt sie sich, wie *Odén* an seinem Kolloid feststellen konnte, so lange fort, als die infolge der Adsorption des Koagulators durch das sich bildende Koagulum während des Koagulationsvorganges selbst dauernd sinkende Konzentration des Koagulators in der Lösung noch oberhalb jenes Minimalwertes bleibt: in dem Augenblick, wo der Minimalwert erreicht wird, hört die Koagulation auf. Je größer die Einzelteilchen in einer Lösung sind, um so leichter werden sie durch Elektrolyte gefällt.

Außer durch Erhöhung der Salzkonzentration läßt sich, wie bereits bemerkt wurde, bei konstantem Salzgehalt Koagulation auch durch Temperaturerniedrigung bewirken. Die Schwefelmenge, welche eine gegebene Menge Wasser bei verschiedenen Temperaturen in kolloidaler Lösung aufzunehmen vermag, nimmt, wie Fig. 2 zeigt, mit der Temperatur stark zu, und zwar ist, wie schon *Svedberg* festgestellt hat, bei einem einheitlichen, gleichkörnigen Schwefelpräparat die Menge Schwefel S , welche 100 ccm des Wassers bei der Celsius-temperatur t zu lösen vermögen, durch eine Exponentialgleichung

$$S = e^{k(t-t')}$$

gegeben, in der e die Basis der natürlichen Logarithmen, k und t' zwei das System charakterisierende

zu bewirken, zu dem bereits vorhandenen, durch die Abszisse gemessenen Kaliumchlorid noch soviel durch die Ordinate gemessenes Kaliumchlorid hinzuzufügen, daß im ganzen die Menge OA in der Lösung ist. Die Linie, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Summe von Abszisse und Ordinate eines jeden ihrer Punkte gleich OA ist, ist, wie eine einfache Überlegung zeigt; die gerade Verbindungslinie zwischen A und A' , wenn $OA' = OA$ ist.

Konstanten sind. Die Löslichkeitskurve des Schwefelkolloids hat eine überraschende Ähnlichkeit mit der Löslichkeitskurve kristallisierter Stoffe und mit der ja analogen Dampfdruckkurve reiner Flüssigkeiten.

Allerdings gilt diese einfache Gesetzmäßigkeit nur für gleichkörnige Schwefelkolloide. Die Löslichkeit des kolloidalen Schwefels hängt nämlich, wie *Odén* gefunden hat, unter sonst gleichen Bedingungen, wesentlich von der Korngröße des Schwefels ab, und es lagern sich daher, wenn das Kolloid aus Teilchen von verschiedener Größe besteht, die Löslichkeitskurven der Einzelteilchen des Gemisches übereinander, sodaß dem Beobachter die einfachen Gesetzmäßigkeiten entgehen. Besteht ein Schwefelkolloid aus einer größeren Anzahl verschieden großer Teilchen in gleicher Menge, so ist die Löslichkeits-

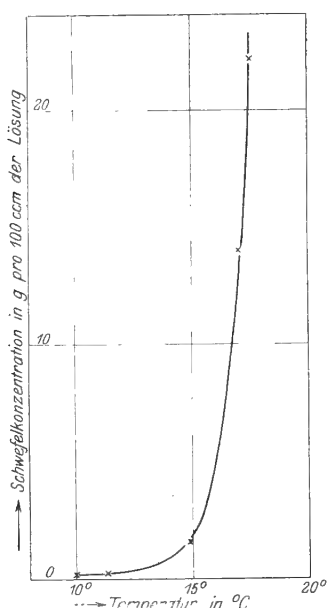


Fig. 2. Löslichkeit eines gleichkörnigen Schwefelkolloids in Wasser nach *Sven Odén*.

kurve eine beinahe lineare Funktion der Temperatur. Folgt die Löslichkeit eines Präparates, wenn die Versuche bis zu vollständiger Auflösung der Probe fortgesetzt werden, dem einfachen Exponentialgesetz, so liegt darin ein guter Beweis für seine Gleichkörnigkeit.

Von ganz besonderem Interesse erscheinen dem Referenten die Versuche, welche *Odén* zur Aufklärung des Mechanismus der Koagulation angestellt hat. Nach *Zsigmondy* kann Koagulation eines Kolloids, die ja immer durch Teilchenvergrößerung erfolgt, auf zwei verschiedenen Wegen vor sich gehen: Entweder kommt die Teilchenvergrößerung dadurch zustande, daß die Einzelteilchen des Kolloids ähnlich wie die Kristalle in übersättigter Lösung wachsen, oder aber mehrere Einzelteilchen — sie wurden von *Mecklenburg* in diesem Zusammenhang als *Primärteilchen* bezeichnet — treten zu größeren Komplexen, den *Sekundärteilchen*, zusammen, ohne daß sie indessen ihre Individualität aufgeben. Teilchenvergrößerung durch

Sekundärteilchenbildung ist in einem besonderen Falle von *Zsigmondy* für das kolloidale Gold nachgewiesen worden und dürfte immer dann vorliegen, wenn das Koagulum des Goldes blau ist, und wurde dann von *Mecklenburg* bei der Zinnsäure wieder gefunden und zur Grundlage einer Theorie gemacht, die sich zunächst nur auf die Zinnsäure bezog, zweifellos aber eine sehr viel allgemeinere Anwendbarkeit besitzt.

Dieser selbe Koagulationsmechanismus ist nun von *Sven Odén* auch beim kolloidalen Schwefel entdeckt worden, der ja dank der vollkommenen Reversibilität der Koagulation für Untersuchungen dieser Art ganz besonders geeignet ist. *Odén* bestimmte im Ultramikroskop in bekannter Weise durch Auszählen die Anzahl der Teilchen in der Volumeinheit einer gleichkörnigen kolloidalen Lösung, koagulierte die Lösung durch Kochsalzzusatz, löste das Koagulum wieder in Wasser auf, zählte abermals die Teilchen und wiederholte Fällung, Lösung und Auszählung mehrmals: Die Teilchenzahl erwies sich als vollkommen konstant. Zu demselben Ergebnis führten Versuche mit einem aus einem amikroskopischen und einem submikroskopischen Präparate synthetisierten Mischpräparate: Die Anzahl der submikroskopischen Teilchen blieb trotz achtmaliger vollkommener Koagulation des Gemisches absolut konstant. Diese wichtigen Resultate sind nicht anders zu deuten, als durch die Annahme, daß auch im Koagulum die Einzelteilchen ihre Individualität behalten.

Die Erscheinungen der nicht-reversiblen Koagulation, welche bei der Koagulation durch zu große Elektrolytmengen oder durch zu starke Temperatursteigerung, durch spontane Bildung größerer Schwefelkristalle, durch Umwandlung des Schwefels in andere Modifikationen oder durch Entstehung von Schwefelverbindungen eintreten, bieten bisher kein besonderes Interesse. Die Bedeutung der *Odénschen* Arbeit liegt gerade in der Verfolgung der reversiblen Koagulation.

Aus der Automobil-Technik.

1. Ventilmotoren und Schiebermotoren.

Von Dr. H. Arnold, Berlin.

(Schluß.)

Was zunächst die Wertung von Ventil- und Schiebermotoren in wissenschaftlicher Hinsicht anbetrifft, so sind wir hier ausschließlich auf die Versuche angewiesen, die, wie schon erwähnt, das Laboratorium für Kraftfahrzeuge an der Königl. Technischen Hochschule Berlin angestellt und veröffentlicht hat. Gegen diese Versuche sind von den Anhängern des Schiebermotors mancherlei Einwendungen erhoben worden, z. B. auch, die untersuchten Schiebermotoren seien nicht richtig eingestellt gewesen, der in Vergleich gestellte neueste Adlermotor sei ein Rennwagenmotor usw. Solche Einwände sind aber bei einer Prüfstelle von hohem wissenschaftlichen Ansehen nicht angebracht und

können wohl ohne nähere Untersuchung verworfen werden.

Die wichtigste Folgerung, die aus den Versuchen des genannten Laboratoriums gezogen worden ist, war, bei den Schiebermotoren trete eine *Wärmestauung* auf. Den Begriff der Wärmestauung hat man früher bei Automobilmotoren nicht gekannt, was man darunter zu verstehen hat, lehrt die nachfolgende Gegenüberstellung:

Von der Wärme, welche dem Motor in der Gestalt von Brennstoff zugeführt und in ihm teilweise in nutzbare Arbeit umgewandelt wird, geht notwendigerweise ein erheblicher Teil mit dem Kühlwasser, und ein weiterer Teil mit den Auspuffgasen ungenützt ins Freie. Der Kühlwasserverlust und der Auspuffverlust sind nun bei verschiedenen Motoren verschieden, und zwar beträgt

bei dem englischen <i>Knight</i> -Motor	96/130	der
Kühlwasserverlust	24 bis 27 %	
bei dem englischen <i>Knight</i> -Motor	101,6/129	der
Kühlwasserverlust	21 bis 27 %	
bei dem deutschen <i>Knight</i> -Motor	100/120	der
Kühlwasserverlust	17 bis 25 %	

dagegen beträgt

bei dem <i>Adler</i> -Motor	90/125	der
Kühlwasserverlust	30 bis 35 %	
bei dem <i>Adler</i> -Motor	86/135	der
Kühlwasserverlust	34 bis 37 %	

Bei den zwei Ventilmotoren gehen also um 8 % bis 10 % der Gesamtwärme der hochoverhitzten Explosionsgase mehr mit dem Kühlwasser ab als bei den Schiebermotoren. Diese 8 bis 10 % der Gesamtwärme bleiben während des ganzen Expansionshubes in dem Zylinder drin. Sie stauen sich also sozusagen, und erst, nachdem der Auspuff geöffnet worden ist, werden sie aus dem Zylinder herausgelassen. In der Tat ist denn auch der Wärmeverlust, den die Auspuffgase bewirken, bei den Schiebermotoren um wenigstens 8 bis 10 % größer als bei den Ventilmotoren. Der Auspuffverlust beträgt nämlich:

bei dem englischen <i>Knight</i> -Motor	96/130	49 bis
		50,5 %
bei dem englischen <i>Knight</i> -Motor	101,6/129	51 bis
		57 %
bei dem deutschen <i>Knight</i> -Motor	100/120	48 bis
		64 %

dagegen

bei dem <i>Adler</i> -Motor	90/125	34 bis 42,5 %
bei dem <i>Adler</i> -Motor	86/135	34 bis 40 %

Es ist also wirklich so: Jene 8 % bis 10 % der Gesamtwärme, die nicht gleich im Augenblicke der Zündung beim Eintritt der Höchsttemperaturen in das Kühlwasser übergehen, werden von den Gasen während des ganzen Expansionshubes mitgeführt, die Gase gehen also mit entsprechend höherer Temperatur in den Auspuff, daher ist auch der Auspuffverlust größer. An diese Feststellung hat sich nun eine geradezu vernichtende Kritik der Schiebermotoren geknüpft. Da die Gase im Zylinder heißer bleiben als bei Ventilmotoren, träten leicht

örtliche Überhitzungen, Glühendwerden der Motor-
kolben, Festbrennen der Schieber ein, usw.

Demgegenüber muß zunächst daran festgehalten werden, daß jene Wärmestauung gar nicht eine Folge der Schiebersteuerung, sondern eine Erscheinung ist, die man auch bei Ventilmotoren beobachten kann. In ebendemselben Laboratorium ist z. B. ein Motor für den Subventions-Motorlastwagen von *H. Büssing*, Braunschweig, geprüft worden, wobei sich ergeben hat, daß auch hier nur 29 % der Gesamtwärme in das Kühlwasser und 44 % in den Auspuff übergehen. Ferner hat sich bei den Motorprüfungen aus Anlaß des Wettbewerbes um den Kaiserpreis für den besten deutschen Flugmotor ergeben, daß bei den dort untersuchten Motoren nur etwa 15 % der Gesamtwärme mit dem Kühlwasser abgeleitet wurden.

Man darf hieraus schließen, daß das eigenartige Verhältnis in der Verteilung der Wärmeverluste auf Kühlwasser und auf Auspuffgase nicht der Schiebersteuerung, sondern anderen Ursachen zugeschrieben werden muß. Diese Ursachen sind:

1. Die Form des Verdichtungsraumes. Die untersuchten Schiebermotoren haben einen geschlossenen, allseitig bearbeiteten Verdichtungsraum, der zu Wärmeableitung an das Kühlwasser bedeutend weniger Gelegenheit bietet als bei den *Adler*-Motoren. Bei diesen sind die Ventile an der Seite des Zylinders gelagert, der Verdichtungsraum hat eine flache Gestalt und große innere Oberfläche, die sich zudem nicht an allen Stellen sauber bearbeiten läßt. Andere Ventilmotoren, z. B. die *Büssing*-Motoren und viele Flugmotoren, bei denen die Steuerventile nicht an der Seite neben den Zylindern liegen, sondern von oben in die Zylinder eingesetzt sind, haben aber auch Verdichtungsräume von geschlossener Form, daher verhalten sie sich in bezug auf den Kühlverlust auch wirklich fast so wie die Schiebermotoren.

2. Das Verhältnis von Kolbenhub zu Zylinderdurchmesser. Je länger der Kolbenhub im Verhältnis zur Bohrung des Zylinders ist, desto länger bleiben verhältnismäßig die Gase mit den gekühlten Zylinderwandungen in Berührung, desto mehr Wärme können sie also an das Kühlwasser abgeben. Auf das Verhältnis zwischen Kühlwasserverlust und Auspuffverlust der betrachteten Motoren ist es also sicher auch von Einfluß, daß die drei Schiebermotoren (Hubverhältnis 1,3 bis 1,35) verhältnismäßig kurzhubig, die Ventilmotoren (Hubverhältnis 1,39 und 1,57) langhubig sind. Auch der *Büssing*-Motor ist mit einem Hubverhältnis von weniger als 1,35 noch als kurzhubig zu bezeichnen.

Die Betrachtung lehrt also, daß Wärmestauung und Schiebersteuerung durchaus nicht zusammengehörige Begriffe sind, daß Wärmestauung auch bei gewissen Ventilmotoren auftreten kann und daß alle Schlußfolgerungen, die man aus der Wärmestauung in wissenschaftlicher Hinsicht gezogen hat, mit dem gleichen Recht auf gewisse Ventilmotoren Anwendung finden müßten. Nun hat man gerade Ventilmotoren, bei denen hiernach Wärmestauung unvermeidlich wäre, bis jetzt in der Praxis außerordentlich günstig beurteilt. Es ist vielleicht noch er-

innerlich, daß der *Mercedes*-Motor, mit dem das *Gordon-Bennett*-Rennen zum erstenmal von Deutschland gewonnen wurde, ein Motor mit oben eingehängtem Ventil war. Auch der *Büssing*-Motor, von dem oben die Rede ist, ist in dem Bericht des Laboratoriums für Kraftfahrzeuge als sehr betriebssicher und wirtschaftlich bezeichnet. Bei Ventilmotoren scheinen also keine schlechten Wirkungen der Wärmestauung beobachtet worden zu sein. Wenn sich Schiebermotoren gegen Wärmestauung anders verhalten, so kann es nur daran liegen, daß die zwei Schieber, die sich zwischen dem Motorkolben und der gekühlten Zylinderwand bewegen, die Wärmeableitung nach dem Kühlwasser hin verhindern. Das ist nach den im Laboratorium gemachten Erfahrungen auch wirklich der Fall. Die praktischen Erfahrungen zeigen allerdings das Gegenteil, wenigstens sind Klagen über ausgeglühte Kolben, festgefressene Schieber usw. von Besitzern der Schieberwagen noch nicht bekannt geworden, obgleich heute vielleicht 10 000 solcher Wagen in Privathänden sein dürften. Den reißenden Absatz, den die Wagen mit Schiebermotoren gefunden haben, könnte man allerdings auf Modelaune zurückführen, die ja den Privatautomobilmarkt noch stark beherrscht. Wenn sich aber, wie vor einiger Zeit bekannt geworden ist, sogar die *London General Omnibus-Company* entschlossen hat, 250 Motoromnibusse mit Schiebermotoren bei der englischen *Daimler-Gesellschaft* zu bestellen, so dürfte wohl damit der Beweis geliefert sein, daß ernstliche Schwierigkeiten, die Folgen der Wärmestauung auch bei den Schiebermotoren zu beseitigen, nicht mehr vorhanden sind.

Wärmestauung, so wird nun weiter gefolgert, fordert Zwangsmittel, welche die angestaute Wärme absichtlich in den Auspuff überführen, also Kühlmittel zur inneren Kühlung, da die äußere Kühlung durch das Kühlwasser nicht gelingt. Und zwar weist man hierbei darauf hin, daß die englische *Daimler-Gesellschaft* die Höchstleistung ihrer Schiebermotoren künstlich verkleinert, indem sie den Vergaserquerschnitt stark verengt, also verhältnismäßig weniger Brennstoffgemisch in die Zylinder einströmen läßt, als hineingelangen könnte, daß ferner die deutsche *Daimler-Motoren-Gesellschaft* bei ihren Schiebermotoren neben der normalen Schmierung eine besondere Zusatzschmierung für die Schieber verwendet, welche die Schieber kühlen und Überhitzungen dadurch verhindern soll, daß das Schmieröl auf den Schiebern verbrannt wird. Es läßt sich aber nachweisen, daß das von der englischen *Daimler-Gesellschaft* benutzte Zwangsmittel auch eine andere Aufgabe haben kann. Allerdings muß man hierbei noch weiter in die Erörterung über das Verhalten der Motoren im Betriebe eintreten.

Ein Teil der Untersuchungen, die im Laboratorium für Kraftfahrzeuge an der Technischen Hochschule Berlin angestellt worden sind, betrifft nämlich die Frage der Steuerungsquerschnitte, veranlaßt durch eine Behauptung der Anhänger des Schiebermotors, der Schiebermotor gebe bedeutend günstigere Einströmverhältnisse wie der Ventilmotor. Durch die Versuche wird nun, wie im gedruckten Bericht

zu lesen ist, nachgewiesen, daß der Vorteil der größeren Ladefähigkeit der Schiebermotoren nur gegenüber den älteren Ventilmotoren, nicht aber gegenüber den neueren Ventilmotoren vorhanden ist. Es wird gezeigt, daß die zum Vergleich auf 1 l Hubraum bezogenen freien Ansaugquerschnitte sowohl hinsichtlich ihres Mittelwertes, als auch hinsichtlich ihres Höchstwertes bei den neuen *Adler*-Motoren und bei dem *Benz*-Rennmotor größer sind als bei irgend einem von den Schiebermotoren. In diesem Vergleich steckt aber ein wesentlicher Fehler. Für die Beurteilung der Ladefähigkeit, das heißt des Vermögens einen möglichst großen Teil des Zylinder-raumes mit frischem Gemisch gefüllt zu erhalten, ist gar nicht das Verhältnis des Steuerungsquerschnittes zum Hubraum, sondern allein die Geschwindigkeit maßgebend, mit welcher das Gemisch durch die Verengung in der Steuerung strömen muß. Je größer diese Geschwindigkeit ist, desto größer sind die Reibungs- und Drosselwiderstände, die der Außendruck überwinden muß, indem er das Gemisch hinter dem ansaugenden Kolben in den Zylinder hineintreibt, desto weniger Gemisch wird also in den Zylinder hineinkommen können. Die Größe dieser Geschwindigkeit ist nun von verschiedenen Werten abhängig, einmal von dem Verhältnis zwischen Kolbenfläche und Steuerungsquerschnitt, außerdem von der Kolbengeschwindigkeit, die bekanntlich stark wechselt.

Sind F' der Kolbenquerschnitt,
 f der Steuerungsquerschnitt,
 v die Kolbengeschwindigkeit,
 v' die Gasgeschwindigkeit,

so gilt im allgemeinen die aus der Kontinuität des Gasstromes folgende Bedingung:

$$F \cdot v = f \cdot v'$$

$$v' = \frac{F \cdot v}{f}$$

In der nachstehenden Tabelle sind nun an der Hand der von dem Laboratorium für Kraftfahrzeuge veröffentlichten Steuerungsdiagramme die Gasgeschwindigkeiten berechnet, die bei einem Schiebermotor und zwei Ventilmotoren an den verschiedenen Stellen des Saughubes auftreten. Der Hub ist zu diesem Zwecke in 20 gleiche Teile eingeteilt, die je 5 % des Gesamthubes entsprechen, die Werte 0 und 100 %, die den Totpunkten entsprechen, sind fortgelassen, da an diesen Stellen die Kolbengeschwindigkeit Null ist. Da ferner Angaben über die Länge der Pleuelstangen nicht in dem Bericht des Laboratoriums zu finden waren, ist für alle Pleuelstangen die $4\frac{1}{2}$ fache Länge der Kurbel, also die $2\frac{1}{4}$ fache Länge des Hubes angenommen. Der Tabelle sind ferner diejenigen Umdrehungszahlen der betreffenden Motoren zugrunde gelegt, bei welchen die betreffenden Motoren ihre höchsten Nutzleistungen erreicht haben, also

für den deutschen *Knight*-Motor 1850 Umdrehungen in der Minute,
 für den *Adler*-Motor 90/125 1950 Umdrehungen in der Minute,
 für den *Adler*-Motor 86/135 1980 Umdrehungen in der Minute.

Hub- stellung	Deutscher <i>Knight</i> -Motor 100/130			<i>Adler</i> -Motor 90/125			<i>Adler</i> -Motor 86/135		
	Steuerungs- querschnitt	Kolben- geschwin- digkeit	Gas- geschwin- digkeit	Steuerungs- querschnitt	Kolben- geschwin- digkeit	Gas- geschwin- digkeit	Steuerungs- querschnitt	Kolben- geschwin- digkeit	Gas- geschwin- digkeit
	qcm	m/sek	m/sek	qcm	m/sek	m/sek	qcm	m/sek	m/sek
5	4,3	6,05	110,5	0,8	6,15	488	0,2	6,75	1960
10	5,9	8,12	108	1,7	8,25	308	1,7	9,02	308
15	6,9	9,75	111	2,3	9,9	274	2,9	10,4	208
20	7,8	10,83	109	3,0	11,0	233	4,0	12,05	175
25	8,5	11,65	108	3,4	11,85	222	5,1	12,95	147
30	9,2	12,23	104,5	3,9	12,42	201	6,1	13,6	130
35	9,8	12,6	101	4,2	12,8	194	7,0	14,0	116
40	10,2	12,85	99	4,5	13,05	184	7,7	14,3	108
45	10,4	12,9	97,5	4,5	13,1	185	8,3	14,35	105
50	10,5	12,85	96	4,5	13,05	184	8,8	14,3	94,5
55	10,5	12,65	94,5	4,5	12,85	182	9,2	14,05	87,5
60	10,5	12,3	92	4,5	12,5	177	9,4	13,65	84
65	10,5	11,85	88,5	4,5	12,05	170	9,6	13,2	79,5
70	10,5	11,22	84	4,5	11,4	161	9,7	12,45	74,5
75	10,1	10,46	81,3	4,5	10,63	150	9,7	11,6	69,5
80	9,5	9,5	78,5	4,2	9,65	146	9,7	10,6	63,5
85	8,7	8,35	75,4	4,0	8,5	135	9,7	9,25	55,5
90	7,4	6,92	73,2	3,5	7,03	128	9,4	7,7	47,5
95	6,0	4,93	64,5	2,8	4,98	113	8,7	5,45	36,25

Die Tabelle, die man beliebig auf andere Ventil- und Schiebermotoren mit Doppelschiebersteuerung ausdehnen könnte, zeigt, daß hinsichtlich der Gasgeschwindigkeiten zwischen diesen beiden Motorarten ein grundsätzlicher Unterschied besteht. Bei den Ventilmotoren treten während des Saughubes nicht allein außerordentlich starke Schwankungen in den augenblicklichen Gasgeschwindigkeiten auf, sondern die Gasgeschwindigkeit erreicht auch überaus hohe Werte. Im Vergleich hierzu ist der Verlauf der Gasgeschwindigkeiten bei den Schiebermotoren fast gleichförmig zu nennen. Besonders auffallend sind die starken Schwankungen der Gasgeschwindigkeit bei dem neuen *Adler*-Motor, dessen verbesserte Steuerung man von diesem Gesichtspunkte kaum als einen wesentlichen Fortschritt bezeichnen kann.

Wenn man sich einmal vergegenwärtigt, welchen Einfluß die Höhe der Gasgeschwindigkeiten auf das Verhalten des Automotors ganz allgemein ausübt, so ergibt sich folgendes Bild: Jeder Automotor erreicht seine Höchstleistung bei einer ganz bestimmten Umdrehungszahl; wird diese überschritten, so sinkt die Leistung wieder. Das kommt daher, weil bei höheren Umdrehungszahlen als jener bestimmten infolge der gesteigerten Gasgeschwindigkeiten und Ansaugwiderstände die Füllung der Zylinder mit brennbarem Gemisch sehr stark abnimmt. Es ergibt sich daraus, daß die Grenze der Leistungsfähigkeit des Motors durch die Gasgeschwindigkeiten gegeben ist, und zwar nicht etwa durch den Mittelwert, der aus dem Verlauf der Gasgeschwindigkeiten während des ganzen Saughubes berechnet wird, sondern wie leicht einzusehen ist, insbesondere durch jene Gasgeschwindigkeiten, welche im Anfang des Saughubes herrschen. Da muß

nämlich die ganze Gassäule in Bewegung gesetzt werden, und ihr Trägheitswiderstand bildet den Hauptteil der Saugwiderstände überhaupt.

Bei Ventilmotoren ist nun die obere Grenze für die Leistung bereits in den hohen Werten der Gasgeschwindigkeiten gegeben, welche in der vorstehenden Tabelle enthalten sind. Sie sind eine Folge der den Ventilsteuerungen eigentümlichen Eröffnungsverhältnisse und lassen sich, wie das Beispiel des neueren *Adler*-Motors zeigt, durch Änderungen an dem Ventilantrieb nicht grundsätzlich beseitigen. Bei den Schiebermotoren dagegen sind die Gasgeschwindigkeiten in der Steuerung so gering und so gleichmäßig, daß man eine Verminderung der Leistung auch bei wesentlicher Umdrehungszahl noch nicht zu erwarten hat.

Wenn trotzdem der vorliegende deutsche *Knight*-Motor über 1850 Umdrehungen in der Minute hinaus keine Leistungszunahme mehr erfährt, so liegt das nicht an der Steuerung, sondern an äußeren Zwangsmitteln, die schon deshalb erforderlich sind, weil man im Automobilbetriebe viel höhere Umdrehungszahlen nicht brauchen kann. Bei dem englischen *Knight*-Motor besteht dieses Zwangsmittel in einer künstlichen Verengung des Vergasers. Welches Zwangsmittel bei dem deutschen *Knight*-Motor benutzt wird, ist nicht bekannt, es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß auch dieser Motor eine Einrichtung hat, welche ihn verhindert, mit weiter steigender Leistung Umdrehungszahlen von über 2000 zu erreichen. Als ausgeschlossen muß es gelten, daß diese Leistungsbeschränkung etwa durch die Zusatzschmierung der Schieber erreicht werden könnte. Diese Schmierung, die übrigens sehr wenig Öl verbraucht, ist für Maschinenteile, die bei hoher

Temperatur aufeinander gleiten sollen, selbstverständlich. Auch die Schieber des englischen *Knight*-Motors müssen natürlich geschmiert werden. Da das Öl von dem Kurbelgehäuse von selbst nicht leicht bis zu den Schiebern aufsteigen kann, wahrscheinlich nur dann, wenn sehr reichlich geschmiert wird, so ist die Zusatzschmierung der deutschen *Knight*-Motoren dem Anscheine nach zuverlässiger und sparsamer. Mit der bei Schiebermotoren unbedingt erforderlichen Leistungsbeschränkung hat aber die Schieberschmierung sicher nichts zu tun.

Man kann es als wahrscheinlich ansehen, daß der Zwang, die erreichbare Höchstleistung bei den Doppelschiebermotoren zu beschränken, außer durch die Rücksichten auf den Wagenbetrieb vorläufig auch durch die Rücksichten auf das Verhalten der Schieber bedingt ist. Wie schon weiter oben erwähnt, ist die Wärmeableitung von den Kolben und Schiebern in das Kühlwasser bei den Schiebermotoren nicht so leicht durchzuführen, wie bei den meisten Ventilmotoren. Außer dieser Wärmerestauung sind auch die Massenwirkungen und die Reibungsverluste der Schieber zu beachten, die bei sehr hohen Umdrehungszahlen gefährliche Werte erreichen könnten. Es liegt aber auf der Hand, daß diese Hemmungen nichts Grundsätzliches enthalten und daß insbesondere durch sie die Entwicklungsmöglichkeit der Schiebermotoren nicht verneint wird. Das berührt wiederum einen sehr wichtigen Punkt des öffentlichen Meinungsaustausches über Ventil- und Schiebermotoren: Auch bei den Schiebermotoren sind, im Gegensatz zu dem, was behauptet worden ist, die Grundlagen für eine Weiterentwicklung gegeben. Schon die heute vorliegende Konstruktion könnte bei Verbesserungen an der Kühlung und Bauart der Schieber Umdrehungszahlen und Leistungen erreichen, die noch kein Ventilmotor von demselben Zylinderinhalt erreicht hat, und zwar ohne Vervielfältigung der Teile, wie bei dem *Benz*-Renntmotor. Um welche Werte es sich dabei handelt, läßt sich natürlich nur schätzen. Wenn man aber annimmt, die Umdrehungszahl des betrachteten deutschen *Knight*-Motors würde nur bis zum Erreichen der doppelten Gasgeschwindigkeit gesteigert, so entspräche dies bei der wahrscheinlichen Zunahme der Leistung einer Höchstleistung von etwa 80 PS bei rd. 3700 Umdrehungen in der Minute, und im Vergleich zu dem Motorgewicht Werten, die man bis jetzt nur bei den besten Flugmotoren erreicht hat.

Wenn man Ventilmotoren und Schiebermotoren in wirtschaftlicher Beziehung gegeneinander werten will, so genügt es nicht, zu untersuchen, wie sich Brennstoffausnutzung und Schmiermittelverbrauch dieser Motoren bei der Höchstleistung stellen. Das wäre allenfalls dort ausreichend, wo solche Motoren als Betriebsmaschinen für feststehende Anlagen, z. B. für kleine Pumpwerke und dergleichen, mit annähernd gleicher Belastung benutzt werden. Die Wirtschaftlichkeit eines Automobilmotors im praktischen Wagenbetriebe hängt in hohem Maße von dem Verhalten während der Fahrt, von der Regulierfähigkeit usw., kurz von Umständen ab, die sich auf dem Prüfstand eines Laboratoriums schwer berück-

sichtigen lassen, vielmehr nur durch fortlaufende Beobachtung im regelmäßigen Gebrauch festzustellen sind. Dem Betriebsleiter einer Motordroschenunternehmung z. B. wird es recht gleichgültig sein, ob ein bestimmter Motor bei der Höchstleistung einige Prozent der Brennstoffwärme mehr oder weniger in Nutzarbeit umsetzt, vielmehr will er wissen, wieviel der mit diesem Motor versehene Wagen im Monats- oder Jahresdurchschnitt an Brennstoff und Schmieröl verbraucht. Daß in dieser Hinsicht jedenfalls keine wesentliche Überlegenheit des Ventilmotors gegenüber dem Schiebermotor vorliegen kann, beweisen die zunehmende Anzahl von Motordroschen und die schon erwähnte Bestellung von Motoromnibussen mit Schiebermotoren.

Laboratoriumsversuche sind also nicht geeignet, Unterlagen für einen maßgebenden Vergleich von Ventil- und Schiebermotoren in bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit zu liefern; sie gestatten aber wenigstens eine der wichtigsten Eigenschaften des Auto-

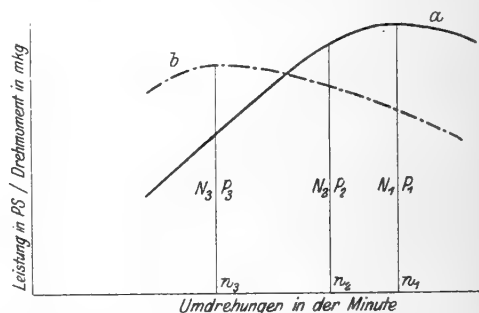


Fig. 10. Kennlinien für das elastische Verhalten eines Automobilmotors.

mobilmotors als Fahrzeugmotor zu beurteilen, seine Elastizität oder sein Anpassungsvermögen an die wechselnde Inanspruchnahme. Es ist merkwürdig genug, daß dieser Punkt bei den ausgedehnten Erörterungen über die Vor- und Nachteile der Ventil- und Schiebermotoren noch nicht berührt worden ist, wo man doch gerade das elastische Verhalten der *Knight*-Motoren neben ihrem geräuschlosen Gang stets gerühmt hat. Wer die Berichte über die ersten Probefahrten von Wagen mit Schiebermotoren verfolgt hat, wird bemerkt haben, daß das elastische Verhalten dieser Motoren auf Steigungen und anderen Hindernissen gegenüber sehr häufig hervorgehoben worden ist. Daß sich die Schiebermotoren wirklich in diesem Punkte wesentlich von Ventilmotoren unterscheiden, kann man aus den Ergebnissen der Versuche im Laboratorium für Kraftfahrzeuge sehr bequem nachweisen.

Die Elastizität eines Automobilmotors ist sein Vermögen, stark wechselnde Wagenwiderstände zu überwinden, ohne, wie man es häufig beobachten kann, stecken zu bleiben. Ein Maß für diese Eigenschaft kann man aus der Leistungskurve des Motors auf Grund folgender Überlegungen ableiten:

In Fig. 10 stelle die Kurve *a* die Leistungskurve, also den Verlauf der Motorleistungen *N* in PS bei zunehmenden Umdrehungszahlen *n* vor, die Kurve *b* den Verlauf der entsprechenden Antriebskräfte *P*, welche man sich irgendwo an der Kurbelwelle des

Motors, z. B. an einem der Kurbelzapfen angreifend zu denken hat. Wenn die Kraft P am Hebelarm von der Länge r die Motorwelle mit der der Umdrehungszahl n entsprechenden Geschwindigkeit weiterdreht, so leistet der Motor eine Nutzarbeit

$$N = \frac{P \cdot r \cdot 2 \pi n}{60 \cdot 75} \text{ in PS,}$$

woraus

$$P \cdot r = 716,2 \frac{N}{n}.$$

Da r für einen bestimmten Motor einen unveränderlichen Wert hat, so stellt die Kurve b zugleich auch den Verlauf des nutzbaren Motordrehmomentes $P \cdot r$ in einem gewissen Maßstabe dar.

Es bewege sich nun ein Automobil, das mit diesem Motor versehen ist, in der Ebene mit einer derartigen Geschwindigkeit, daß der Motor gerade die Umdrehungszahl n_1 erreicht, welche seiner Höchstleistung N_1 entspricht. Wächst nun, z. B. auf einer schwachen Steigung, der Wagenwiderstand, so muß der Motor eine größere Kurbelkraft P_2 oder ein größeres Drehmoment aufwenden, seine Umdrehungszahl geht infolgedessen ganz selbsttätig auf n_2 zurück, der Wagen fährt also langsamer. Bei weiterer Zunahme des Wagenwiderstandes geht die Geschwindigkeit mit wachsender Umfangskraft des Motors immer noch selbsttätig zurück, so lange, bis die Umdrehungszahl auf n_3 gefallen und die Umfangskraft auf den Höchstwert P_3 gestiegen ist. Reicht auch diese Kraft nicht aus, um den Wagenwiderstand zu bewältigen, so muß die Getriebeübersetzung verändert werden, sonst bleibt der Motor stecken, weil von hier angefangen die Kurbelkraft des Motors wieder abnimmt. Die Grenzen des Wagenwiderstandes, zwischen denen sich der Motor in vollkommen selbsttätiger Weise, d. h. elastisch, den wechselnden Wagenwiderständen anpassen kann, sind also durch die Umdrehungszahlen n_1 für die Höchstleistung und n_3 für die größte Umfangskraft oder das größte Drehmoment gegeben. Je weiter diese Grenzen voneinander entfernt sind, desto größere Widerstandswechsel bewältigt der Motor ohne Getriebeumschaltung, desto elastischer ist er also.

In der nachstehenden Tabelle sind nun für die schon oben betrachteten drei Motoren die Leistungen und die Drehmomente auf Grund der veröffentlichten

Versuchsergebnisse zwischen 600 und 2200 Umdrehungen in der Minute zusammengestellt.

Der Verlauf dieser Werte zeigt die Überlegenheit des Schiebermotors gegenüber den Ventilmotoren in bezug auf das elastische Verhalten. Bei dem Schiebermotor liegt zwischen dem größten Drehmoment und der Höchstleistung ein Spielraum von $1800 - 600 = 1200$ Umdrehungen, bei beiden Ventilmotoren hingegen nur ein solcher von $2000 - 1000 = 1000$ Umdrehungen. Dabei ist für den Schiebermotor das größte Drehmoment bei 600 Umdrehungen vielleicht noch nicht erreicht, es fehlen aber in dem Bericht Angaben über die Leistungen bei den geringeren Geschwindigkeiten. Bei dem Schiebermotor ist aber nicht allein das Intervall zwischen den Grenzgeschwindigkeiten größer, sondern es liegt auch tiefer als bei den Ventilmotoren, woraus sich für ein gegebenes Übersetzungsverhältnis ein weitere Steigerung der Anpassungsfähigkeit ergibt.

Am deutlichsten zeigt sich die Überlegenheit des Schiebermotors als Fahrzeugmotor, wenn man ihn, wie es in der nachstehenden Tabelle geschehen ist, mit zwei Ventilmotoren von genau derselben Höchstleistung vergleicht:

Umdrehungen in der Minute	Knight-Motor 100/120		Adler-Motor 90/125		Adler-Motor 86/135	
	Lei- stung PS	Dreh- moment mkg	Lei- stung PS	Dreh- moment mkg	Lei- stung PS	Dreh- moment mkg
600	18,6	22,2	15,4	18,4	14,8	17,7
800	24,6	22,0	20,9	18,7	23,0	20,6
1000	30,6	21,9	26,9	19,3	29,0	20,8
1200	36,5	21,8	32,3	19,3	34,3	20,3
1400	41,0	21,0	37,3	19,1	33,6	19,75
1600	44,6	19,95	42,0	18,8	43,1	19,3
1800	46,2	18,35	45,2	18,0	45,8	18,2
2000	45,7	16,35	46,2	16,55	46,2	16,55
2200	43,8	14,25	44,5	14,5	45,4	14,8

Es sind also hier drei Motoren miteinander in Vergleich gestellt, die jeder 46,2 PS Höchstleistung entwickeln, der Knight-Motor ist der vom Laboratorium für Kraftfahrzeuge untersuchte, für die beiden Adler-Motoren sind die im Laboratorium ermittelten Leistungskurven so umgerechnet, daß sie ebenfalls Höchstwerte von 46,2 PS ergeben. Der Vergleich zeigt jetzt ganz augenfällig, daß der Knight-Motor bei jeder Umdrehungszahl bis zu 1800 in der Minute mehr Leistung entwickelt, als die beiden Ventilmotoren, und zwar betragen die Unterschiede gegenüber dem älteren Ventilmotor etwa 4 PS und gegenüber dem neueren etwa 1,5 PS. Dementsprechend sind auch bei jeder dieser Geschwindigkeiten größere Motordrehmomente verfügbar, woraus sich als praktische Folge ergibt, daß der Wagen mit dem Schiebermotor eine gegebene Steigung schneller nehmen wird, als der Wagen mit Ventilmotoren.

Besprechungen.

Amagat, E. H., Notes sur la Physique et la Thermodynamique, extraites du Comptes Rendus de

Umdrehungen in der Minute	Knight-Motor 100/120		Adler-Motor 90/125		Adler-Motor 86/135	
	Lei- stung PS	Dreh- moment mkg	Lei- stung PS	Dreh- moment mkg	Lei- stung PS	Dreh- moment mkg
600	18,6	22,2	12,5	14,95	11,0	13,15
800	24,6	22,0	17,0	15,2	17,2	15,3
1000	30,6	21,9	21,8	15,63	21,5	15,4
1200	36,5	21,8	26,2	15,62	25,5	15,2
1400	41,0	21,0	30,3	15,5	28,7	14,7
1600	44,6	19,95	34,1	15,25	32,0	14,3
1800	46,2	18,35	36,7	14,6	34,0	13,5
2000	45,7	16,35	37,5	13,4	34,3	12,3
2200	43,8	14,25	36,2	11,8	33,7	11,0

l'Académie des Sciences. Paris, Librairie scientifique A. Hermann et fils. 146 S. Preis Fr. 6,—.

Die vorliegende Sammlung enthält alle diejenigen kurzen Abhandlungen und Notizen des berühmten Verfassers, die bisher noch nicht in größeren Abhandlungen zusammengefaßt wurden. Sie beschäftigen sich zum großen Teil mit den Abweichungen, welche die komprimierten Gase und die Flüssigkeiten von den einfachen Gesetzen der idealen Gase zeigen, mit dem Theorem der korrespondierenden Zustände und anderen verwandten Fragen. Am meisten interessiert den Verfasser, besonders in den letzten Jahren, der sogenannte *innere Druck*. Nach mehreren für ihn unbefriedigenden Versuchen kommt er schließlich, abweichend von den meisten anderen Autoren, zu folgender Definition für den totalen inneren Druck: Ist v das Volumen einer Flüssigkeit oder eines Gases und v_0 das Volumen, welches es als ideales Gas unter gleichem Druck und gleicher Temperatur einnehmen würde, so ist der innere Druck derjenige, welchen man zum äußeren Druck zufügen müßte, um ein ideales Gas von v_0 auf v zu bringen. Dieser innere Druck ist in den meisten Fällen stark negativ, er ergibt sich ohne weiteres aus der Gleichung

$$p = \frac{p_0 v_0}{v} - p.$$

Dies wird dadurch erklärt, daß zwischen den Molekülen sich ein anscheinend kompressibles Medium befindet, welches sich gegen Druckänderungen wie ein Gas verhält.

Die van der Waalssche Theorie erklärt die Abnahme der Größe $p_0 v_0 - p v$ bis zu stark negativen Werten bekanntlich durch die Größe b , d. h. das Eigenvolumen der Moleküle. Leider hat *Amagat* die Beziehungen seiner Theorie zu den bekannten Anschauungen anderer Forscher niemals ausführlich behandelt und nur selten flüchtig gestreift. Dadurch wird zwar einerseits ihr Verständnis erschwert, andererseits gewinnt aber die Lektüre an Reiz, weil dem Leser jede polemische Erörterung erspart wird und er dauernd in dem geschlossenen und in sich konsequenten Gedankenkreis des Verfassers bleiben kann. Wenn man auch den theoretischen Betrachtungen *Amagats* nicht die gleiche grundlegende Bedeutung zuschreiben wird, wie seinen glänzenden Experimentaluntersuchungen, so wird sie doch jeder, der auf dem gleichen Gebiete arbeitet, mit Interesse und Nutzen lesen; ihre Zusammenfassung in handlicher Form ist daher als wesentliche Bereicherung der wissenschaftlichen Literatur zu begrüßen.

O. Sackur, Breslau.

Herzog, R. O., Chemische Technologie der organischen Verbindungen. Mitbearbeitet von zahlreichen Fachmännern. Heidelberg, Carl Winter, 1912. XII, 732 S. 8°. Verbunden mit einem Atlas von 326 Figuren auf 136 Seiten. Preis M. 22,—.

Das Ziel, das sich der Herausgeber des vorliegenden Werkes gestellt hat, ein *im Zusammenhange lesbares* und doch einigermaßen eingehendes Buch über die chemische Technologie der organischen Verbindungen zu schaffen, ist dank der Mitarbeit zahlreicher Spezialfachmänner in geradezu mustergültiger Weise erreicht worden. Naturgemäß bedingt die Mitarbeit so vieler (siebenunddreißig) Gelehrter eine gewisse Ungleichheit der einzelnen Kapitel, aber gerade diese Ungleichheit macht die Lektüre des Ganzen abwechslungsreicher und fesselnder. Wo man das Buch auch aufschlagen mag, überall bietet es nicht nur eine Fülle von Wichtigem und Wissenswerthem, sondern es bietet diese Überfülle auch in interessanter Form. Dank der Mithilfe so vieler Spezialfachleute berücksichtigen die einzelnen Artikel auch alle Neuerungen in weitgehender Weise und eröffnen Ausblicke auf das,

was wir wohl von der Zukunft zu erwarten haben. Trotzdem so ein jedes Kapitel gewissermaßen eine persönliche Note besitzt, spürt man doch überall die ausgleichende Hand des Herausgebers, der es in der Tat vorzüglich verstanden hat, die vielen Einzelbeiträge zu einem harmonischen Ganzen zu vereinigen. Überall ist die Natur und Gewinnung der Rohmaterialien zum Ausgangspunkt der ganzen Besprechung gemacht und überall sind die wissenschaftlichen Grundlagen der Verfahren berücksichtigt. Die mechanischen Vorgänge werden an der Hand sehr zahlreicher und guter Abbildungen erörtert, die, zu einem Atlas vereinigt, dem Buche so angebunden sind, daß man während der Lektüre der Beschreibung stets die Zeichnung vor Augen hat und des störenden Zurückblätterns enthoben ist. Auch wirtschaftliche und statistische Daten finden sich fast überall. In dieser Beziehung hätte ich allerdings noch etwas größere Reichhaltigkeit gewünscht. So würde es beispielsweise bei der Spiritusfabrikation jeden Leser interessieren, wenn, ähnlich wie bei der Bierbrauerei, auch für die außerdeutschen Länder eine Zusammenstellung des Verbrauchs zu Trinkzwecken und zu gewerblichen Zwecken sowie eine Übersicht der Konsumänderungen im Laufe der Jahre gegeben worden wäre. Auch kurze geschichtliche Überblicke sind leider nicht *allen* Kapiteln beigegeben. Eine Bereicherung in dieser Hinsicht würde dem Werk bei einer späteren Auflage meiner Meinung nach sehr zum Vorteil gereichen. Abgesehen davon, daß in dem ganzen Buche merkwürdigerweise von der Leuchtgasgewinnung und überhaupt von der trockenen Destillation der Steinkohlen gar nicht die Rede ist (obwohl die Destillation der Braunkohlen und des Holzes wenigstens kurz besprochen werden) ist das aber auch eigentlich der einzige Wunsch, den ich zu nennen wüßte, und ich stehe nicht an, zu sagen, daß ich das vorliegende Buch für das beste auf diesem Gebiete existierende halte.

Bei der Fülle des Dargebotenen ist es im Rahmen einer kurzen Besprechung kaum möglich auf Einzelheiten einzugehen. Wenn ich daher im folgenden noch einige Kapitel besonders erwähne, so soll damit nicht gesagt sein, daß die nicht erwähnten Beiträge weniger gut seien, vielmehr will ich nur für einige Hauptgebiete die Bearbeiter nennen. Der *Herausgeber* selbst hat die technische Mykologie, die Bierbrauerei und die Milchsäuregewinnung sowie die Alkoholpräparate behandelt, während die Spiritusfabrikation von *G. Ellrodt* bearbeitet worden ist. Sehr umfassend besprochen sind Fettsäuren, Glycerin und Seifen von *F. Goldschmidt* und der Zucker von *A. Herzfeld*. In übersichtlicher Weise hat *E. Herbst* den Kautschuk und *A. Skita* den Kampher beschrieben und besonders instruktiv und interessant sind der Steinkohlenteer und die Farbstoffe von *P. Friedländer* behandelt worden. Die pharmazeutischen Produkte haben in *L. Spiegel*, die Färberei in *H. Lange*, Cellulose und Papier in *P. Immerwahr* und *P. Klemm* und die Kunstseide in *E. Ichenhäuser* vorzügliche Bearbeiter gefunden. Was das Werk vor anderen ähnlichen noch besonders auszeichnet, ist die zusammenfassende Bearbeitung zahlreicher kleinerer Spezialgebiete.

Th. Posener, Greifswald.

Peter, J., und L. Vanino, Die Luminographie. Ein einfaches Verfahren zur Herstellung photographischer Kopien. Wien und Leipzig, A. Hartleben, 1913. 62 S. u. 15 Abbild. Preis geh. M. 1,80, geb. M. 2,60.

Man kommt häufig in die Lage eine Illustration, eine Zeichnung, eine Druckschrift, etwa aus einem Buch, kopieren zu müssen. Die „Luminographie“ ermöglicht es, in allen Fällen, selbst wenn die Originale auch auf der Rückseite bedruckt sind, auf einfache und bequeme Weise ohne einen photographischen Apparat, zu kopie-

ren. Besonders das Kopieren rückseitig bedruckter Originale ist neu und für die Praxis wichtig.

Als Lichtquelle dienen mit Leuchtfarben überzogene Platten, die kurz vor dem Gebrauch durch eine genügend starke Bestrahlung mit Tages- oder künstlichem Licht erregt werden.

Auf das wiederzugebende Original wird, mit der Schicht nach diesem, eine Diapositivplatte oder lichtempfindliches Papier gelegt. Hart arbeitende, wenig empfindliche Schichten geben die besten Bilder. Auf die Diapositivplatte oder das Papier, und zwar merkwürdigerweise auf die vom Original abgewandte Seite, also die Papier- oder Glasseite, kommt die Leuchtplatte mit ihrer Schicht. Das von dieser kommende Licht geht also zuerst durch die lichtempfindliche Schicht und trifft dann erst das Original. Es findet also, ähnlich wie bei der Playertypie eine „Rückbelichtung“ statt. Unter das Original kommt noch ein Bogen schwarzen Papiere, und alles wird zwischen zwei Eisenplatten mit einem einfachen Schraubstock zusammengepreßt, um Unschärfen, verursacht durch schlechtes Aufliegen, zu verhüten.

Nach dem Verfahren entsteht zunächst ein etwas flaves Negativ, man wird also möglichst kontrastreich („hart“) arbeitende Entwickler benutzen, und auch bei der Herstellung des Positives hart arbeitende Schichten und Verfahren anwenden.

Im vorliegenden Büchlein sind die Einzelheiten des Verfahrens eingehend beschrieben, so daß man ohne weiteres nach den Vorschriften sicher arbeiten kann.

An mehreren gut gelungenen Reproduktionen wird die Leistungsfähigkeit des Verfahrens gezeigt.

Das gute Büchlein soll hiermit jedem, der die besagten photographischen Reproduktionen auszuführen hat, bestens empfohlen werden. Die Firma Leppin & Marche, Berlin, Engelfuher 17, fertigt Leuchtplatten für die Luminographie an, und zwar sowohl für schwarz-weiße, wie auch für farbige Originale.

Im letzteren Falle müssen natürlich zusammen mit den farbig leuchtenden Platten farbenempfindliche Emulsionen benutzt werden.

W. Scheffer, Berlin-Wilmersdorf.

Rickmer Rickmers, W., The Duab of Turkestan. A physiographic sketch and account of some travels. London, Cambridge University Press, 1913. 563 S. u. 207 Ill., Diagr. und Karten.

Der durch zahlreiche Reisen und Bergtouren in den Alpen, im Kaukasus und in Neu-Seeland bekannte Autor gibt in vorliegendem Werk eine zusammenfassende Darstellung seiner umfangreichen, im ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts im russischen Turkestan und im Emirat Buchara ausgeführten Reisen.

Die Landschaften, um deren geographische Schilderung es sich handelt, faßt Rickmers unter dem von ihm gebildeten und hiermit zur Aufnahme in die wissenschaftliche geographische Nomenklatur vorgeschlagenen Begriff: *Duab* zusammen. Das Wort ist nach Analogie von „Pandschab“ (= Fünfstromland) gebildet und würde demnach mit „Zweistromland“ zu übersetzen sein. Es umfaßt diese Landschaft, alles Land zwischen dem Amu- und Syr-darja (Oxus und Yaxartes der Alten) und reicht innerhalb dieser Flüsse vom Aral-See auf der einen Seite bis zum Pamir auf der anderen Seite. Ob dieser Begriff sich einbürgern wird, muß sich zeigen und kann angezweifelt werden, da man an das Euphrat- und Tigrisgebiet eigentlich den Begriff des „Zweistromlandes“ bereits vergeben hat.

Das Werk ist kein im strengsten Sinne wissenschaftliches, obgleich in einem *Anhang* auf den S. 482–547 eine Reihe rein wissenschaftlicher Fragen, wie Klima, Wald und Klima, Schneelinie, Vergletscherung, Aus-

trocknung, Sand und Löß usw. unter Hinzuziehung der vorhandenen Literatur zusammenfassend diskutiert werden.

Im weitaus größeren ersten Teil des Buches wird aber abgesehen von einer streng methodischen Fragestellung und eventuellen Beantwortung solcher Fragen. Es wird vorwiegend geschildert, dabei aber das Geschehene in lebendiger und anschaulicher Weise dargestellt, und das ist entschieden verdienstlich und höchst dankenswert. Nach einer guten allgemeinen Übersicht über die physisch-geographischen Grundzüge des „Duab“ wird zunächst der *Serafschan*, sein Tal, seine Ableitung zu Bewässerungsanlagen, sein Versiegen in Steppe und Wüste, seine eigenartige Kulturlandschaft dargestellt. Feinsinnige Schilderungen von *Buchara* und *Samarkand* sowie einer Reihe von kleineren Ausflügen in deren Umgebung folgen.

Tiefer hinein in das *Hinterland* dieser beiden hochberühmten zentralasiatischen Städte führen uns Fahrten zum *Serafschan-Gletscher* und zur *Kette Peters des Großen*. Die letzten Kapitel werden Schilderungen von Gletscher- und Bergfahrten im *Pamirhochland* gewidmet.

Der eigenartige Gesamteindruck der Gebirgswelt des „Duab“ kommt trefflich heraus. Besonders interessant und für europäische Begriffe fremdartig mutet die ausführliche Darstellung der *tiefer* gelegenen Erosionshügel- und Tallandschaften des Duab an. Die Eigenart der dortigen morphologischen Landschaftsbilder unter der Herrschaft des trockenen zentralasiatischen Gebirgsklimas mit ihrem an die wilde Zerrissenheit der amerikanischen „Badlands“ erinnernden bizarren Formen sind meines Wissens in Wort und Bild aus diesen Gegenden vor *Rickmers* noch nicht so eingehend und plastisch zur Darstellung gekommen.

Sehr deutlich empfindet man auch den in allen zentralasiatischen Gebirgen (z. B. in dem Referenten persönlich bekannten benachbarten Tiën-schan) ähnlich wiederkehrenden Kontrast zwischen der schuttüberlasteten Erosionslandschaft der mittleren und unteren Region des „Duab“-Berglandes gegenüber der völlig alpin anmutenden Hochregion der gipfelnahen Partien.

Von ganz besonderer Schönheit sind die beigegeführten Abbildungen nach Originalphotographien des Verfassers. Darauf ist anscheinend außerordentlich viel Mühe und Arbeit verwendet worden! Der Erfolg hat diese Aufwendungen aber entschieden gelohnt. Bilder, wie z. B. bei S. 232, 414, 430, 432 und viele andere können als ausgezeichnete geographische Charakterbilder dem Studium des Fachgeographen nur dringend empfohlen werden.

Max Friederichsen, Greifswald.

Walter, M., Inhalt und Herstellung der Topographischen Karte 1:25 000 (Meßtischblätter). „Geographische Bausteine“, Heft 1. Gotha, J. Perthes, 1913. 47 S. u. 9 Beilagen. Preis M. 1,20.

Das kleine Heft ist das erste in einer Reihe von Schriften, welche der rührige Geschäftsführer des seit etwa einem Jahre bestehenden „Verbandes deutscher Schulgeographen (V. d. S.)“ und verdiente Schulgeograph Dr. *Herm. Haack*, Gotha, herausgegeben hat. Die Gründung dieses „Verbandes deutscher Schulgeographen“ ist als ein erfreuliches Zeichen wachsenden Interesses am Ausbau des modernen Geographieunterrichtes an deutschen Lehranstalten freudigst zu begrüßen. Der Verband will an seinem Teile dazu beitragen, der *geographischen Unkenntnis*, selbst unter sonst Hochgebildeten, zu steuern, er will allen Kreisen unseres Volkes neben einer genauen *Kenntnis des eigenen Vaterlandes* auch ein tieferes Verständnis für *koloniale Aufgaben* vermitteln, er will schon die *Jugend* einführen in das Verständnis der zahlreichen *Wechselwirkungen zwischen Mensch und Erde*

und dementsprechend reformierenden Einfluß gewinnen auf die *schulmethodische* Behandlung der Geographie innerhalb des Lehrplans aller Schulen. Bei dem hohen allgemeinen Bildungswert gerade der Erdkunde kann man allen diesen Bestrebungen des neuen Verbandes in jeder Hinsicht nur Glück und Erfolg wünschen.

Als ein Mittel zur Erreichung dieses Zieles ist auch die Herausgabe der oben angezeigten „Geographischen Bausteine“ zu betrachten. In ihrem *ersten* Heft sucht der Reallehrer am Großherzoglichen Lehrerseminar in Ettlingen das Verständnis für die Art, Bedeutung und die im Unterricht vielseitige Verwendungsmöglichkeit unseres heimatlichen großen Kartenwerkes: der „topographischen Karte“ des Deutschen Reiches zu vermitteln. Es wird zunächst in zwei Abschnitten über die Zeichen und die Herstellung der Karte auf Grund genauer Sachkenntnis und mit Unterstützung durch amtliche Stellen alles Wissenswerte mitgeteilt. Dabei kommt Maßstab und Blattgröße, Randeinteilungen, Kartenschrift und Zahlen, Geländedarstellung, Arbeiten im Felde und in der Anstalt, Stich und Druck, Ausgaben, Vertrieb, Preise und Bezugsweise zur Darstellung. Beigegebene Übersichts- und Erklärungsblätter vervollkommen das Gebotene. Dem bisher vorwiegend *theoretischen* Teile wird in zwei weiteren Heften eine Reihe zum praktischen Gebrauch anleitender weiterer Kapitel angefügt werden.

Max Friederichsen, Greifswald.

Tornquist, Grundzüge der geologischen Formations- und Gebirgskunde. Berlin, Gebr. Bornträger, 1913. Preis M. 6,80.

Das neue und ausgezeichnete Lehrbuch von *Tornquist* soll, wie es im Vorwort heißt, den Studenten der naturwissenschaftlichen Disziplinen und der Geographie, den Lehramtskandidaten, sowie den Bergingenieur in die historische Geologie einführen. Es dient also in erster Linie Lehrzwecken und steht deshalb in bemerkenswertem Gegensatz zu dem Handbuch der geologischen Formationskunde, welches von *Roemer* und *Frech* unter dem Namen „*Lethaea*“ herausgegeben worden ist. Man wird in dem neuen Buche keineswegs eine erschöpfende Aufzählung stratigraphischer Tatsachen erwarten dürfen.

Die *Tornquist'schen* „Grundzüge“ werden insofern der neueren Methodik der Geologie gerecht, als Schichtenfolge und Gebirgsbau in ihrer historischen Bedeutung miteinander verflochten werden. Nichts ist ermüdender und deshalb gerade für ein Lehrbuch weniger geeignet, als eine bloße Aufzählung von Schichtenpaketen und deren Fossilinhalt, wie sie bisher meistens in den Abteilungen über historische Geologie der Lehrbücher zu finden waren. Der Verfasser des vorliegenden Buches hat diese Klippe vermieden, indem er die Aufzählung der Leitfossilien auf das Wichtigste beschränkt, dann sogleich innerhalb der einzelnen Zeitalter auf ihre charakteristischen Verbreitungsgebiete übergeht und deren Lagerungsverhältnisse erörtert, um zum Schluß eine Skizze der jedes Zeitalter kennzeichnenden Gebirgsbildungen zu geben.

Die theoretischen Grundlagen sind dabei: das Zusammenfallen von Sedimentations- und Faltungsräumen nach der Haugschen Geosynklinaltheorie, die Posthumität der mitteldeutschen Gebirgsbildungen und — in abgeschwächter Form — die Schardtsche Deckentheorie, Vorstellungen also, die zwar noch in der Debatte stehen, aber einer einheitlichen Darstellung sehr zugute kommen. Der Gegensatz zwischen Ost- und Westeuropa, welcher dem Verfasser infolge seines derzeitigen Arbeitsgebietes besonders nahe liegt, kommt besser als in irgendeinem älteren stratigraphischen Lehrbuch zum Vorschein.

Wenn man etwas bedauern kann, so ist es die Beschränkung fast nur auf europäische Verhältnisse, welche der Verfasser sich aus didaktischen Gründen auferlegt hat. Bei der Benutzung der Grundzüge ist deshalb wohl vor allem ein ständiger Vergleich mit den beiden stratigraphischen Bänden von *Chamberlin* und *Salisbury's* amerikanischer „Geology“ empfehlenswert.

R. Lachmann, Breslau.

Haase, E., Die Erdrinde. Einführung in die Geologie. Zweite Auflage. Quelle & Meyer, Leipzig, 1913. VIII, 256 S. Preis geh. M. 2,80, geb. M. 3,20.

Die Besonderheit dieses für den Anfänger und zum Selbststudium geschriebenen Buches besteht in der Einordnung der Kapitel der allgemeinen Geologie (z. B. Kohlenbildung, Faltung, Erosion) in einzelne Abschnitte der Erdgeschichte. Es wird dadurch erreicht, daß die Vorgänge der Vergangenheit unmittelbar mit den heutigen Ereignissen in Vergleich gebracht werden. Der Nachteil des Zurücktretens der gerade dem Anfänger wichtigen Gegenwartsbeobachtungen wird zum Teil dadurch ausgeglichen, daß im Anhang eine geschickte Auswahl von Originalberichten über Vulkanausbrüche, Wirkung von Gletschern, über Dünen, Sonnenbestrahlung usw. gegeben wird.

Indem sich der Verfasser bemüht, nur die gesicherten Ergebnisse dem Leser vorzuführen, wird er zweifellos seiner vorliegenden Aufgabe gerecht. Dafür vermißt man aber stellenweise den Hinweis auf das Problematische, welches so mancher derzeitigen Lösung geologischer Fragen auch bei der vorliegenden Darstellung anhaftet.

R. Lachmann, Breslau.

Henseler, H., Über die Bedeutung der Mendelschen Vererbungsregeln für die praktische Tierzucht und die entsprechenden Versuche im Haustiergarten zu Halle. 23. Flugschrift der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde. 72 S. Berlin, Verlag der Gesellschaft, 1913.

Die Prüfung der Anwendbarkeit der Mendelschen Regeln auf die praktische Tierzucht ist zweifellos sowohl für die Vererbungs- wie Züchtungsbiologie gegenwärtig eines der wichtigsten und interessantesten Probleme. Während aber die Pflanzenzüchtungslehre schon viele Beiträge zur Beurteilung der Mendelschen Regeln geliefert hat, ist auf dem Gebiete der Tierzucht ein größerer Fortschritt noch nicht zu verzeichnen. Es ist daher ein sehr verdienstvolles Unternehmen, wenn in Halle die Bedeutung der Mendelschen Regeln auch für die Tierzucht einer Prüfung unterzogen wird. Die Schwierigkeit dieser Arbeiten beruht hinsichtlich Beschaffung des Materials vor allem auf der durch die Kostspieligkeit landwirtschaftlicher Nutztiere eng gezogenen Versuchsgrenzen, es kann sich immer nur um wenige Individuen handeln gegenüber den in beliebiger Zahl zur Verfügung stehenden Nutzpflanzen. *Henseler* bespricht zunächst die in der Literatur schon vorliegenden älteren Angaben, von denen eine einwandfreie Beurteilung bisher nur die hippologischen Untersuchungen von *A. R. Walther*, *B. Schmidt*, *Bunsow* u. a. zulassen (insbesondere auf Grund der zuverlässigen Zuchtbuchführungen in den Staatsgestüten), um sich dann den Ergebnissen der haleschen Versuche zuzuwenden. Es wurden hier Kreuzungen zwischen Lämmern, Schweinen und Rindern vorgenommen, die in bezug auf die Färbung zwar nicht genau mit den Mendelschen Spaltungszahlen übereinstimmten, jedoch immerhin sich diesen sehr näherten; es müßte aber vor einer endgültigen Beurteilung der Kreuzungsergebnisse, hauptsächlich bei Schafen, die Frage der Färbungskomponenten hinsichtlich der absoluten Vererbungsfähigkeit und Zusammen-

setzung zu Mischfarben untersucht werden. Sehr wichtig erscheint bei Tieren das Verhalten physiologischer Merkmale bei der Bastardierung, denn die Färbung allein läßt keine ausschließliche Beurteilung für oder wider die Mendelsche Regel zu, da die Hautfarbe der Haustiere sich meist aus verschiedenen Pigmenten aufbaut. Henseler erwähnt eine noch nicht veröffentlichte Arbeit von v. Maligonow, wonach manche biochemische Strukturen des Blutes, z. B. bei Schafkreuzungen, in der F_1 -Generation dominant oder epistatisch waren. Alles in allem zeigt die mit guten Abbildungen ausgestattete Henselersche Arbeit die Schwierigkeiten der Bastardierungsforschung bei Haustieren und die Wege, auf denen sich diese Probleme weiter verfolgen lassen; es wäre erfreulich, wenn auch anderwärts an landwirtschaftlichen Instituten derartige Arbeiten aufgenommen würden und sich auch auf die anatomisch-physiologische Seite erstreckten. E. Feige, Gießen.

Strasburger, E., Das botanische Praktikum. 5. Auflage, bearbeitet von E. Strasburger† und Max Koernicke. Jena, Gustav Fischer, 1913. XXVI, 860 S. u. 246 Holzschnitte. Preis M. 24.—, geb. M. 26,50.

Das bekannte große Praktikum von Strasburger ist wiederum in einer neuen Auflage erschienen, dieses Mal unter der Mitarbeit von W. Koernicke. Wie in den früheren Auflagen, so wurde auch jetzt wieder alles an technischen Errungenschaften und Verbesserungen inzwischen neu hinzugekommene aufgenommen, wie z. B. die Einrichtungen zur Ultramikroskopie (die Dunkelfeld- und Paraboloidkondensoren, Mikrobogenlampen usw.). Auch der wissenschaftliche Teil ist natürlich umgearbeitet und ergänzt worden, um ihn auf den jetzigen Stand der Forschung zu bringen. Es ist allenthalben die neueste Literatur berücksichtigt, so daß nach wie vor „das große botanische Praktikum“ mit seinen sorgfältigen Literaturangaben und den wertvollen Registerteilen ein unentbehrliches Handbuch auf jedem botanischen Arbeitstische bilden wird.

Das Praktikum dient als „Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik für Anfänger und Geübtere“ und die Studienbeispiele sind im allgemeinen so gewählt, daß es sich um Dinge handelt, die zum gesicherten Stande der Wissenschaft gehören. Die groß gedruckten Partien geben die Anleitung ab für das wichtigste und ohne größere Schwierigkeiten durchzuarbeitende Material, während die klein gedruckten Partien schwierigere Untersuchungen bieten für den Fortgeschritteneren. In diesen Teilen des Werkes werden die Praktikanten in der Lektüre bis an die Probleme vielfach selbst herangeführt. Diese an sich wertvolle Tendenz kann jedoch leicht einmal zu weit führen, wie, um nur einiges zu nennen, in dem Falle der Besprechung der Chondriosomen, der Aufnahme des Leptomins und der Anführung der Manginschen Angaben über die Natur, Verbreitung und Nachweis der „Kallöse“. Gegen die Aufnahme der Chondriosomen in das Praktikum vor allem möchte der Ref. seine Bedenken nicht zurückhalten. Denn es stehen die „Chondriosomen“ zum mindesten noch sehr zur Diskussion, wenn auch der Ref. die Ansicht vertritt, daß es überhaupt keine pflanzlichen Chondriosomen gibt (cf. *Progressus rei botanicae* IV, 1912; *Zeitschr. f. Bot.* IV, 1912). Der Praktikant nun, der diese betreffenden Stellen (S. 665, 666) studiert, muß zu der Meinung gelangen, daß „Chondriosomen“ etwas ist, was als gesichert dasteht, weil eingehend färberische Verfahren beschrieben und Objekte genannt und abgebildet werden, bei denen „Chondriosomen“ zu sehen sind. — Ähnlich ist es mit der weitgehenden Berücksichtigung der eigenartigen, „Kallus“ genannten Substanz auf den Siebplatten der Siebröhren.

Wir finden im Register unter „Kallöse“, „Kallöse in Pilzmembranen“, „Kallöseprotoplasten in Pollenschläuchen“, „Kallöseschleim“, „Kallus“, „Kallusplatte“, eine große Zahl von Texthinweisen, die sich eingehend mit den verschiedensten Reaktionen und Tinktionen dieser Substanz befassen. Der Praktikant gewinnt m. E. aber nicht den Eindruck, daß einmal alle diese verschiedenen Termini immer im Grunde dasselbe besagen, zum anderen, daß „Kallöse“ nichts besagt, sondern ein Name ist für die hypothetische Zusammensetzung dieses Siebröhrenstoffes, unter dem aber Mangin alles mögliche (Pilz- und Algenmembranstoffe, Pollenschlauchprotoplasten usw. usw.) zusammenfaßt, die nichts damit zu tun haben. Diese Manginschen Färbeverfahren, mit denen er glaubt, überall seine „Kallöse“ nachweisen zu können, sind nun sämtlich in das Praktikum aufgenommen, wodurch eine irreführende Vorstellung von dem Vorkommen und auch der Natur der „Kallöse“ notgedrungen entstehen muß, da das Zweifelhafte und durchaus Widerspruchsvolle der Manginschen Nachweisverfahren für „Kallöse“ nicht entsprechend betont ist.

Diese kleinen kritischen Aperçus tangieren natürlich nicht im geringsten den anerkannten Wert des botanischen Praktikums, sie sollen nur Wünsche bedeuten für die fernere Ausgestaltung dieses trefflichen Handbuches.

E. W. Schmidt, Marburg.

Schmeil, O. und J. Fitschen, Pflanzen der Heimat. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. 83 S. u. 80 farbige Tafeln. Preis geb. M. 5,40.

Gramberg, E., Pilze der Heimat. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. 2 Bände. 70 S. u. 66 farbige Tafeln und 108 S. u. 50 farbige Tafeln. Preis je M. 5,40.

Schmeil hat im Jahre 1896 durch ein kleines Oktavbändchen mit dem Titel „Pflanzen der Heimat, biologisch betrachtet“ einen bedeutungsvollen Wurf getan. Er schrieb darin den je eine Seite einnehmenden Text zu 128 farbigem, für die damalige Technik lediglich guten Bildern von einheimischen Pflanzen. Neu war an jenem Buch vor allem die Schreibart, die das Biologische als Text neben die das Morphologische fast allein lehrende Bildtafel stellte. Er unternahm damit den Versuch, die Biologie soweit zu verbreiten, wie die Pflanzenkenntnis selbst und so bequem wie möglich beide — eben durch das bunte Bild — dem Ungelehrten zugänglich zu machen. Sein Erfolg war damals groß und verdient. Freilich mußten bei weiterer Ausdehnung der biologischen Schreibart, die — wenn auch nach des Verfassers Zeugnis nur der Kürze wegen — oft teleologisch wurde, Bedenken laut werden, Bedenken, die insbesondere die ersten Schmeilschen Unterrichtswerke für Lehrer und Schüler fast gefährlich machen konnten. Denn wir müssen betonen, daß eine selbst der Kürze wegen gewählte teleologische Ausdrucksweise der Feind aller exakten Beobachtung ist, die Brücke, geschlossenen Auges Probleme zu überschreiten und der Deckmantel persönlicher oder mit der Wissenschaft geteilter Unkenntnis. Hiervon vielfach nicht frei zu sein oder gewesen zu sein, ist ein öfter gegen den Pädagogen Schmeil erhobener Vorwurf. Heute geschähe das mit Unrecht, der Ton ist ein wesentlich anderer geworden und so ist denn die Neuausgabe der Pflanzenbilder in vieler Hinsicht ein Gewinn, besonders sind jetzt die ganz neuen Bilder des im Format vergrößerten Werkes unendlich viel besser: sie gehören unter die allerbesten Pflanzenhabitusbilder. Auffassung, Zeichnung, Farbe und technische Ausführung sind ausgezeichnet. Das Grambergsche Buch schließt sich dem Schmeilschen obigen in der Ausstattung völlig an. Das Lob der glänzenden Abbildungen ist auch hier zu singen, gerade von Pilzen existieren so viele (gut gemeinte) minderwertige in anderen popu-

lären Darbietungen, daß die vorliegenden Bände besonders zu rühmen sind. Die Auswahl der Pilze beschränkt sich natürlich auf größere Formen, fast nur Basidiomyceten, und bevorzugt eßbare und ihre Verwechslungen. Der Text kann bei diesen Objekten natürlich nicht viel anders als morphologische und floristische Daten bieten, ohne gelehrt werden zu müssen. Er wird wohl nicht so viel Leser finden unter den dem Buch sehr zu wünschenden Benutzern, wie der des Schmeilschen Buches. Ein Anhang behandelt einiges Allgemeine, wie die systematische Anordnung, Verbreitung, Handel, auch Zubereitung u. dgl. Beide Bücher sind in einer Reihe gleich ausgestatteter Unterrichtswerke (Schmeils naturwissenschaftliche Atlanten) enthalten und auch mit losen Tafeln (z. B. für Unterricht) erhältlich.

F. Tobler, Münster.

Lindau, G., Die Flechten, Eine Übersicht unserer Kenntnisse. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1913. 123 S. u. 54 Abbildungen. Preis geb. M. 0,90.

Das Buch ist eine gute Zusammenfassung unserer Kenntnisse über die Flechten, diese biologisch so bemerkenswerte, morphologisch oft recht labile, phylogenetisch junge Pflanzengruppe. Das Werkchen verdient um so mehr Verbreitung, als seit langer Zeit in der Flechtensystematik viel auch von Dilettanten (und oft recht Gutes) gearbeitet worden ist, freilich bedauerlich oft unter Unkenntnis oder Mißachtung allgemeiner Befunde, man denke nur an die fast 3 Jahrzehnte dauernde Bekämpfung der Schwendenerschen Flechtenlehre von 1869 durch vorzügliche systematische Lichenologen! Freilich zeigt das Buch auch, wie große Lücken in der Physiologie und Biologie der Flechten noch zu füllen sind. Eine systematische Übersicht mit Hervorhebung der deutschen Typen schließt die oft durch brauchbare Bilder unterstützte Darstellung ab. Dieser Göschenband hat zugleich Bedeutung als populäre Schrift, wie als wissenschaftliche Zusammenfassung, die bisher fehlte.

F. Tobler, Münster.

Trinkwalter, L., Ausländische Kultur- und Nutzpflanzen. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. 120 S. und 59 Textabb. Preis geb. M. 2,40.

Das den Schmeilschen Unterrichtsbüchern angegliederte Buch ist eine gut aus den bekannten einschlägigen Werken zusammengetragene Aufzählung und Beschreibung aller wichtigeren exotischen Nutzpflanzen mit Erwähnung von Verbreitung, Anbau und Bedeutung, vor allem auch in den deutschen Kolonien. Um der hierfür beigegebenen, aus der Zeitschriftenliteratur stammenden Zahlendaten willen wird dem Buch eine gewisse vorübergehende Aktualität anhaften. Das Buch liest sich angenehm, die Bilder sind meist gut.

F. Tobler, Münster.

Wiesner, Jul. v., Biologie der Pflanzen. Mit einem Anhang: Die historische Entwicklung der Botanik. 3. Auflage. Wien und Leipzig, Alfred Hölder, 1913. X, 384 S. Preis brosch. 9,80 M.

Nach elfjähriger Pause ist jetzt die dritte Auflage der Biologie der Pflanzen von Wiesner wieder herausgekommen. Die Fülle des Neuaufgenommenen machte eine Vergrößerung des Buchumfanges um etwa 40 Seiten notwendig. Eine Anzahl neuer Abbildungen ist auch noch hinzugekommen. Außer den beiden rein biologischen Kapiteln (Biologie der vegetativen Prozesse, die biologischen Verhältnisse der Fortpflanzung) beschäftigt sich ein dritter Abschnitt mit den Fragen der allgemeinen Pflanzengeographie, die ja in ihrer heutigen Form als Pflanzenökologie sich eng an die Pflanzenbiologie angliedert. Abstammungslehre und Deszendenztheorie finden ebenfalls ihre Besprechung, und ein An-

hang über die historische Entwicklung der Botanik beschließt diese recht empfehlenswerte, von streng wissenschaftlichem Standpunkte geschriebene Biologie der Pflanzen.

E. W. Schmidt, Marburg.

Sieben, Hubert, Einführung in die botanische Mikrotechnik. Jena, Gustav Fischer, 1913. VIII, 96 S. u. 19 Abbild. Preis M. 2,—.

Eine kurz gefaßte wirkliche *Einführung* in die botanische Mikrotechnik fehlte bisher. *Hubert Sieben*, der technische Mitarbeiter *Straßburgers*, hat nun seine Erfahrungen in einfach klarer Weise zusammengestellt. Es sind vor allem die aus dem Bonner Institut hervorgegangenen Färbverfahren usw., die von *Sieben* seit Jahren ausgearbeitet und erprobt, hier den Anfänger einführen sollen in die schwierigen Künste des Färbens; eine Anleitung, deren Kenntnis, wie *Fitting* zur Einführung bemerkt, „die sonst so qualvolle Arbeit an den Färbenäpfen erleichtert“.

Einem Kapitel über das Fixieren folgen die Kapitel über die weitere Behandlung des Objektes bis zum fertig gefärbten Schnitt. Den Beschluß macht eine „Tabellarische Übersicht der wichtigsten Fixier- und Färbemittel“. — Das Büchlein ist jedem Anfänger auf das beste zu empfehlen, aber auch wer gewöhnt ist, mit solchen Dingen alltäglich umzugehen, wird gern diese präzisen Aufzeichnungen eines alten Praktikers hier und da zu Rate ziehen.

E. W. Schmidt, Marburg.

Rikli, M. und C. Schröter, Vom Mittelmeer zum Nordrand der Sahara. Eine botanische Frühlingsfahrt nach Algerien. Mit Beiträgen von Prof. Dr. C. Hartwich, Dr. Ed. Rübel, Prof. Dr. L. Rüttimeyer (Basel) und von Herrn und Frau Dr. Schneider-Von Orelli. 178 S. u. 25 Tafeln. Art. Institut Orelli Füssli, Zürich, 1912. Preis geh. M. 3,20, geb. M. 4,—.

Das Buch von *Rikli* und *Schröter* ist die Frucht einer vierwöchentlichen Studienreise, ursprünglich für Dozenten und Studierende der technischen Hochschule zu Zürich geplant, an der dann aber schließlich noch eine Reihe Botaniker, Zoologen, Pharmakologen und Geologen verschiedener Länder teilnahmen. Infolgedessen finden sich in der Niederschrift der Ergebnisse dieser wohl gelungenen „Studienfahrt“ außer den rein botanischen Kapiteln noch licht-klimatische, geologische und pharmakologische Beiträge, Ethnographica und kulturhistorische Dokumente. Den räumlich naturgemäß umfangreichsten Teil, die pflanzengeographischen Schilderungen, ergänzen noch phytopathologische und cecidologische Notizen. 25 instruktive Tafeln geben zusammen mit den Textfiguren eine willkommene Illustration der anregenden Darstellung.

E. W. Schmidt, Marburg.

Müller-Thurgau, H., und A. Osterwalder, Die Bakterien im Wein und Obstwein und die dadurch verursachten Veränderungen. (Sonderabdruck aus dem Centralbl. f. Bakt. Abtg. II. Bd. 36.) Jena, G. Fischer, 1913. IV, 210 S. u. 3 Taf. Preis M. 6,—.

Selbst heutzutage gehen bekanntlich alle Jahre noch große Werte durch Verderben von Weinen und Obstweinen verloren. Auch die sogen. Weinfehler und Weinkrankheiten müssen zum großen Teile auf *Organismenwirkungen* zurückgeführt werden und zwar nicht nur auf wilde Hefen und hefeähnliche Mikroben, sondern auch auf mancherlei Bakterien. Auf die Organismen, als teilweise Ursache solcher unliebsamen (oft großen Schaden bringenden) Veränderungen ist schon von *Pasteur* hingewiesen worden, aber gerade die im Weine vorkommenden Bakterien kennen wir auch gegenwärtig — trotz der Vervollkommenung der bakteriologischen Unter-

suchungsmethoden — in morphologischer und physiologischer Hinsicht noch viel zu wenig, um auf die bisherige Kenntnis derselben gestützt, *Weinfehler und Weinkrankheiten* vollständig zu verhindern. Wegen solcher geringen Kenntnis haben daher die im Wein vorkommenden Bakterien in den zusammenfassenden bakteriologischen Werken bisher auch kaum Erwähnung gefunden.

Wie auch die Verfasser mit Recht betonen, versucht man mit Rücksicht auf die hohe praktische Bedeutung (hier wie auch auf anderen Gebieten), gewöhnlich viel zu früh praktischen Zielen zuzustreben und auf empirischem Wege — statt auf der Grundlage genauester Bakterienkenntnis — die gefundenen Organismen zu bekämpfen oder mit diesen die Krankheiten künstlich zu erzeugen. Von der Erwägung ausgehend, daß es in erster Linie notwendig ist, die in kranken oder fehlerhaften Weinen auftretenden Organismen im morphologischen, besonders aber in ihrem physiologischen Verhalten gründlich zu erforschen und daß man gestützt auf die so gewonnenen Ergebnisse sicherer dazu gelangen wird, das Wesen der einzelnen *Weinkrankheiten* zu verstehen und alsdann auch die praktischen Ziele zu erreichen, ist von den Verfassern die vorliegende Arbeit als Beitrag zur Lösung dieser Aufgaben durchgeführt worden. Es ist eine umfangreiche, gründliche Arbeit, die über die engeren Fachkreise hinaus besonders auch die Nahrungsmittelchemiker sehr interessieren muß.

Die Verfasser berichten zunächst über die bisherigen Kenntnisse von den durch Bakterien im Wein hervorgerufenen Veränderungen, und zwar einmal über das allgemeine Vorkommen von Bakterien im Wein und dann über die mancherlei Veränderungen im Wein, welche direkt oder indirekt mit Bakterienwirkungen im Zusammenhang stehen: Es sind dies hauptsächlich der sogenannte *Milchsäurestich*, *Essigsäurestich*, die *Mannitgärung*, verbunden mit Schleimbildung, das *Zähe- oder Lindwerden*, der „*Böckser*“, das *Umschlagen* (la tourne et la pousse), das „*Mäuseln*“, das *Bitterwerden* sowie der *Buttersäurestich*. Auch der *Säureabbau* (Säurerückgang während der Lagerung, der zum Teil auch auf anderen Ursachen, zum Teil sogar auf Hefewirkungen beruhen kann) durch *Bakterien* wird ausführlich behandelt. Es folgen alsdann umfangreiche eigene Untersuchungen der beiden Verfasser über die Reinzucht und Kultur von Weinbakterien, morphologische, physiologische und systematische Untersuchungen und Beobachtungen über 4 von denselben rein gezüchtete Bakterienarten, auf deren mannigfache und interessante Einzelheiten hier natürlich nicht näher eingegangen werden kann und derentwegen auf das Original verwiesen werden muß.

In einem besonderen, längeren Abschnitte (S. 159 bis 196) werden die wichtigsten der oben genannten, durch Bakterien verursachten Veränderungen im Wein beurteilt, auf Grund der mit Reinkulturen gewonnenen Ergebnisse besprochen, und schließlich wird noch (S. 199 bis 204) die Anwendung der gewonnenen Versuchsergebnisse bei der Beurteilung von Weinen näher erörtert. — Auch hierauf kann im einzelnen hier nicht eingegangen werden, und als allgemein interessant und wichtig mag nur noch darauf hingewiesen sein, daß man unter *Weinkrankheit* im allgemeinen jene fortschreitenden, unliebsamen Veränderungen zu verstehen hat, welche durch die im Saft oder Wein lebenden Organismen (*Schimmelpilze, Sproßpilze und Bakterien*) verursacht werden und bei welchen Erzeugnisse entstehen, welche die Beschaffenheit des Weines hinsichtlich Geruch, Geschmack oder Bekömmlichkeit ungünstig beeinflussen. Als Fehler pflegt man solche Veränderungen zu bezeichnen, bei denen keine direkten Organismenwirkungen in Betracht zu ziehen sind. Im übrigen treten Krankheiten und Fehler bei

Obstweinen viel häufiger als bei Traubenweinen auf, da jene meist einen viel niedrigeren Alkoholgehalt aufzuweisen haben als diese.

Die Beurteilung der Weine erfolgte bisher in der Lebens- und Genußmittelkontrolle für gewöhnlich auf Grund der Sinnenprüfung einerseits und einer chemischen Analyse andererseits, welche sich aber in der großen Mehrzahl der Fälle auf wenige Bestandteile, wie Alkohol, Gesamtsäure, flüchtige Säuren, Extrakt, Mineralstoffe bezog. In neuerer Zeit hat man nun in der richtigen Erkenntnis, daß die Milchsäure einen wesentlichen, regelmäßig vorkommenden Bestandteil der Weine bildet, auch diese in den Kreis der quantitativen Bestimmungen einbezogen. Da indessen die Milchsäure nach den Untersuchungen der Verfasser auf verschiedenem Wege in den Wein gelangen kann, und da dies weiterhin für seine Beurteilung von größter Bedeutung ist, so sollte die chemische Untersuchung auch darüber Auskunft geben. Das ist jedoch nur unter Zuziehung der bakteriologischen Prüfung möglich. Die vorliegende wertvolle Arbeit ist noch keineswegs abgeschlossen und wird von den Verfassern auch keineswegs schon als abgeschlossen betrachtet. Sie wird aber gleichwohl nicht nur den auf dem Weingebiete arbeitenden Bakteriologen und Gärungsphysiologen, sondern vor allem auch den Nahrungsmittelchemikern beziehungsweise Weinchemikern schon erheblichen Nutzen bringen können und tatsächlich auch bringen.

B. Heinze, Halle a. d. S.

Küster, Ernst, Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen für den Gebrauch in zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorien.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. VII, 218 S. u. 25 Abbild. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 8,60.

Das Buch erfüllt nicht nur seinen Zweck, eine Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen zu geben, in ausgezeichnete Weise, indem es mit peinlichster Genauigkeit und Sorgfalt und unter Berücksichtigung der zahlreichen verstreuten Literaturangaben eine Übersicht zur Gewinnung und Isolierung sowohl der Bakterien als auch — was uns besonders wertvoll erscheint — der Protozoen, Flagellaten, Algen, Pilze usw. gibt, sondern es bietet weit mehr. Der allgemeine Teil, der unter anderem die Frage „Wasser und Glas“, die verschiedenen Nährsubstrate, den Einfluß von Sauerstoff, die Wirkung von Giften und Stoffwechselprodukten behandelt, der spezielle Teil, der sich mit den Gruppen der Mikroorganismen, ihren Fundstellen, ihren Ernährungsbedingungen, ihren biologischen Eigenschaften beschäftigt, der Anhang endlich, der den Züchtungsmethoden höherer Lebewesen gewidmet ist, bietet eine derartige Fülle von Anregungen, daß das Werk jedem praktisch und wissenschaftlich arbeitenden Biologen willkommen sein wird. Ich möchte als Mediziner besonders darauf hinweisen, daß auch für unsere Wissenschaft das Küstersche Buch eine entschiedene Lücke ausfüllt, weil es die Lehre von den Mikroorganismen gerade von einer mehr allgemeineren und nicht rein medizinischen Seite beleuchtet. So wird der ärztliche Bakteriologe und Biologe hier manches für ihn wertvolle und verwendbare entdecken, was er in seiner Fachliteratur nur verstreut oder gar nicht findet.

Carl Bruck, Breslau.

Astronomische Mitteilungen.

Von den Dimensionen des Erdkörpers, der mathematisch als Ellipsoid gedacht werden kann, liegen nach Professor *Helmert* neue und recht zuverlässige Zahlenwerte vor. Danach beträgt die halbe große Axe des Erdellip-

soids 6378,388 Kilometer mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur 35 Meter, die halbe kleine Axe 6356,909 Kilometer mit einem wahrscheinlichen Fehler von 72 Meter. Als Abplattungswert kann man $1/296,96$ mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur 0,8 annehmen, entsprechend einer Differenz von 21,5 Kilometer zwischen der halben großen und kleinen Erdaxe, ausgedrückt in Teilen der großen Halbaxe. Der Meridianquadrant der Erde, der nach den Träumen der ersten, von der französischen Revolutionsbehörde eingesetzten wissenschaftlichen Kommission zur Reformierung des Maß- und Gewichtswesens eigentlich 10 Millionen Meter betragen sollte, ist mit dem sogenannten legalen, d. h. gesetzmäßig eingeführten französischen Meter gemessen 10 Millionen 2286 Meter groß mit einem wahrscheinlichen Fehler von 78 Meter, und für die gesamte Oberfläche der Erde kommt der Betrag von 510,1 Millionen Quadratkilometer heraus. Der wahrscheinliche Fehler in der Oberflächenberechnung der Erde beträgt immer noch 7100 Quadratkilometer, ist also etwa halb so viel wie die Ausdehnung des Königreichs Sachsen. Immerhin kennt die moderne Geodäsie Gestalt und Größe unseres Planeten jetzt schon mit erheblicher Sicherheit insbesondere dank der erdumfassenden Tätigkeit der Internationalen Erdmessung, deren Zentralbureau sich in Potsdam in Verbindung mit dem Königlich Preussischen Geodätischen Institut befindet.

Über die Leistungen großer Spiegelteleskope (Reflektoren) macht der ausgezeichnete amerikanische Astronom Professor *Barnard* in dem von Professor *Hale* herausgegebenen Bericht der Sonnenwarte auf dem Mount Wilson — das Mount Wilson Solar Observatory ist auch eine der großartigen Schöpfungen des Washingtoner Carnegie-Instituts — bemerkenswerte Mitteilungen. Man weiß schon längere Zeit, daß zur photographischen Darstellung feinsten Einzelheiten in Nebelflecken und Kometenschweifigen die Reflektoren, die im letzten Jahrhundert in der Astronomie gegenüber den Linsenteleskopen etwas vernachlässigt blieben, viel mehr leisten als die Refraktoren. Nun weist aber Professor *Barnard*, der an den größten Refraktoren (Linsenteleskopen) gearbeitet hat, nach, daß auch für Okularbeobachtungen oder visuelle Messungen feiner Einzelheiten auf den Planetenoberflächen der 60 zöllige Reflektor der Mount-Wilson-Sternwarte bedeutend mehr leistet als die großen amerikanischen Refraktoren. Die Planetenoberflächen zeigen sich darin völlig farbenrein und verraten selbst die feinsten Einzelheiten in ihrer Struktur. Es ist dies ein neuer und großer Vorzug der Reflektoren, der sich besonders beim Betrachten der Marsoberfläche geltend macht. Tatsächlich konnte Professor *Barnard* nichts von den Systemen all der feinen Linien auf unserem Nachbarplaneten erkennen, die z. B. Professor *Lowell* auf Grund seiner Beobachtungen am Refraktor gezeichnet hat.

Die Entdeckung eines neuen kleinen Planeten wird von der amerikanischen Sternwarte Winchester im Staate Massachusetts gemeldet. Der bekannte Planetenentdecker *J. H. Metcalf* fand auf photographischem Wege den Planetoiden 1913 RO, der in Rektascension bei $15^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ und in Deklination bei $-4^{\circ} 30'$ steht und von der $11\frac{1}{2}$. Größenklasse ist; seine Bewegung vollzieht sich in nordwestlicher Richtung am Himmel.

Messungen über die Verteilung der Intensität in den Spektrallinien von Sternen teilt in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4662 *K. F. Bottlinger* mit. Dieselben sollen als erster Beitrag zur genaueren Kenntnis der Absorptionslinien in Sternspektren dienen, deren Aussehen bisher nur mit ganz allgemeinen Ausdrücken (wie breit oder schmal, verwaschen oder scharf) bezeichnet wurde,

ohne dafür genauere Messungen zu geben. Zu den Ausmessungen der Intensitätsverteilung innerhalb der einzelnen Absorptionslinien diene ein Mikrophotometer von *Hartmann* mit besonderen Einrichtungen. Der Verfasser hofft auf diese Weise aus der Gestalt der Spektrallinien auch auf die physikalische Beschaffenheit der Sternatmosphären später einmal schließen zu können. Man erkennt hieraus, wie recht z. B. Professor *Schwarzschild* in seiner Antrittsrede in der Berliner Akademie der Wissenschaften hat, wenn er betonte, daß Astronomie mit Physik und Chemie geschlossen vorwärts zu marschieren habe.

Spektralaufnahmen in der Milchstraße hat, wie im 36. Hefte des *Astrophysical Journal* mitgeteilt wird, *E. A. Fath* auf der nordamerikanischen Mount-Wilson-Sternwarte mit Erfolg ausgeführt. Zu diesem Zweck wurde ein sehr lichtstarker Spektrograph der Lick-Sternwarte mit dem Cölostaten des „Snow-Teleskops“ auf der Wilson-Sternwarte in Verbindung gebracht und auf den sehr hellen Teil der Milchstraße in der Nähe des Sternbildes „Sagittarius“ gestellt. Die besten Aufnahmen wurden dadurch erzielt, daß man in der Regel fast 70-stündige Expositionszeiten durch eine größere Zahl von Nächten hindurch bewirkte. Auf diese Weise erhielt man ein Spektrum der Milchstraße, das im großen und ganzen den Typus eines sehr schwachen Spektrums der Fixsterne vom Charakter der Sonne darstellte. Daraus kann man schließen, daß unter den ganz schwachen Sternen, die sich besonders in der Region der Milchstraße anhäufen, der Typus der Sonnensterne vorherrscht.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Naturschutz in England. Seit längerer Zeit besteht in England eine Körperschaft, die sich den Schutz landschaftlich schöner oder historisch bemerkenswerter Örtlichkeiten angelegen sein läßt. Der Pflanzen- und Tierwelt hatte dieser *National Trust* bisher weniger Interesse zugewendet. Das wird jetzt anders werden. Kürzlich ist ihm ein Reservat überwiesen worden, das in erster Linie naturwissenschaftlichen Zwecken vorbehalten sein soll. Es ist das eine etwa 8 engl. Meilen lange Landzunge an der Nordküste von Norfolk, die sich bei Weybourne vom Festlande abzweigt und den Namen *Blakeney Point* führt. Sie ist aus den Elementen gebildet, die das Meer in Form von Schlamm, Sand und Geröll abgelagert hat, und trägt eine außerordentlich reiche Küstenflora, von der Prof. *F. W. Oliver* in *The Gardeners' Chronicle* (1913, 53, 97) eine nähere Beschreibung gibt. Auf den mit Sandgras (*Psamma*) bewachsenen Dünen brüten mehrere Arten von Seevögeln in solcher Menge, daß der Besucher vorsichtig gehen muß, um nicht die Eier oder die Jungen zu zertreten. Interesse bieten auch die Insekten, und die Kaninchen, die merkwürdige Beziehungen zu den Pflanzen aufweisen sollen. — In den Bemühungen um die Erhaltung der ursprünglichen floristischen, faunistischen und geologischen Züge der britischen Inseln wird der *National Trust* in der vor kurzem ins Leben getretenen *Society for the Promotion of Nature Reserves* eine kräftige Stütze finden. Diese neue Gesellschaft, deren Vorstand aus bedeutenden Naturforschern und anderen hervorragenden Männern des öffentlichen Lebens zusammengesetzt ist, verfolgt das Ziel, Landflächen, die ihre ursprüngliche Beschaffenheit bewahrt haben, und die seltene, in ihrem Bestande bedrohte Arten enthalten, aufzunehmen, zu erwerben und dem *National Trust* zu überweisen.

F. M.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 30.

25. Juli 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Unsere gegenwärtigen Anschauungen über Röntgenstrahlung. Von *Prof. Dr. A. Sommerfeld, München.* S. 705.

Das Zugstraßenproblem der Wandervögel. Von *Dr. Wilh. R. Eckardt, Essen.* S. 713.

Das Biologisch-landwirtschaftliche Institut Amani (Deutsch-Ostafrika) und seine Arbeit. Von *Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.* S. 717.

Ueber die notwendige Organisation des paläontologischen Sammelns. Von *Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Charlottenburg.* S. 721.

Besprechungen. S. 724.

Kleine Mitteilungen. S. 726.

VERLAG VON QUELLE & MEYER IN LEIPZIG

Die Singvögel der Heimat

Von O. Kleinschmidt

Ein naturwissenschaftlicher Bilderatlas mit 86 farbigen und 14 schwarzen Tafeln mit Text. In Originalband Mark 5.40

„Kleinschmidt, seit Jahren berühmt als Spezialist im Vogelzeichnen und kolorieren, gibt auf 86 farbigen Tafeln mit gegenüberstehendem kurzen, prägnanten Text uns ein farbenprächtiges, feinst entworfenes Bild der heimatlichen Sänger in $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{6}$ Größe. Als willkommene Zugabe erscheinen am Schluß farbige und schwarze Tafeln von Eiern, Nestbauten, Schlaf- und Lieblingsplätzen der Singvögel.“

Kölnische Volkszeitung.

„In langer Reihe ziehen die kleinen Gäste in durchweg prächtig getroffenen Bildnissen an uns vorüber . . . etwa eine Seite Text belehrt uns über jedes Vogels Lebensweise, Nestbau, Nahrung, Gesang, Zeit des Aufenthaltes bei uns usw. Der größte Teil dieses Textes ist in Rubriken eingeteilt, die den Gebrauch sehr erleichtern.“

Weser-Zeitung.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 5 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Die Diathermie

Von

Dr. Josef Kowarschik

Vorstand des Institutes für physikalische Therapie
am Kaiser-Jubiläums-Spital der Stadt Wien

Mit 32 Textfiguren

Preis M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.40

Soeben erschien:

Die Lichtbehandlung des Haarausfalles

Von

Dr. Franz Nagelschmidt

in Berlin

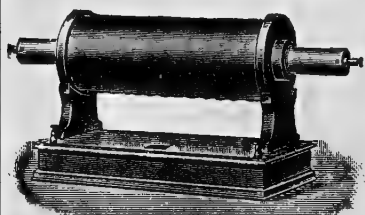
Mit 87 Abbildungen

Preis M. 3.20; in Leinwand gebunden M. 3.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Induktorien mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlag-sicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Der Kautschuk.

Eine kolloidchemische Monographie
von **Dr. Rudolf Ditmar** in Graz.

Mit 21 Abbildungen.

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuß & Co., Basel: Seite II.

Unsere gegenwärtigen Anschauungen über Röntgenstrahlung*).

Von Prof. Dr. A. Sommerfeld, München.

1. Historische Einleitung.

Röntgens Entdeckung fällt in das Jahr 1895, sie wurde publiziert in zwei kurzen Noten vom Dezember 1895 und März 1896, die Röntgen der Würzburger physikalisch-medizinischen Gesellschaft vorlegte¹⁾. Hier hat er alle wesentlichsten Eigenschaften der neuen Strahlenart, von Röntgen X-Strahlen genannt, niedergelegt: die Wirkung auf die photographische Platte und auf den Fluoreszenzschirm, die geradlinige Ausbreitung, das Fehlen von Reflexion und Brechung sowie von merklichen Beugungserscheinungen, Entstehung sekundärer Strahlen an einer von primären getroffenen Metalloberfläche, Nichtablenkbarkeit durch den Magneten (im Gegensatz zu den Kathodenstrahlen), die verschiedene Absorbierbarkeit durch verschiedene Materialien, die ungefähr aber nicht genau proportional läuft zu deren Dichte, das Leitendwerden der von X-Strahlen getroffenen Luft, „Ionisierung“ derselben, und die dadurch hervorgerufenen Entladungserscheinungen, die Aussiebung härterer, d. h. durchschlagskräftiger oder weniger absorbierbarer Strahlen, durch den Vorgang mehrfacher Absorption, die Ungültigkeit des Lambertischen Cosinusetzes für den Emissionsvorgang an der Antikathode u. a. m.

So gründlich hatte Röntgen das neue Erscheinungsgebiet bearbeitet, daß den übrigen Forschern zunächst fast nichts zu tun mehr übrig blieb. In der Tat konnten die nächsten zehn Jahre dem von Röntgen Erkannten nichts Wesentliches hinzufügen, wenn wir von den durch Dorn²⁾ entdeckten sekundären Kathodenstrahlen absehen, die uns hier nur anhangsweise beschäftigen werden (vgl. Nr. 6). Eine wichtige neue Tatsache, die für die Erkenntnis der Natur der Röntgenstrahlen entscheidend wurde, fand 1905 Barkla³⁾, die *Polarisation* derselben. Er beobachtete eine vollständige Polarisation bei den sekundären Röntgenstrahlen, d. h. den durch das Auftreffen primärer Strahlung hervorgerufenen Strahlen derselben Art, eine unvollständige Polarisation auch bei den primären Strahlen. Sehr wichtig wurde ferner die von Barkla und Sadler⁴⁾ geleistete Zergliederung der sekundären Röntgenstrahlung in sog. *zerstreute Strahlung* (scattered radiation) und *Eigenstrahlung* (auch homogene oder Fluoreszenzstrahlung genannt). Die zerstreute Strahlung können wir kurz bezeichnen als ein durch die Primärstrahlung hervorgerufenen *erzwungenes* Mitschwingen der Elektronen in der getroffenen Substanz, die Eigenstrahlung als die von den Primärstrahlen angeregten *freien Schwingungen* der Elektronen, als ihre Eigenschwingun-

gen in dem betr. Material. Die Eigenstrahlung tritt merklich nur auf bei den Materialien von hohem Atomgewicht (größer als 30), um die zerstreute Strahlung rein zu bekommen muß man daher als „Radiator“ eine leichte Substanz (Kohle, Paraffin) benutzen. Die zerstreute Strahlung ist wesensgleich, insbesondere gleich hart mit der primären, sie erfolgt als erzwungene Schwingung in demselben Tempo wie die primäre; nur von ihr gilt, daß sie vollständig polarisiert ist. Die Eigenstrahlung ist weicher wie die primäre und unpolarisiert; sie erfolgt, als freie Schwingung, in einem Tempo, das durch die Natur des Materials gegeben ist.

Barklas Entdeckung der Polarisation wurde bestätigt von Haga⁵⁾ bezüglich der sekundären, von Baßler⁶⁾ und Herweg⁷⁾ bezüglich der primären Strahlung. In seiner unter Röntgens Leitung verfaßten Dissertation fand Baßler eine gewisse *Verschiedenheit der Intensität der polarisierten Strahlung in verschiedenen Richtungen*, Friedrich⁸⁾ bestätigte diese bei der Gesamtstrahlung und konstatierte eine *Abhängigkeit der Härte von der Emissionsrichtung*.

Ich möchte Sie in dieser historischen Einleitung nicht durch Aufzählung von Einzelheiten ermüden. Die Theorie ist ja dazu da, die Einzeltzüge des physikalischen Geschehens zu einem kohärenten Gesamtbilde zusammenzufassen und dadurch den Überblick über die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen zu erleichtern. Deshalb gestatten Sie mir, die hier nur angedeuteten Tatsachen erst später im Zusammenhange mit ihrer theoretischen Deutung näher auszuführen.

Aus der weiteren experimentellen Entwicklung habe ich nur noch wenige Punkte anzuführen. Zunächst eine Untersuchung von W. Wien⁹⁾ über den *Wirkungsgrad* des Umsatzes der Kathodenstrahlen in Röntgenstrahlen. Wien fand diesen Wirkungsgrad, d. h. das Verhältnis der gelieferten Energie der Röntgenstrahlen zu der aufgewandten Energie der erzeugenden Kathodenstrahlen sehr klein, etwa gleich $\frac{1}{1000}$, übrigens aber wachsend mit der Spannung der Röntgenröhre (der Energie der Kathodenstrahlen). Der weitaus größte Teil der aufgewandten Energie geht also für die Röntgenstrahlen verloren und degeneriert in Wärmeenergie.

Von der Optik her sind wir gewohnt, den eigentlichen Aufschluß über die Natur des Lichtes und das eigentliche Maß für seine Wellenlänge aus den Erscheinungen der Interferenz und Beugung abzuleiten. Die ersten sachgemäßen Versuche über *Beugung der Röntgenstrahlen* wurden von Haga und Wind¹⁰⁾ gemacht, mit einem sich verjüngenden sehr engen Spalt; Walter und Pohl¹¹⁾, welche die Versuche mit verfeinerten Hilfsmitteln später wiederholten, leugneten, daß die Versuche ein positives Ergebnis hätten, d. h. daß sie als Beweis für die Wellennatur der Röntgenstrahlen angesprochen

*) Vortrag, gehalten bei der Versammlung des Vereins zur Förderung des Unterrichtes in der Mathematik und den Naturwissenschaften, München, Pfingsten 1913.

werden könnten. Inzwischen sind die Methoden der Photometrie an photographischen Platten von meinem Kollegen *Koch*¹²⁾ außerordentlich vervollkommenet. Auf Grund seiner Ausmessungen der Beugungsaufnahmen von *Walter* und *Pohl* sowie von *Haga* und *Wind* glaube ich — mit aller gebotenen Vorsicht — auf ein positives Ergebnis der Beugungsversuche und auf eine Wellenlänge (oder „Impulsbreite“) von der Größe einigemal 10^{-9} cm schließen zu können¹³⁾. Bemerken wir, daß dies nur der zehnte Teil der Molekülgröße ist, welche letztere ja nach verschiedenen Methoden zu einigemal 10^{-8} gefunden wird. Offenbar sind Beugungsmessungen der einzige Weg, um zu einem absoluten, direkt in cm angebbaren Werte der Wellenlänge zu gelangen.

Ganz neues Licht nicht nur auf die Frage nach der Wellenlänge der Röntgenstrahlen sondern auf ihre Wellennatur überhaupt warf eine Entdeckung, welche im vorigen Jahre in diesem Institut gemacht wurde und über die nicht nur hier sondern in den verschiedensten Laboratorien des In- und Auslandes intensiv gearbeitet wird. Es war die glänzende Idee von *Laue*¹⁴⁾, die Röntgenstrahlen abzulenken und zur Interferenz zu bringen durch diejenige Gitteranordnung, die uns die Natur selbst in ihren Meisterwerken, den Kristallen, an die Hand gibt. *Laue*s Idee wurde von *Friedrich* und *Knipping*¹⁴⁾ ausgeführt mit dem Ergebnis, daß Interferenzbilder von ungeahnter Schönheit und Präzision entstanden. Wie für die Natur der Röntgenstrahlen werden diese Bilder für die Erforschung des kristallinen Zustandes, des eigentlichen Normalzustandes fester Materie, entscheidend werden, sie dürften für die Strukturtheorie der Kristalle die eigentlichen präzisen Unterlagen liefern. Es ist klar: wenn man die Kristallgitter ausmessen will, darf man dazu nicht die Elle oder die — immer noch viel zu grobe — Wellenlänge des sichtbaren Lichtes nehmen, welche letztere 1000 mal größer ist, wie der Molekülabstand im Kristall; wohl aber ist eine geeignete Maßstabseinheit die Wellenlänge der Röntgenstrahlen, von der etwa 10 auf den Molekülabstand kommen. Sie verhält sich zu diesem etwa so, wie die Wellenlänge des Lichtes zu dem Strichabstand eines Rowlandgitters. Die von ihm erhaltenen älteren und neueren Diagramme wird Ihnen Herr *Friedrich* selbst vorführen.

Außer den höchst charakteristischen Punktgruppen, die an Kristallen erhalten werden, hat *Friedrich*¹⁵⁾ kürzlich auch richtige Beugungsringe bei isotropen (oder besser gesagt quasiisotropen) Körpern, wie Wachs, Paraffin entdeckt, Beugungsringe, die unmittelbar an die bei Eiskristallen oder Lykopodiumsamen zu beobachtenden Ringe oder an die Höfe von Sonne und Mond erinnern. Vielleicht ist eine mikrokristalline Struktur oder ein komplizierter Aufbau des Moleküls Vorbedingung für diese Erscheinung.

Eine schöne Erweiterung der hiesigen Versuche wurde bald nach deren Publikation von *Bragg*¹⁶⁾, Vater und Sohn, mitgeteilt. Die hiesigen Versuche bezogen sich auf den *Durchgang* der Röntgen-

strahlen durch kristallisierte Materie, wobei namentlich Diamant auch eine Strahlung nach rückwärts (entgegen der primären Strahlung), also eine Art Reflexion gab. Die Herren *Bragg* nun zeigten, daß u. a. Glimmer regulär reflektiert, so zwar, daß das übliche Reflexionsgesetz gilt, und daß der reflektierte Fleck bei Glimmer viel intensiver ist wie die hindurchgelassenen Flecke z. B. bei Zinkblende: die Braggsche Erscheinung der Reflexion kann schon in einigen Minuten, die Lauesche erst in mehreren Stunden photographiert werden. Also: Was der ungeordnete Haufe der Atome eines isotropen (oder quasiisotropen) Körpers nicht vermag, die auffallenden Röntgenstrahlen zur teilweisen Umkehr und Reflexion zu zwingen, das erreicht die in Reih und Glied geordnete Phalanx der Kristallatome. *Friedrich* konnte die Reflexion besonders schön außer bei Glimmer auch bei Marienglas (Gips) wiederholen¹⁷⁾. Dabei zeigte sich, daß der reflektierte Punkt zu einer Serie von weiteren durchgelassenen Punkten gehört, welche kreisartig angeordnet sind. Man gewinnt aus dem Anblick dieser Figuren den Eindruck, daß der Reflexionsvorgang nicht eigentlich wesensverschieden ist von der durch *Laue* vorausgesagten Interferenzerscheinung. Hiervon gibt sowohl die Lauesche Theorie wie die im wesentlichen mit der Laueschen identische Theorie von Herrn *Bragg jr.* Rechenschaft. Auch zeigt die eine oder andere Theorie, daß unter einem bestimmten Winkel nur eine bestimmte Wellenlänge reflektiert werden kann, ähnlich wie bei den Lippmannschen Farbenphotographien. Für die Richtigkeit dieser letzteren Aussage sind ganz kürzlich auch die experimentellen Belege erbracht in einer wichtigen Arbeit¹⁾ der Herren *Bragg*, welche weiterhin die Aussicht eröffnet, auf dem Wege der Reflexion das vollständige Spektrum der Röntgenstrahlung zu entwerfen.

Alle diese Dinge sind noch im Fluß. Es wird noch manches Jahr dauern und es wird noch manche Röntgenröhre ihr Leben lassen müssen, bis dieses Gebiet systematisch abgebaut sein wird. Eines aber läßt sich schon jetzt übersehen: daß die Theorie auf dem richtigen Wege ist. Dies betont *Laue* im Eingang zu seiner zweiten Note in der Münchener Akademie mit Bezug auf seine Interferenztheorie, und dasselbe können wir, wie ich glaube, bezüglich unserer gesamten Auffassung von der Natur der Röntgenstrahlen behaupten. Einen besonders schönen Erfolg der Kristallaufnahmen sehe ich darin, daß sie den verdienstvollsten und gewiegtesten Anhänger des gegenteiligen Standpunktes, einer Corpuskulartheorie der Röntgenstrahlen, nämlich Herrn *Bragg* selber, überzeugt und ins Lager der Wellentheorie übergeführt haben.

2. Erste theoretische Anschauungen.

Zur Zeit der Röntgenschen Entdeckung war zwar der Maxwell'schen Theorie durch *Hertz* zum Siege verholfen, aber sie war keineswegs eingebürgert und alleinherrschend. *Helmholtz* hatte eine allgemeinere Äthertheorie aufgestellt, welche neben

transversalen Wellen vom Charakter der optischen und Hertzschen auch longitudinale Effekte vorherseh. Es war bei der Neuartigkeit der X-Strahlen begreiflich, daß *Röntgen* in seiner ersten Note die Vermutung aussprach, die neuen Strahlen möchten die von *Helmholtz* postulierten longitudinalen Äthereffekte sein. Auch *Boltzmann* tritt dieser Vermutung bei in einem populären Aufsatz¹⁸⁾, welcher uns die wissenschaftliche Aufregung nach der Röntgenschen Entdeckung gut widerspiegelt.

Die Folgezeit hat diese erste Auffassung nicht bestätigt; wir glauben heute sicher zu sein, daß die Röntgenstrahlen, ebenso wie das sonstige gesamte Gebiet des Elektromagnetismus und der Optik, von den einfachen Maxwell'schen Gleichungen beherrscht werden, und glauben der Helmholtz'schen Erweiterung derselben entraten zu können.

Unsere heutige Auffassung ist — von einigen Einschränkungen abgesehen — diejenige, die bald nach der Röntgenschen Entdeckung in Deutschland von *Wiechert*, in England von *Stokes* und *Schuster* aufgestellt wurde, die „Impulstheorie“. Das Elektron des Kathodenstrahls fliegt gegen die Antikathode und wird dort in einer gewissen Zeit gebremst. Vor der Bremsung führt das Elektron das

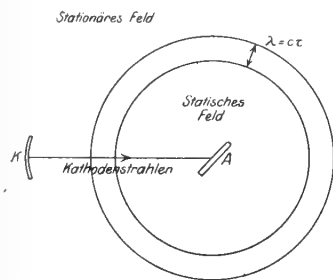


Fig. 1.

Feld seiner stationären Bewegung mit sich fort, nach derselben ist es von seinem elektrostatischen Felde umgeben; beidemal strahlt es nicht. Dagegen findet Strahlung während der Bremsung statt. Die ausgestrahlte Energie findet sich in einer Kugelschale, die den früheren Zustand der stationären Bewegung von dem späteren elektrostatischen der Ruhe trennt und die sich mit Lichtgeschwindigkeit erweitert. Die Dicke dieses Röntgenimpulses ist $\lambda = c\tau$, da sie in der Bremszeit τ emittiert wird; wir nennen λ die „Impulsbreite“. Sie spielt in dieser Vorstellung dieselbe Rolle, wie die Wellenlänge in der Optik; entsprechend spielt die Bremszeit τ die Rolle der optischen Schwingungsdauer. Unsere Figur 1 gilt übrigens nur für nicht zu schnelle Kathodenstrahlen, deren Geschwindigkeit der Lichtgeschwindigkeit c nicht zu nahe kommt. Wie sie im letzteren Falle abzuändern ist, werden wir in Fig. 5 sehen.

Man kann nun unter Annahme einer bestimmten Bremszeit τ und eines bestimmten Bremsvorganges die Verteilung der ausgestrahlten Energie über die Kugelschale nach den Maxwell'schen Gleichungen leicht berechnen. Wir werden alsbald Näheres hierüber mitzuteilen haben. Hier genüge der Hin-

weis, daß die Ausstrahlung einer verzögerten oder einer beschleunigten Ladung vielleicht die fundamentalste und prinzipiellste Folgerung aus dem System der Maxwell'schen Elektrodynamik (resp. der Lorentz'schen Elektronentheorie) ist. Auf denselben Vorgang führen wir die Emission einer Lichtquelle zurück, wobei wir uns Verzögerungen und Beschleunigungen in periodischem Wechsel denken; auf denselben Vorgang auch die Aussendung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie. Wir sehen also, daß die Röntgenstrahlen der Maxwell'schen Theorie nicht fremd sind, sondern recht eigentlich ihrem Kern entstammen.

Wir wollen uns nun die Vorstellung bilden, daß die Röntgenstrahlen um so härter (weniger absorbierbar) sind, je dünner die Impulsschalen sind u. zw. deshalb, weil die Mitschwingungsvorgänge in dem getroffenen Atom zu träge sind, um gar zu kurzen Impulsen in merklicher Weise zu folgen. Zugleich wollen wir mit Hinweis auf Späteres bemerken, daß mit abnehmender Zeit τ die Stärke des Röntgenimpulses, d. h. die in ihm im ganzen ausgestrahlte Energie E zunimmt. Wäre die Bremsung plötzlich ($\tau = 0$), so würde sich nach Fig. 1 $\lambda = 0$ und weiterhin $E = \infty$ ergeben. Es wäre dann indessen zu betonen, daß in diesem Grenzfalle sich die Ausdehnung des Elektrons geltend machen würde; es würde dann $\lambda =$ Durchmesser des Elektrons und E sehr groß, aber endlich sein. Während *J. J. Thomson*¹⁹⁾ ursprünglich eine quantitative Theorie der Röntgenstrahlen auf die Annahme plötzlicher Bremsung basierte, sind wir heute überzeugt, daß wir uns weitab von diesem Grenzfalle befinden. Die wirkliche Impulsbreite ist etwa 10 000 mal so groß als wir den Elektronendurchmesser schätzen müssen, und die wirkliche Energie daher viel kleiner wie sie in jenem Grenzfalle wäre. Offenbar ist die Bestimmung der wirklichen Bremsdauer τ ein wesentlicher Punkt für eine vollständige Theorie der Röntgenstrahlung u. zw. ist es gerade derjenige Punkt, der die kühnsten Hypothesen erfordert und mit der modernen Lehre von den Energiequanten zusammenhängt.

Wir müssen nun aber an der reinen ursprünglichen Impulstheorie eine wesentliche Korrektur anbringen, indem wir nach dem Vorgange von *Stark*²⁰⁾ die von *Barkla* bei den sekundären Strahlen gefundene Tatsache der Eigenstrahlung auf die primären Strahlen übertragen. Wir stellen uns dann vor, daß besonders bei den Antikathoden aus Schwermetallen zu der durch den Bremsvorgang bedingten Bremsstrahlung eine Eigenstrahlung der Elektronen von mehr periodischem und selektivem Charakter hinzukommt, die direkt durch den Anprall der Kathodenpartikelchen oder vielleicht erst auf dem Umwege über die Bremsstrahlung sekundär erzeugt wird. Zu dieser Vorstellung hat namentlich der Vergleich der Antikathoden aus Schwermetallen (Pt, Ir, Fe) mit der Kohleantikathode von *Herweg*⁷⁾ geführt. Letztere gibt im ganzen viel weniger Intensität, aber relativ viel mehr polarisierte Intensität wie jene. Dies erklärt sich daraus, daß bei den Substanzen von kleinem

Atomgewicht die Eigenstrahlung wie erwähnt, fehlt. Wir sehen daher bei den gewöhnlichen Pt-Antikathoden den größten Teil der Strahlung als Eigenstrahlung an; der Bremsvorgang ist dann zwar immer noch unerlässlich zur Einleitung der Ausstrahlung, aber nicht mehr maßgebend für die Energie und den Charakter des Hauptteiles der Ausstrahlung.

Noch eine Einschränkung mehr mathematischer Natur müssen wir hinzufügen, um nicht in den Verdacht zu einseitiger Vertretung der Impulsauffassung zu kommen. Wenn wir die Eigenstrahlung des Antikathodenmaterials mit einem mehr oder minder ausgesprochenen musikalischen Ton vergleichen, so können wir im akustischen Gleichnis die Impulswelle mit einem Knall parallelisieren. Indessen läßt sich bekanntermaßen jede akustische Erregung von beliebigem zeitlichen Ablauf wieder auflösen in eine Summe von harmonischen Tönen, am besten nach dem Schema des Fourierschen Integrals. Wir können also auch von dem Spektrum eines Röntgenimpulses sprechen. In diesem werden die Wellenlängen von der Größe der Impulsbreite λ vorwiegen (vergl. hierzu indessen Nr. 6), aber auch viel kürzere und längere Wellenlängen vorkommen. In dem Gesamtspektrum der Röntgenstrahlung werden daneben insbesondere die Wellenlängen der Eigenstrahlung hervortreten. Dieses Gesamtspektrum wird daher etwa so aussehen: Ein flaches Maximum in der Nähe derjenigen Wellenlänge, die unserer Impulsbreite λ entspricht, außerdem ein oder mehrere eventuell schärfer ausgeprägte Maxima, die der oder den Eigenstrahlungen des Antikathodenmaterials zugehören. Ein prinzipieller Unterschied besteht nicht zwischen der spektralen Sprechweise und der Impulsauffassung; es ist vielmehr eine Frage der Zweckmäßigkeit und Bequemlichkeit, welcher Sprechweise wir uns bedienen. Schon im Jahre 1900 habe ich bei der Behandlung der Haga-Windschen Spaltphotogramme mich der Impulssprache bedient²¹⁾, der sich später auch Wind²²⁾ angeschlossen hat. Wir operieren andererseits in der Laueschen Theorie mit der Wellenlänge der Röntgenstrahlen und verstehen darunter eine in dem Gesamtspektrum enthaltene Wellenkomponente. Impulse und Wellen werden beide in ihrer Ausbreitung und ihrem transversalen Charakter durch die Maxwell'schen Gleichungen bestimmt. Es besteht zwischen beiden Auffassungen kein Gegensatz wie zwischen longitudinalen oder transversalen Wellen oder wie zwischen Wellentheorie und Corpusculartheorie. Die Corpusculartheorie liefert für gewisse Tatsachen der sekundären Kathodenstrahlung (vgl. Nr. 6), die einfachste, ja bis zu einem gewissen Grade die einzige Erklärung, läßt sich aber angesichts der Tatsache der Kristallinterferenzen nicht aufrechterhalten.

3. Transversaler Charakter der Röntgenstrahlung. Polarisationsverhältnisse.

Der Nachweis von der transversalen Natur der Röntgenstrahlen wurde durch Versuche *Barklas*'s³⁾ mittels der Sekundär- und Tertiärstrahlen erbracht. Diese Strahlen mögen unter Ausschluß von Eigen-

strahlen von je einem Radiator kleinen Atomgewichts erzeugt werden. Es seien in Fig. 2 die Richtungen 1, 2, 3 drei zueinander senkrechte Achsen, 1 die Richtung der primären Strahlen, welche als unpolarisiert vorausgesetzt werden, also durchschnittlich gleiche Schwingungskomponenten nach 2 und 3 haben. In dem ersten Radiator erregen die Schwingungen 2 ein erzwungenes Mitschwingen der

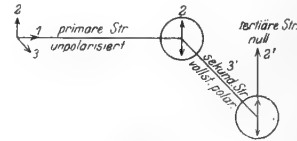


Fig. 2.

Elektronen in der gleichen Richtung 2, die zugehörige Ausstrahlung, „zerstreute Strahlung“, findet transversal statt, also z. B. nach der Richtung 3' parallel 3. Dagegen werden die im Radiator von den Schwingungen 3 erregten Schwingungen nach der Richtung 3', wiederum wegen ihres transversalen Charakters, keine Ausstrahlung ergeben. Dieselbe Tatsache ist von der drahtlosen Telegraphie her bekannt: Die Antenne strahlt vorzugsweise senkrecht gegen die Richtung der darin verlaufenden Ströme und liefert in der Richtung der Antenne keine Strahlung. Wir haben also in der Richtung 3' sich fortpflanzende sekundäre Strahlen lediglich von der Schwingungsrichtung 2. Diese sind bereits vollständig polarisiert. Leider fehlt uns einstweilen ein direkter Polarisationsnachweis für Röntgenstrahlen, wie wir ihn für optische Zwecke in dem Nicolschen Prisma haben. Wir müssen daher zu einem zweiten Radiator unsere Zuflucht nehmen. In diesem erregen die Schwingungen 2 erzwungene Elektronenschwingungen, welche die Tertiärstrahlen liefern. Diese werden aber wieder nur transversal ausgestrahlt. In der Richtung 2' ist also die Intensität dieser tertiären Strahlen gleich Null. Indem

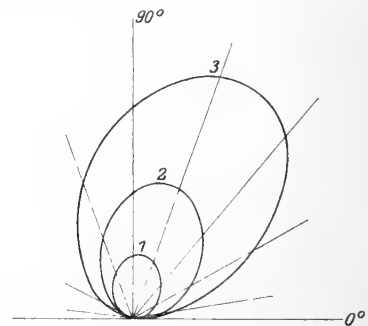


Fig. 3.

Barkla hierfür den experimentellen Nachweis lieferte (durch Ionisierung, *Haga* durch photographische Wirkung), bestätigte er rückwärts den transversalen Charakter nicht nur der tertiären und sekundären, sondern auch der primären Strahlen und erwies die Röntgenstrahlen als legitime Glieder der optisch-elektromagnetischen Wellenfamilie.

Nach welchem quantitativen Gesetz sich die Ausstrahlung auf die verschiedenen Azimute φ verteilt, ist in Fig. 3 durch die Kurve 1 dargestellt; ihr

Radius-Vektor nach den verschiedenen Richtungen ist proportional $\sin^2 \varphi$, ist also in der Schwingungsrichtung selbst ($\varphi = 0$ bzw. $\varphi = \pi$) gleich Null.

Mit denselben Mitteln gelingt aber auch der Nachweis, daß die primäre Strahlung nicht, wie wir annahmen, vollkommen unpolarisiert ist, sondern daß sie eine Vorzugskomponente der elektrischen Kraft von einer sogleich anzugebenden Richtung hat. Diese Vorzugskomponente ist um so stärker vertreten, je merklicher die Bremsstrahlung neben der Eigenstrahlung ist. Bei Pt-Antikathoden, welche starke Eigenstrahlung liefern, beträgt die Polarisation nur etwa 10 %, bei Kohle ist sie zweifellos viel stärker.

Des näheren betrachten wir Fig. 4. Hier ist K die Kathode, A die Antikathode, 1 die ins Auge gefaßte Richtung eines Strahles des Röntgenstrahlbündels. Die elektromagnetische Störung, die sich längs 1 fortpflanzt, hat, soweit sie von der Bremsung des Kathodenstrahl-Elektrons herrührt, folgenden Charakter: Die elektrische Kraft (Pfeil 2) liegt in der Ebene $KA1$ senkrecht zu 1, die magnetische

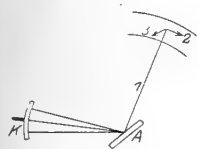


Fig. 4.

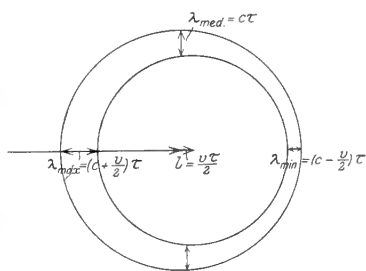


Fig. 5.

Kraft (Pfeil 3) steht senkrecht auf 2 und 1 und ist von gleicher Größe wie die elektrische Kraft. Es ist dabei angenommen, daß die Bremsung des Elektrons, welche die Ausstrahlung hervorruft, in der geraden Linie KA , der Verlängerung des Kathodenstrahls, erfolgt. Unter dieser Annahme ergeben sich die obigen Angaben ihrer Lage und Größe der elektrischen und magnetischen Kraft unmittelbar aus der Integration der Maxwell'schen Gleichungen für das Feld eines geradlinig verzögerten Elektrons. Sie zeigen wieder den transversalen Charakter aller elektromagnetischen Strahlungserscheinungen und lassen uns vermuten, daß schon die primären Strahlen vollkommen polarisiert sein würden, wenn nicht zu der Bremsstrahlung die Eigenstrahlung des Antikathodenmaterials hinzukäme, die keine Vorzugsrichtung besitzt. Die Beobachtungen, insbesondere von *Baßler*, haben die Aussagen der Theorie über die Vorzugsrichtung der elektrischen Kraft, über die Symmetrie der Polarisation rund um die Richtung des erzeugenden Kathodenstrahls, vollauf bestätigt. Die stärkere Polarisation bei einer Kohlenantikathode zeigt außerdem, daß es die Eigenstrahlung der Schwermetalle ist, die bei diesen die Polarisation der primären Strahlen verschleiert.

4. Intensitäts- und Härteunterschiede.

Wir haben indessen noch viel feinere Kriterien für den elektromagnetischen Charakter der durch den Bremsvorgang hervorgerufenen Strahlung. Die

Beobachtung hat gewisse minutiöse Unterschiede der Härte und Intensität nach den verschiedenen Ausstrahlungsrichtungen erkennen lassen, die die Theorie verlangt. Betrachten wir zunächst Fig. 5. Das ankommende Kathodenstrahlteilchen habe die Geschwindigkeit v ; wir setzen jetzt, im Gegensatz zu Fig. 1 voraus, daß v nicht sehr klein gegen c sei, vielleicht $v = \frac{1}{3} c$, wie es bei einer Spannung von 30 000 Volt der Fall sein würde. Wenn das Teilchen in der Zeit τ gebremst wird, so legt es noch den Weg

$$l = \frac{v\tau}{2} \text{ zurück, falls wir die Geschwindigkeit bei}$$

der Bremsung gleichmäßig abnehmend denken. Die Verzögerung beginne im Anfangspunkt von l und sei im Endpunkte von l beendet, so daß das Elektron hier zur Ruhe gekommen ist — oder besser gesagt auf eine so kleine Geschwindigkeit reduziert ist, wie sie der Wärmebewegung für die betr. Temperatur entsprechen würde. (Eine relativ zur Anfangsgeschwindigkeit v so kleine Geschwindigkeit von einigen km/sec können wir hier ohne Fehler als vollkommene Ruhe behandeln.) Um diese Strecke l nun werden die beiden Centren der Kugeln gegeneinander verschoben sein, welche den Röntgenimpuls begrenzen. Wegen der Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit hat die Kugelschale durchschnittlich die Dicke $\lambda_{\text{med}} = c\tau$, die senkrecht gegen die Richtung des Kathodenstrahls tatsächlich auftritt. In der Richtung des Kathodenstrahls aber wird die Dicke um l vermindert, in der entgegengesetzten Richtung um l vermehrt sein. Wir bekommen daher eine minimale oder maximale Impulsbreite

$$\lambda_{\text{min}} = \left(c - \frac{v}{2}\right)\tau$$

bzw.

$$\lambda_{\text{max}} = \left(c + \frac{v}{2}\right)\tau.$$

Wegen der Transversalität der Ausstrahlung gehört zu diesen Richtungen minimaler und maximaler Härte allerdings die Intensität 0, aber zwischen ihnen findet eine kontinuierliche Zunahme der Impulsbreite und dementsprechend eine kontinuierliche Abnahme der Härte statt. Diese Härtevariation ist von *Friedrich*⁸⁾ in seiner Dissertation wirklich bestätigt worden. Ihre Theorie habe ich 2 Jahre früher gegeben²³⁾, nachdem schon 1900 *Wien*²⁴⁾ im allgemeinen auf die notwendige Inhomogenität der Röntgenbündel hingewiesen hatte.

Unterschiede in der nach verschiedenen Azimuten ausgestrahlten Intensität sind schon bei langsam bewegten Elektronen im Sinne der Fig. 3 Kurve 1 zu erwarten und in der Verteilung der Sekundär- und Tertiärstrahlung tatsächlich beobachtet, die auf Elektronenschwingungen kleiner Geschwindigkeit zurückzuführen sind. Bei schnell bewegten Elektronen aber kommt eine charakteristische Unsymmetrie des Ausstrahlungsvorganges hinzu. Die Kurven 2 und 3 der Fig. 3 deuten diese an; sie zeigen ein Voreilen des Maximums im Sinne der ursprünglichen Bewegung des Kathodenstrahles, und zwar ein um so stärkeres Voreilen, je größer die Kathodenstrahlgeschwindigkeit war. An Hand der Fig. 6 können

wir uns leicht davon qualitativ Rechenschaft geben, auch die quantitative Berechnung auf Grund der Maxwell'schen Gleichungen hat keine Schwierigkeit.

Das ankommende Elektron e führt sein Feld mit sich; dieses ist in der Figur durch die senkrecht zur Bewegungsrichtung verlaufende elektrische Kraftlinie KK angedeutet, welche die Symmetrie- und Mittellinie des Feldes und zugleich die Stelle stärkster Feldkonzentration bildet. Wenn das Elektron gebremst wird, besteht das Feld des stationär bewegten Elektrons außerhalb der Begrenzung des Röntgenimpulses noch fort; da es sozusagen noch nichts von der Bremsung gemerkt hat, läuft es mit der Geschwindigkeit v weiter. Wenn also v nicht sehr klein gegen c ist, so hat es in der Zeit t nach der Bremsung eine merkliche Strecke vt zurückgelegt; die mittlere Kraftlinie $K'K'$ seines Feldes geht dann durch diejenige Lage e' hindurch, die das Elektron einnehmen würde, wenn es ungebremst weiter fliegen würde; zur gleichen

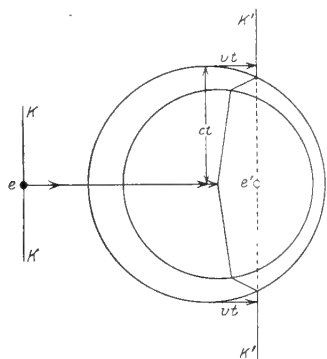


Fig. 6.

Zeit hat die Impulskugel den Radius ct . Um diese Strecke vt ist also das äußere Feld vorangeeilt und man versteht, daß da, wo die stärkste Konzentration der Kraftlinien liegt, auch der Röntgenimpuls seine größte Stärke haben muß. Das Maximum der Ausstrahlung findet also nicht senkrecht gegen die Richtung des Kathodenstrahles statt, sondern hat gegen diese Richtung eine gewisse Voreilung, um so mehr, je größer v wird. Diese auffällige Erscheinung ist von *Baßler*⁶⁾ zuerst, sodann von *Stark*²⁵⁾ beobachtet worden. Im Anschluß an die Arbeit des letzteren gab ich die hier skizzierte Erklärung. Ich wies ferner darauf hin²⁶⁾, daß bei γ -Strahlen die Erscheinung viel ausgeprägter werden muß, da diese zu Kathodenstrahlen (β -Strahlen) von nahezu Lichtgeschwindigkeit gehören. Die Ausstrahlungskurve muß hier eine „Birnenform“ annehmen. Auch dafür haben sich in Versuchen von *Edgar Meyer*²⁷⁾ experimentelle Anhaltspunkte ergeben.

Wir dürfen hiernach, wie mir scheint, der elektromagnetischen Theorie der Röntgenstrahlen und der γ -Strahlen ein weitgehendes Vertrauen entgegenbringen.

4. Wellenlänge und Wirkungsgrad der Röntgenstrahlung.

Wir kommen jetzt an den schwierigsten und dunkelsten Punkt der Theorie, an die Bestimmung

der Bremszeit τ und der damit zusammenhängenden Wellenlänge (Impulsbreite) $\lambda = c\tau$. Hier habe ich zunächst einen kühnen Ansatz zu erläutern, der von *W. Wien*²⁸⁾ und unabhängig auch von *J. Stark*²⁹⁾ ausgesprochen wurde und der mit der Quantenvorstellung der Energie zusammenhängt. Bekanntlich hat *Planck* die Gesetze der schwarzen Strahlung und *Einstein-Nernst* die Theorie der spezifischen Wärmen der festen Körper auf die Annahme basiert, daß Schwingungsenergie der Schwingungszahl ν nur in Vielfachen des Produktes $h\nu$ auftritt, wo h das Plancksche Wirkungsquantum $= 6,4 \cdot 10^{-27}$ erg sec ist. Diese etwas rohe Formulierung der Quantenhypothese möge für unsere nächsten Zwecke genügen.

Wir wollen nun mit *Wien* die Energie des ankommenden Kathodenteilchens E_k als ein Energiequantum auffassen und wollen die von ihm erzeugte Röntgenstrahlung ihrer Schwingungszahl ν nach bestimmen aus der Gleichung

$$E_k = h\nu \dots \dots \dots (1)$$

woraus für die zugehörige Wellenlänge λ folgen würde

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{ch}{E_k} = \frac{ch}{eV},$$

wo e die Ladung des Elektrons, V die Spannung der Röntgenröhre ist. Hieraus ergibt sich z. B. für $V = 30\,000$ Volt als Wert der Wellenlänge

$$\lambda = 4 \cdot 10^{-9},$$

in vollkommener Übereinstimmung mit derjenigen Größe, die nach den Beugungsbildern geschätzt wurde.

Das Bedenkliche an dieser Betrachtung ist nicht so sehr der Umstand, daß hier die Röntgenstrahlung, um sie der Quantentheorie zugänglich zu machen, als ein periodischer Vorgang von der Schwingungszahl ν aufgefaßt wird; aber die Anwendung dieser Vorstellung läßt uns über das Zustandekommen der Ausstrahlung im Dunkeln und scheint die Maxwell'sche Theorie, mit allen ihren Erfolgen betreffend den Polarisationszustand, Härteunterschiede usw. auszuschließen. Ich habe daher versucht, der Quantenvorstellung eine andere Fassung zu geben, welche mit der elektromagnetischen Theorie wohl verträglich ist. Bemerken wir, um an das Vorhergehende anzuknüpfen, daß die Schwingungszahl $\nu = 1/\tau$ ist, wo τ die Schwingungsdauer bedeutet, und substituieren wir für diese Schwingungsdauer τ in Gedanken unsere Bremszeit τ , welche zu dieser in derselben Beziehung steht wie unsere Impulsbreite λ zu der Wellenlänge λ . Dann können wir die Quantengleichung (1) schreiben:

$$E_k \tau = h \dots \dots \dots 2)$$

und folgendermaßen deuten²⁶⁾: Das ankommende Elektron wird in einer Zeit τ gebremst, welche umgekehrt proportional zu seiner Energie ist und sich in universeller Weise aus dem Planckschen h bestimmt. Diese Aussage (ebenso wie auch Gl. (1)) trägt der Tatsache Rechnung, daß schnellere Kathodenstrahlen härtere Röntgenstrahlen liefern,

also — in unserer Ausdrucksweise — zu geringeren Impulsbreiten oder zu kürzeren Bremszeiten führen, eine Tatsache, die zwar experimentell wohl bekannt, aber darum mechanisch nicht minder merkwürdig ist, so merkwürdig, wie die ganze Rolle des Planckschen Wirkungsquantums in der modernen Physik überhaupt. Ich glaube auch, daß der Gl. (2) eine über die Röntgenstrahlung hinausgehende Bedeutung für alle reinen Atomprozesse zukommt³⁰⁾, bei denen es sich um Emission oder Absorption eines Elektrons durch ein einzelnes Atom handelt, vielleicht auch für die gegenseitige Einwirkung zweier Atome aufeinander. Daß die Bremsung des Kathodenstrahlelektrons in einem einzelnen Atom erfolgt, erkennt man sofort aus dem Vergleich der Formeln für den Bremsweg l und die Impulsbreite λ in Fig. 5:

$$l = \frac{v\tau}{2} \quad \text{und} \quad \lambda = c\tau,$$

aus denen sich ergibt

$$l = \frac{1}{2} \cdot \frac{v}{c} \lambda,$$

also $l < \lambda$, da $v < c$.

Da nun λ bereits kleiner als die Wirkungssphäre der Atome (10^{-8}) ist, so folgt für l eine intratomistische Länge, die wir uns kaum erklären könnten, wenn die Bremsung eine allmähliche wäre und durch Zusammenwirken mehrerer Atome auf das Elektron zustande käme.

Das Verhältnis unserer Annahme in Gl. (2) zu der elektromagnetischen Theorie läßt sich so beschreiben: Die Gl. (2) setzt da ein, wo die Maxwell'schen Gleichungen eine Lücke lassen. Diese bestimmen zwar die Ausstrahlung bei gegebener Bewegung des Elektrons vollkommen, können aber über die Bremszeit τ von sich aus nichts aussagen. Sie erfordern also eine Zusatzhypothese über die Wirkung des Atoms auf das Elektron und diese Zusatzhypothese sehen wir in der Gl. (2).

Ist die Bremszeit auf diese Weise bestimmt, so ist es auch die Ausstrahlung, d. h. die Energie, die im ganzen von dem Röntgenimpuls fortgeführt wird. Sie ergibt sich umgekehrt proportional zu τ , also direkt proportional zu E_k . Bezeichnen wir die Energie des Röntgenstrahles mit E_r (genauer gesagt die des polarisierten Anteiles), so haben wir nämlich²⁶⁾ (bei nicht zu großem v):

$$\frac{E_r}{E_k} = \frac{e^2 v^2}{6 \pi c^3 h} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

Dieses Verhältnis ist die früher als Wirkungsgrad der Kathodenstrahltransformation bezeichnete Größe. Unser theoretischer Wert stimmt vortrefflich mit dem experimentellen Werte $1/1000$ von Wien überein (mit Rücksicht darauf, daß wir in E_r nur den eigentlichen Bremsanteil der Energie in Rechnung zu setzen haben). Auch gibt Gl. (3) das experimentell bereits früher aufgestellte Gesetz wieder, daß die Energie der Röntgenstrahlung (hier des polarisierten Anteils derselben) mit der vierten Potenz der Geschwindigkeit proportional

ist. Bei dieser Art des Vorgehens werden also auch die Energieverhältnisse der Röntgenstrahlung an die allgemeinen Gesetze des elektromagnetischen Feldes in eindeutiger Weise angeschlossen. Von der ursprünglichen Quantenvorstellung der Gl. (1) aus ist letzteres nicht so befriedigend möglich.

6. Schwierigkeiten der Theorie bei den sekundären Kathoden- und Röntgenstrahlen.

Da wir gewiß nicht schönfärben wollen, müssen wir auch einiger Schwierigkeiten gedenken, die gegenüber der geschilderten Theorie bestehen.

Eine Hauptschwierigkeit bringt das Verständnis der großen Energiekonzentration in den sekundären Kathodenstrahlen mit sich. Diese haben erfahrungsgemäß annähernd die Energie der primären Kathodenstrahlen, wie wir sie in der Röntgenröhre nur durch die stärksten Induktorspannungen erreichen. Und doch werden eben diese Energien von den verhältnismäßig schwachen Röntgenstrahlen sekundär hervorgebracht. Fragt man nach der Zeitdauer, die nötig wäre, um aus den Röntgenstrahlen so große Energiebeträge zu akkumulieren, so kommt man zu recht phantastischen Zeiträumen (von Jahren), falls man keine künstlichen Annahmen hinzufügt. Diese Schwierigkeit hatte den eigentlichen Anstoß zu der Bragg'schen *Corpusculartheorie* gegeben; nach dieser sollte die Energie des Röntgenstrahls in der Bewegung eines neutralen Corpuskelpaares konzentriert bleiben, so daß sie jederzeit bereit ist, sich wieder rückwärts in sekundäre Kathodenstrahlung umzusetzen. Die Schwierigkeit für die Erzeugung sekundärer Kathodenstrahlen ist dadurch hinweggeräumt; dafür bestehen hier um so ernstlichere Schwierigkeiten bezüglich Polarisation und Interferenzerscheinungen. Andererseits können wir bemerken, daß für die Wellentheorie nicht nur bei den sekundären Kathodenstrahlen der Röntgenstrahlen, sondern auch bei den durch gewöhnliches oder ultraviolettes Licht hervorgerufenen Kathodenstrahlen, d. h. bei dem lichtelektrischen Effekt, ähnliche Schwierigkeiten, nur von quantitativ etwas geringerer Größe bestehen. So wenig wie wir die Wellennatur des Lichtes deshalb fallen lassen können, so wenig dürfen wir m. M. n. auf die elektromagnetische Natur der Röntgenstrahlen verzichten.

Auf eine andere Schwierigkeit hat ganz kürzlich H. A. Lorentz³¹⁾ hingewiesen. Er betrachtet die Entstehung der zerstreuten Strahlung und findet, daß diese ungeheuer stark sein müßte, falls die Röntgenstrahlen aus Impulsen von einseitiger Richtung der elektrischen Kraft beständen. Lorentz schließt hieraus, daß solche einseitigen Impulse, wie wir sie als direkte Folge des Bremsvorganges zu erwarten haben, schon beim Durchgang durch die Glaswand der Röhre vernichtet, nämlich in zerstreute Strahlung umgesetzt werden müßten. Dagegen findet er, daß „zweiseitige Impulse“ (von wechselndem Sinne der elektrischen Kraft, derart, daß das Zeitintegral der elektrischen Kraft über den ganzen Impuls Null ist) zerstreute Strahlung von vernünftigem Betrage erzeugen und

daher auch nur mäßig absorbiert werden. Ich werde auf die sehr interessante Lorentzsche Überlegung an anderer Stelle zurückkommen und möchte hier nur soviel darüber sagen als nötig ist, um sie gegen den allgemeinen Standpunkt der hier vorgetragenen Theorie zu orientieren.

Das Spektrum eines einseitigen Impulses, wie man es nach der Theorie des Fourierschen Integrales unmittelbar ausrechnen kann, zeigt eine auf den ersten Blick überraschende Form. Es hat nämlich seine maximale Intensität bei den verschwindend kleinen (also etwa den ultraroten) Frequenzen, nicht bei den Frequenzen der Größenordnung $1/\tau$, die den Wellenlängen von der Größe unserer Impulsbreite λ entsprechen würden. Wenn auch im Spektrum des einseitigen Impulses diese letztere Frequenz mit erheblicher Intensität vertreten ist, so ist doch noch mehr spezifische Intensität in Form ganz langer Wellen vorhanden. Das Spektrum ist also sehr ausgebreitet und inhomogen; es erstreckt sich von dem ultraroten über das sichtbare Gebiet bis zu denjenigen hohen Frequenzen, die wir als die eigentlichen Repräsentanten des Röntgenlichtes ansehen.

Der mathematische Grund für das starke Auftreten der langsamsten Frequenzen im Spektrum des einseitigen Impulses läßt sich leicht verstehen, besonders bequem dann, wenn wir statt von dem Integral von der Fourierschen Reihe sprechen, als deren Grenzfall ja das Fouriersche Integral angesehen werden kann: Rechnen wir das „nullte“ Glied der Reihe nach der Fourierschen Regel der Koeffizientendarstellung aus, so ist dieses der Mittelwert über die als durchweg positiv vorausgesetzte Funktion $f(t)$, welche den zeitlichen Ablauf unseres einseitigen Impulses angibt; die Koeffizienten der höheren Reihenglieder dagegen sind zu berechnen als die Mittelwerte des Produktes von $f(t)$ in einen Sinus oder Cosinus, und sind daher bei positivem Vorzeichen von $f(t)$ notwendig kleiner als der Koeffizient des nullten Gliedes. Mit anderen Worten: die Amplituden der höheren Partialschwingungen sind kleiner als die Amplitude der niedrigsten Partialschwingung von der Frequenz Null.

Für den zweiseitigen Impuls andererseits, für den das Zeitintegral der Funktion $f(t)$ verschwinden sollte, ergibt sich unmittelbar aus der Fourierschen Koeffizientendarstellung, daß die Amplitude der „nullten“ Partialschwingung verschwinden muß. Ein zweiseitiger Impuls hat daher ein Spektrum, welches bei den langen Wellenlängen verschwindende Intensität aufweist, und jedes Spektrum dieser Eigenschaft stellt einen zweiseitigen Impuls dar, d. h. eine Erregung $f(t)$, deren Zeitintegral verschwindet. Es bedarf also nur einer geringfügigen Absorption der Intensität im ultraroten Spektralgebiet, um den einseitigen Impuls in einen zweiseitigen zu transformieren. Diese Transformation kann ohne merklichen Energieverlust von statten gehen; es ist ja nur nötig, die niedrigsten Frequenzen absorbieren zu lassen, also einen beliebigen schmalen Streifen des Spektrums

wegzuschneiden; die höheren Frequenzen können dabei in ihrer Intensität intakt bleiben.

Es entsteht aber die Frage, ob eine solche Transformation in der Natur wirklich vorkommt. Ich habe mich nun überzeugt, daß schon das einfachste Modell tatsächlich zu diesem Vorgang Anlaß gibt: Eine dünne ebene Schicht von freien Elektronen, auf welche ein ebener einseitiger Impuls auffällt; nach dem Durchgang durch diese Schicht ist er in einen zweiseitigen umgeschlagen, d. h. die langsamen Frequenzen sind in seinem Spektrum vollständig ausgelöscht. Wir kommen also zu dem Resultat, daß ein einseitiger Impuls ein sehr instabiles Ding ist; wenn er über eine noch so geringe Zahl von schwingungsfähigen Elektronen hinweggestrichen ist, ist er nach der Maxwellschen Theorie zweiseitig geworden! Die Natur scheint also die schwingungsähnlichen Plus-Minus-Vorgänge stark zu bevorzugen; wo ursprünglich, wie bei der Bremsung des Kathodenstrahlteilchens, ein reiner Plus-Vorgang auftreten mußte, verwandelt er sich sozusagen katalytisch, d. h. ohne merklichen Energieaustausch, in einen Plus-Minus-Vorgang.

Die von Lorentz betonten Schwierigkeiten scheinen mir damit aus dem Wege geräumt: Wir können den ursprünglichen Impuls als vollständig einseitig annehmen, wie es unsere Vorstellung von der Entstehung der polarisierten Strahlung verlangt, und damit zunächst die Verschiedenheiten von Intensität und Härte bei der Emission erklären. Sobald er durch die dünnste Schicht der Röhrenwand oder auch nur durch die Luftreste im Innern der Röhre hindurchgegangen ist, ist er in einen zweiseitigen Impuls umgefallen. Von da ab hält sich die Zerstreuung und die Absorption des Strahles in normalen Grenzen und steht in Übereinstimmung mit der Erfahrung.

Zum Schluß des Vortrags demonstrierte und erläuterte Herr Friedrich die Interferenzerscheinungen an Kristallen und die Beugungsringe bei quasiisotropen Substanzen.

Literaturnachweise.

Zur allgemeinen Orientierung ist das reichhaltige Buch von R. Pohl: Die Physik der Röntgenstrahlen, Braunschweig 1912, Heft 45 der Sammlung „Wissenschaft“ zu empfehlen, über welches bereits in dieser Zeitschrift Nr. 17 berichtet worden ist.

- 1) Außerdem abgedruckt in Ann. d. Phys. 64, 1898, p. 1.
- 2) Dorn, Naturforsch. Gesellsch. Halle, 1900.
- 3) Barkla, Phil. Transactions London 204, 1905.
- 4) Barkla und Sadler, Phil. Magazine 16, 1908.
- 5) Haga, Ann. d. Phys. 23, 1907.
- 6) Baßler, Ann. d. Phys. 28, 1909.
- 7) Herweg, Ann. d. Phys. 29, 1909.
- 8) Friedrich, Ann. d. Phys. 39, 1912.
- 9) W. Wien, Ann. d. Phys. 18, 1905.
- 10) Haga und Wind, Ann. d. Phys. 10, 1903.
- 11) Walter und Pohl, Ann. d. Phys. 25, 1908 und 29, 1909.
- 12) Koch, Ann. d. Phys. 38, 1912 und ebenda 40, 1913.
- 13) Sommerfeld, Ann. d. Phys. 38, 1912.
- 14) Friedrich, Knipping und Laue, Berichte der Münchener Akademie, 1912, p. 303 und p. 363.
- 15) Physikal. Zeitschr. 14, 1913.

- ¹⁶⁾ Nature 1912 und Cambridge Phil. Society 1913.
Ferner Proceedings of the R. Soc. of London, Vol. 88, 1913, Auszug daraus in der Physikal. Zeitschr. 1913.
¹⁷⁾ Beugungsbilder an Gips sind inzwischen von *Hervweg* nebst quantitativer Diskussion mitgeteilt. Physikal. Zeitschr. 14, 1913.
¹⁸⁾ *Boltzmann*, Populäre Schriften (Leipzig bei Barth) Nr. 13, aus Elektrotechnik, Bd. 14, 1896.
¹⁹⁾ *J. J. Thomson*, Phil. Mag. 1898.
²⁰⁾ *J. Stark*, Physikal. Zeitschr. 10, 1909, p. 580.
²¹⁾ *Sommerfeld*, Zeitschr. f. Mathematik und Physik, Bd. 46, 1901, sowie Physikal. Zeitschr. 1, 1899 und 2, 1900.
²²⁾ *Wind*, Amsterd. Akademie, September 1910.
²³⁾ *Sommerfeld*, Physikal. Zeitschr. 10, 1909, p. 969.
²⁴⁾ *W. Wien*, Ann. d. Phys. 18, 1905.
²⁵⁾ *Stark*, Physikal. Zeitschr. 10, 1909, p. 902.
²⁶⁾ *Sommerfeld*, Münchener Akademie 1911.
²⁷⁾ *Edgar Meyer*, Ann. d. Phys. 37, 1912 und *Buchwald*, Ann. d. Phys. 39, 1912.
²⁸⁾ *W. Wien*, Göttinger Nachr. 1907.
²⁹⁾ *Stark*, Physikal. Zeitschr. 8, 1907.
³⁰⁾ *Sommerfeld*, Solvay-Kongreß, Brüssel 1911, La théorie du rayonnement et les quanta, Paris 1912.
³¹⁾ *H. A. Lorentz*, Amsterdamer Akademie, Sitzung vom 12. Dezember 1912.

Das Zugstraßenproblem der Wandervögel.

Von Dr. Wilh. R. Eckardt, Essen.

Welche Wege schlagen die Wandervögel auf ihren Zügen ein? Das ist zweifellos die interessanteste Frage, allerdings auch die schwierigste, des gesamten Vogelzugproblems. Aber sie ist durchaus lösbar, während sie es in anderer Formulierung: wie findet der Zugvogel seinen Weg? nicht ist. Aus welchen Gründen diese bisherige Fragestellung wohl für immer unbeantwortet bleiben müßte, wird sich im Laufe dieser Abhandlung ohne weiteres ergeben. Es sei jedoch gleich an dieser Stelle vorweggenommen, daß sie an sich zwar logisch, aber hinsichtlich des Naturgeschehens in letzter Linie nicht kausal durchdacht ist. Das Zugstraßenproblem der Wandervögel kann man kurz folgendermaßen kennzeichnen: Man hat behauptet, daß die alten Vögel, die den Weg schon öfter zurückgelegt haben, ihn genau kennen müßten; sie dienen den Jungen als Führer, und so würde die Kenntnis des Weges von Generation zu Generation vererbt, oder besser gesagt, übertragen. Dem widerspricht aber die Tatsache, daß die jungen Vögel häufig vor den alten ziehen, von diesen also nicht geleitet werden können. Man hat nun vermutet, daß bei der Zuggesellschaft der jungen Vögel doch immer noch ein oder der andere alte sich befinden könne, der die übrigen führe, und man hat ferner in der Tat beobachtet, daß gar nicht selten verschiedene Arten gleichzeitig ziehen, so daß also die Vögel bei der Auffindung des Weges einander behilflich sein könnten. Allein die Erklärung, daß der jüngere Vogel vom älteren oder von anderen Artgenossen den Weg kennen lerne, versagt für diejenigen Vögel, die einzeln ziehen, die also ohne jede Anleitung ziehen. Man ist daher immer wieder zu der Anschauung zurückgekommen, daß dem Vogel die Kenntnis des Weges als Instinkt innewohne, und daß im Grunde genommen diese instinktive Kenntnis nicht verwunderbarer erscheinen dürfe, als die

Kenntnis, welches Material der Vogel zu seinem Nestbau zu nehmen hat, wie er es zu verarbeiten hat usw.¹⁾.

Gegen diese Auffassung hat sich neuerdings mit Recht *Sven Ekman* gewandt, daß eben keinem Lebewesen vererbt sein könne, den Weg nach einem zuvor bestimmten Überwinterungsgebiet zu finden. „Man denke sich den völlig entsprechenden Fall“, bemerkt *Sven Ekman* treffend²⁾, „ein Psychologe wollte behaupten, unsere Nachkommen könnten durch Vererbung z. B. höheres mathematisches Wissen besitzen, und zwar ohne jede vorhergehende Übung, oder sie könnten ohne irgendwelche Studien unsere Kenntnis von der Natur Australiens vererben!“

Wir sehen also: das Problem erscheint auf den ersten Blick unlösbar. Aber es ist es nicht, wenn wir es in seine Teile zerlegen und diesen einzeln beikommen. Versuchen wir es also auf diese Weise. *Aug. Weismann* hat über die Zugstraßen der Vögel den Satz formuliert, daß die heutigen Zugstraßen der Vögel nichts anderes sind als die uralten Wege, auf denen sie sich gegen Norden hin ausbreiteten. Es ist diese Behauptung nichts anderes als eine schärfere Formulierung der Ansicht, die bereits *J. A. Palmén* 1876 in seinem hochbedeutsamen Werke „Über die Zugstraßen der Vögel“ ausgesprochen hatte, daß nämlich die Zugstraßen der Vögel von Generation zu Generation vererbt worden seien und daß somit die jetzigen Zugstraßen einer Vogelart über die Entwicklungsgeschichte ihrer geographischen Verbreitung Aufschluß geben könnten.

Zweifellos hat diese Hypothese ihre Berechtigung, aber sie kann nicht für alle Wandervögel gelten, sondern nur für diejenigen, bei denen die Alten und die Jungen während des Herbstes zusammen ziehen: nur diese Vogelarten können beim Zuge die alten Ausbreitungswege der Art absichtlich wählen. Die Kenntnis der Zugstraßen kann jedoch nicht ererbt, sondern sie muß erworben werden, und zwar so, daß die Jungen sie von den Eltern lernen.

Zu den echten Zugstraßenvögeln, oder besser gesagt: zu solchen Zugvögeln, die stets in Gemeinschaft von alt und jung zu ziehen pflegen, gehören zweifellos die Schwalben. Ich will nur ein Beispiel besonders hervorheben: Infolge der abnorm schlechten Witterung im August und September 1905 verspätete sich in verschiedenen Teilen Deutschlands die zweite Schwalbenbrut. Als das Gros der Schwalben sich zur Abreise rüstete, war jene noch nicht flugkräftig genug, um die lange Wanderstrecke zurücklegen zu können. Die Eltern und älteren Geschwister flogen nach dem warmen Süden davon, ihrem Wandertrieb folgend, und ließen die jungen Geschwister zurück. So wurden diese ihrer Führer nach dem Süden beraubt und blieben, unschlüssig hin und herfliegend, namentlich in der klimatisch begünstigten ober-rheinischen Tiefebene, in großer Zahl zurück, wo sie noch in der ersten Hälfte des Novembers beob-

¹⁾ Vgl. hierüber: *C. Zimmer*, Anleitung zur Beobachtung der Vogelwelt. Leipzig 1910 („Wissenschaft und Bildung“) S. 70 ff.

²⁾ Sind die Zugstraßen der Vögel die ehemaligen Ausbreitungsstraßen der Arten? Zool. Jahrb. 33. Bd. 6. Heft.

achtet wurden. Auch rüsteten sie sich nicht zur Abreise, als wieder bessere Witterung eintrat. Aus dieser Tatsache aber dürfte deutlich hervorgehen, daß es Zugvogelarten gibt, die als junge Tiere ihren Weg nach Süden allein nicht finden können. Sie finden sich wohl nur dann zurecht, wenn sie von ihren älteren Artgenossen, die den Weg bereits einmal zurücklegten, geführt wurden. Zwar besitzt auch der junge Vogel, der noch nicht gezogen ist, den Wandertrieb an sich, aber selbständig kann er aus ihm nicht den letzten Nutzen ziehen. Das können wir auch sonst noch deutlich an den jungen Schwalben der ersten Brut beobachten, die bald nach Verlassen des Nestes ihre „Übungsflüge“ abhalten, aber wohl lediglich deshalb nicht abziehen, weil die Eltern noch zu einer zweiten Brut schreiten. Erst wenn diese ausgeflogen und flugkräftig ist, rüstet sich das ganze Gros, oder eine größere Abteilung wenigstens, welche von alten Schwalben geführt wird, endgültig zur Abreise. Jene jungen Schwalben aber, die im Herbst 1905 zurückblieben, glichen als verschlagene Irrgäste in jeder Hinsicht dem vom Pfade abgekommenen Stück Wild, sie hätten harren müssen, bis gelegentlich durchziehende Scharen ihnen den Weg weiter zeigten. Aber dafür war es damals in der Jahreszeit zu spät.

Daß nun überhaupt der Reiseweg des Vogels, der auf ziemlich festgelegten Zugstraßen zieht, aus so außerordentlich vielen Erinnerungsbildern sich zusammensetzen müßte, daß die Zahl derselben für eine Reise nach Afrika eine viel zu große sei, um sich dem Gedächtnis eines Lebewesens bei einmaliger Ausführung der Reise, ja selbst auch bei wiederholter Ausführung, einprägen zu können, wird man wohl kaum annehmen dürfen. Wir sind im Gegenteil der Meinung, daß gerade die Vogelperspektive für die ihr in erster Hinsicht angepaßten Wesen die größten Vorteile gewährt. Es kommt aber noch folgender wichtige Umstand hinzu, daß der Vogel in seiner Heimat, dem Brutgebiet, ja im allgemeinen trotz all seiner Fluchtüchtigkeit nur ein relativ sehr kleines Stück Land genau kennen lernt. Aus diesem Grunde dürften sich ihm *markante Punkte* fremder Gegenden auch leicht einprägen.

Der Ortssinn vieler Tiere ist sehr groß. Auch der Naturmensch hat diesen Sinn in einem unvergleichlich höheren Grade als der Kulturmensch, denn er braucht ihn und erwirbt ihn. Dem Kulturmenschen genügt er in weit bescheidenerer Weise, und er erwarb ihn nur in entsprechendem Umfang, oder vielleicht richtiger gesagt, er verminderte sich bei ihm auf ein weit kleineres, aber völlig genügendes Maß. Man hätte aber nach *Dahl*¹⁾ Grund anzunehmen, daß das Organ dieses Sinnes (des Gleichgewichts- und Richtungssinnes) die Ampullen der halbkreisförmigen Kanäle im Ohr seien, daß jedoch dieser Sinn beim kultivierten Menschen nicht gebildet ist, da er sich meist auf gebahnten Wegen bewegt. Zweifellos aber dürfte auch der Vogelzug, wie überhaupt das Wandern und Orientierungsvermögen der Tiere auf natürlichen geographisch-

physiologischen Ursachen, nicht aber auf geheimnisvollen Instinkten, wie Wander- und Heimattrieben beruhen, die man zur Erklärung so oft herangezogen hat.

Mit welcher Zähigkeit manche Vögel ihre alten Zugstraßen beibehalten, dafür liefert u. a. die weiße Bachstelze einen deutlichen Beweis. Während sie im Winter bis nach Innerafrika hineingeht, ist sie im Sommer in ganz Europa und Asien anzutreffen, sogar bis Grönland. Von dort aus aber zieht sie niemals im Winter in das an sich leichter zu erreichende Nordamerika zurück, sondern sie schlägt vielmehr immer den alten Weg ein, auf dem sie zuerst nach Grönland gelangt sein muß: über Island, die Faröer und England, die einstmals ebenso durch Landbrücken miteinander verbunden waren, wie noch im Miozän, bzw. Diluvium, die drei südeuropäischen Halbinseln mit Afrika. Ähnlich verhält es sich mit der podolischen Lerche und der arktischen Weidenlerche, die nach *Seeböhm* beide im malayischen Archipel überwintern. Ihre Brutstätten haben sie von Sibirien über Osteuropa ausgedehnt. Aber obwohl sie ihre Sommerresidenz so weit nach Westen hinausgeschoben haben, kehren sie im Winter doch zu ihren alten Quartieren im malayischen Archipel zurück, wenn auch Afrika soviel leichter erreichbar, und wie man denken sollte, ebenso passend wäre¹⁾.

Da nun für gewöhnlich die Zugvögel gern von Raststation zu Raststation wandern, somit den Umrissen des Landes bis zu einem gewissen Grade folgen, läßt sich denken, daß sie bei einem Wanderfluge quer über das Meer, trotzdem ihnen anderweite Landwege zur Verfügung ständen, nach uralter Gewohnheit den längst verschwundenen Küstenlinien folgen. Auf diese Weise erklärt *Dixon*²⁾ wohl mit Recht den Umstand, daß ein Falke (*Erythropus amurensis*) in Ostsibirien und der Mandschurei brütet, aber in Indien und Südostafrika überwintert. Ebenso wandert der Wiedehopf und der bogenschnäblige Strandläufer (*Tringa subarquata*) nach Madagaskar, während beide in Afrika südlich des Äquators unbekannt sind. Sie folgen der langen Inselkette, über die sich die Auswanderung ihrer Ahnen nach Südwesten vollzog, und wir können wohl nichts anderes annehmen, als daß diese Wanderung über eine nördliche Landverbindung, etwa über Syrien und Arabien, längs der Ostküste des schwarzen Erdteils erfolgt sei, oder aber, was ebenfalls wahrscheinlich ist, über die Kette von Inseln hin, die als Reste eines ehemaligen Kontinents während der Pliozänzeit in noch weit größerer Anzahl vorhanden gewesen sein dürften als jetzt.

So ist es mehr als wahrscheinlich, daß eine Reihe in Gemeinschaft von alt und jung ziehender Wandervögel beim Zuge die ehemaligen Ausbreitungswege ihrer Arten wählen. Ob es freilich *alle* diese Vögel tun, bzw. *unter allen Umständen* an dieser

¹⁾ C. Lloyd Morgan, Instinkt und Gewohnheit. Autoris. deutsche Übersetzung von Maria Semon. Leipzig 1909. 291 S.

²⁾ Nach A. Jacobi, Lage und Form biogeographischer Gebiete. Zeitschr. der Ges. für Erdkunde zu Berlin 1900.

¹⁾ Naturw. Wochschr. N. F. VI Nr. 14, 1907.

Gewohnheit festhalten, ist eine andere Frage, deren Beantwortung wir uns nunmehr zuwenden müssen. Wie die Untersuchungen von *Sven Ekman* gezeigt haben, geht aus den Einwanderungs- und Zugverhältnissen dreier auf Skandinavien brütenden Vogelarten (*Tringa*-, *Totanus*- und *Limosa*-Arten) unzweideutig hervor, daß nicht alle Vögel ihren jährlichen Zug längs der ehemaligen Verbreitungswege der Art nehmen, d. h. auf ihrem Herbstzug nicht erst nach Osten oder Nordosten ziehen, von wo sie eingewandert sind, sondern direkt nach Süden.

Es ist ferner, besonders von *Kolthoff*¹⁾, einwandfrei festgestellt worden, daß die überwiegende Mehrzahl der Jungen mehrerer Sumpfvogelarten zu einer Zeit ziehen, wo keine Alten im Zuge sich befinden, die den Jungen den Weg zeigen könnten. Was leitet nun diese Vögel auf ihren Wanderzügen? Es hat lange gedauert, bis die Wissenschaft einiges Licht auf diese interessante und schwierigste Frage des Vogelzugproblems geworfen hat. Und das war nur möglich mit Hilfe des wissenschaftlichen Experimentes (das Markieren von Zugvögeln mit adressierten Aluminiumfußringen²⁾), durch das eingehende Studium der täglichen Wetterkarten und zwar aus dem sorgfältigen Vergleich der Zugskurven und der Wetterlage zur betreffenden Zeit im allgemeinen. So ergab sich nach *Dr. H. Weigold*³⁾ auf Helgoland auf diese Weise die Herkunft und der Weg der Schnepfen, die über Helgoland ziehen, ferner, daß ein- und derselbe Stamm, ebenso das einzelne Individuum, in verschiedenen Jahren zu ganz verschiedenen Zeiten und auf ganz verschiedenen Wegen ziehen kann, „Resultate von hoher prinzipieller Bedeutung“. Vor allem hat es sich herausgestellt⁴⁾, daß die Vorstöße der barometrischen Maxima von Norden und Nordosten gegen Mittel- und Südeuropa als die Ursachen für den Beginn des Herbstzuges anzusehen sind, während die Vorstöße des subtropischen Barometermaximums, sei es von den Azoren oder von Südosten her, mit ihren Folgeerscheinungen den Beginn des Vogelzuges im Frühjahr einleiten. Der Herbstzug zerfällt in mehrere Perioden, was von den Vorstößen der barometrischen Maxima abhängt. Eine wechselnde Luftdruckverteilung, welche veränderliches Wetter im Gefolge hat, verursacht Unregelmäßigkeiten im Vogelzuge. Es sind also die Luftdruckverteilung und ihre nächste Folge, die Winde, die mächtig-

sten Faktoren beim Verlauf des Vogelzuges. Ja, ich möchte noch einen Schritt weiter gehen als die übrigen Ornithologen und behaupten, daß die Winde aus Nord und Süd zu gewisser Zeit, d. h. zur Zugzeit, einen bestimmten physiologischen Reiz auf die Zugvögel ausüben. Ich glaube, daß in dieser Beziehung die Wandervögel unter ganz ähnlichen Einflüssen zu stehen und ihnen auf ihren Reisen zu folgen scheinen, wie jenes typische Wanderinsekt: die Wanderheuschrecke. Denn nach *Dr. L. Sanders*¹⁾ Untersuchungen dürfte in der Tat ein auffälliger Parallelismus zwischen Beziehungen in dieser Hinsicht vorhanden sein: In den Subtropen fällt der Beginn des Wanderns mit dem Monsunwechsel zusammen und ist in solchem Grade von ihm abhängig, daß sich beim verspäteten Kentern des Monsuns auch der Eintritt des Wanderns verspätet, beim verfrühten Kentern verfrüht. Die Richtung des einen Wanderns folgt dem Regenmonsun und führt die Schwärme auf ihre Brutgründe; die des andern entspricht dem Trockenzeitmonsun und führt in die Winterherbergen. Die Hauptrichtung der Züge folgt dabei durchaus der Richtung des betreffenden Monsuns, wenn auch örtlich abgeändert, wie die Richtung des Monsuns selbst, durch die Oberflächengestaltung der durchzogenen Gebiete. Setzt der Monsun aus, oder wechselt er einmal für einige Tage zurück, was ja gerade im Beginn des Monsunwechsels häufig geschieht, so unterbrechen auch die Schwärme ihren Flug und lassen sich auch auf futterlosen Geländen nieder; weht er, so überfliegen sie auch die lockendsten Futtergründe.

Ohne daß ich mich auf weitere Vergleiche wohl einzulassen brauche, dürfte ich, daß zwischen Vogelzug und dem Zug der Wanderheuschrecken eine auffallende Ähnlichkeit besteht, wenngleich das Vogelzugproblem unstreitig viel verwickelter sein dürfte. Aber auch der Vogel überläßt sich zu gegebener Zeit den Luftströmungen: sie veranlassen nach *Braun*²⁾ den äußeren Reiz, auf den die Zugvögel mit ihrer Wanderung antworten. Ich schließe mich daher vollkommen der Ansicht *Brauns* an, daß der Vogelzug weit mehr in das Gebiet des Unbewußten gehört als des Bewußten.

Wie sehr die Zugvögel auf ihrem ganzen Zuge vor allem von den Windverhältnissen abhängig sind, dafür hat die exakte Forschung des Vogelzuges schon viele Beispiele bringen können, trotz der Kürze der Beobachtungszeit. Ich will hier nur an die großartigen Schnepfenzüge zu Ende Oktober 1908 erinnern, die *W. Thienemann* eingehend beobachtet und beschrieben hat³⁾. Aber auch einige theoretische Erwägungen hier mitzuteilen, dürfte am Platze sein. Wenn sich auch den Beobachtungen gemäß die Vögel auf ihren Wanderungen vielfach so eng wie möglich an die gegenwärtigen physikalischen Verhältnisse anschmiegen, so ist doch auch noch

¹⁾ Zur Herbstwanderung der nordischen Sumpfvögel über die Insel Öland, in: Zool. Studier, Festschrift tillegn. W. Lilljeborg, Upsala 1896.

²⁾ Freilich muß man bei einem derartigen Markieren vorsichtig zu Werke gehen: man nehme es nur vor an Tieren, die individuenreich noch weite Gebiete bevölkern, nicht aber an aussterbenden Arten, wie z. B. dem Storch, da solche Arten dann einem schnelleren Untergang infolge Abschießens erliegen müssen.

³⁾ Wie können wir das Vogelzugproblem exakt erforschen? Ein Beitrag zur Methodik biologischer Forschung. Ornith. Monatsschrift 1912. Jahrg. 37 Nr. 1.

Vgl. auch *J. Thienemann*, Die Vogelwarte Rositten der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft und das Kennzeichnen der Vögel. Berlin 1910.

⁴⁾ Vgl. hierüber mein Werkchen: Vogelzug und Vogelschutz. Leipzig 1910 („Aus Natur- und Geisteswelt“) S. 70 ff. und die hier zitierte Literatur.

¹⁾ Die geographische Verbreitung einiger tierischer Schädlinge unserer kolonialen Landwirtschaft. Angewandte Geographie I. Heft 11. Halle 1903.

²⁾ Neues zur Theorie des Vogelzuges. 33. Ber. des Westpreuß. Boten. Zool. Vereins. Danzig 1911.

³⁾ Vgl. hierüber: Ztschrift: „Himmel und Erde“. Jahrg. 22 (1910), Heft 6, S. 250/81.

ein anderer Umstand, der meines Erachtens nur mit Hilfe der Meteorologie seine Erklärung finden kann, von höchster Bedeutung¹⁾. Ich meine die Tatsache, daß einerseits die an sich so günstige Zugstraße von Tunis von nur wenigen Vogelarten regelmäßig benutzt wird, und daß andererseits viele Zugvögel auf ihrem Rückwege der afrikanischen Küste bis zur Straße von Gibraltar folgen, dann aber zumeist in das Mittelmeer hineinfliegen, anstatt den Winkel der spanischen Westküste mitzumachen. Es ist ferner bekannt, daß zahlreiche Vögel, die in Unmassen in Süditalien erscheinen und erlegt werden, in Norditalien nicht gesehen werden, und daß Flüge dieser Vögel auf den offenen Flächen des Mittelmeeres von Schiffen aus in zahlreichen Fällen wahrgenommen wurden. In allen diesen Fällen dürfte die dem Mittelmeer eigentümliche Luftdruckverteilung als die Ursache dieser Eigentümlichkeiten des Vogelzuges in diesem Gebiet anzusehen sein. Vor allem gilt eben auch für das Mittelmeergebiet, daß die Vögel nordwärts auch hier nur auf der warmen Vorderseite der Tiefdruckwirbel ziehen, während ihnen gerade die im Frühjahr über Spanien häufig auftretenden Winde aus nördlicher und nordwestlicher Richtung, aus dem noch ziemlich kalten Innern der Insel wehend, für den Zug hinderlich sind. Auf den offenen Flächen des Mittelmeeres, vor allem aber an der Westküste Italiens und über der Adria lagert so gut wie beständig die warme Vorderseite eines südliche und südöstliche Winde erzeugenden Tiefdruckgebiets. Lediglich diesen Winden scheinen sich die Zugvögel anzuvertrauen, um mit ihrer Hilfe in die nördliche Heimat zu gelangen.

Doch die Erforschung des Vogelflugproblems hat ja aus methodischen Gründen bei den Eigentümlichkeiten des Herbstzuges einzusetzen. Denn hierzu zwingt uns die Annahme, daß die ehemals auch im Norden einheimischen Zugvögel den allmählich zeitweise ungünstigeren klimatischen Verhältnissen zeitweise weichen mußten. Vor allem machen es die Beobachtungen wahrscheinlich, daß die Vögel auf ihrer Herbstwanderung, die ja überhaupt — wenigstens bei uns — aus verschiedenen Gründen deutlicher in Erscheinung tritt als der Frühjahrszug, Landschaften von einer bestimmten Natur auch während des Wanderfluges benutzen. Es dürften daher die Naturverhältnisse an und für sich einen großen Einfluß auf die Flugrichtung ausüben. Vor allem ist es fast mehr als wahrscheinlich, daß bestimmte Naturverhältnisse (Küstenlinien, Flußtäler, Gebirgspässe usw.) eben einen Einfluß auf die Zugrichtung ausüben. Aber damit ist nicht gesagt, daß der Vogel etwa im voraus wüßte, ob er die oder jene Gegend besuchen wird; er wählt nur für den Augenblick den ihm am meisten zusagenden Weg: die Stelle des „geringsten Widerstandes“. Es werden also wohl die geographi-

schen Verhältnisse des Erdballs sein, welche den Zug derjenigen Vogelarten bestimmen, die *allein zum ersten Male* die Reise nach Süden antreten, und ihn in verschiedene Bahnen lenken können, und für die Verschiedenheit der Zugkurven dürften die jeweilig herrschenden meteorologischen Verhältnisse maßgebend sein. In der Tat zeigt denn auch nach Dr. H. Weigold das zurzeit freilich noch dürftige vorliegende Material der exakten Vogelzugforschung, daß lediglich das Studium der täglichen Wetterkarten zur Zugzeit im Verein mit der Kenntnis der hauptsächlichsten Nebenbedingungen ermitteln kann, ob eine Zugvogelart alljährlich denselben Weg einschlägt oder nicht, ob sie im Frühjahr auf anderen Wegen zuzieht als denen, auf denen sie im Herbst abwanderte, wo sie rastet, wie weit sie täglich wandert und vieles andere mehr. „Wir werden dann auch erkennen, unter welchen Bedingungen der nächtliche Vogelzug unbemerkbar bleibt, und können dann mit diesem Faktor rechnen. Heute kann ein Skeptiker sagen: der Zug ging über die Station weg, aber so hoch, daß man nichts davon bemerken konnte, dann aber werden wir vielleicht sagen können nach dem Studium der Wetterkarten: nein, er ging nicht hoch überhin, sondern er nahm einen anderen Weg, und werden vielleicht noch nachträglich die Bestätigung davon auf jener Straße einholen können.“

Nach dem Stand der heutigen Forschung scheinen denn auch in der Tat die der betreffenden Luftdruckverteilung entspringenden Winde als primäre Ursache den Zug der Wandervogel einzuleiten. Unter dem Geleit der fördernden Winde aufbrechend, dürften dann *die* Zugvögel, die den Weg *zum ersten Male allein* zurücklegen, zwar Lokalitäten von einer bestimmten Beschaffenheit wählen, aber es dürfte, wie Sven Ekman wohl mit Recht annimmt, die gegenseitige Reihenfolge dieser Lokalitäten sein, die die Zugrichtung im großen und ganzen bestimmt. Ich möchte hinzufügen: *im Verein mit den jeweilig herrschenden meteorologischen Faktoren bestimmt*. Daher fliegen die betreffenden Vögel „keiner zuvor fixierten Winterstation zu, sondern diese ist die Endstation der Zugstraße, und die Lage derselben wird durch die Zugstraße bestimmt“.

Nimmt man bei den Zugvögeln überhaupt einen physiologischen Reiz an, der zur Zugzeit seitens der Witterungsverhältnisse, vor allem seitens der in Frage kommenden Windverhältnisse, an, so dürfte das Vogelflugproblem viel von seinem Wunderbaren verlieren. Denn ich möchte glauben, daß in der Tat die oben angedeutete exakte Erforschung des Vogelzugproblems mit Hilfe der Fußberingung im Verein mit dem gründlichen Studium der Wetterkarten dieser Auffassung schon in absehbarer Zeit Recht geben dürfte. Gerade die auf den ersten Blick das Erstaunen selbst des exakten Naturforschers erregenden, über ungeheure Strecken des Erdballs dahingehenden Wanderungen vieler Vögel dürften dann viel von ihrem Wunderbaren verlieren, während das Zugproblem der Strichvögel hierdurch freilich zunächst noch nicht gelöst wird. Aber dennoch dürfte auch diesem die Befolgung derselben Methode zugute kommen. Nehmen wir an, daß der Zugvogel

¹⁾ Vgl. hierüber mein oben zitiertes Bändchen „Vogelzug und Vogelschutz“ sowie: W. R. Eckardt, Über den Einfluß der meteorologischen Erscheinungen auf den Vogelflug. „Prometheus“, 1912, Jahrg 24, Heft 9/10, sowie Fr. von Lucanus, Die Höhe des Vogelzuges. Neudamm 1904.

erst dann zur Ruhe kommt, wenn der physiologische Reiz der Winde und des Luftdrucks nicht mehr auf ihn einwirkt, so dürfte ohne weiteres einleuchten, daß der Vogelzug vielleicht lediglich deswegen eine bei vielen Zugvogelarten auf der Erde räumlich so ausgedehnte Erscheinung ist, weil erst innerhalb des Tropengürtels, bzw. zur Zeit des südamerikanischen Sommers in den Ländern dieser Halbkugel andere, d. h. die entgegengesetzten Windverhältnisse herrschen.

Zweifellos beruht der heutige Vogelzug auf einem Instinkt, dem uralte, vererbte, bereits in früheren Erdperioden gesammelte Erfahrungen zugrunde liegen, die sich im Laufe der Jahrtausende den ebenfalls geänderten Luftdruckverhältnissen und ihren Folgeerscheinungen angepaßt haben. Nehmen wir an, daß für die entlegenen Vorfahren der heutigen Zugvögel die beiden Räume: Brutgegend und Ernährungsgegend identisch gewesen sind, durch geologische und klimatische Veränderungen aber nach und nach voneinander getrennt worden seien, so wird es uns leicht zu verstehen, wie die Gewohnheit der beginnenden und partiellen Wanderung zu bestimmten Jahreszeiten allmählich vererbt und so fest fixiert wurde, daß sie den Charakter eines Instinkts annahm. „Man würde wahrscheinlich finden“, meint *A. R. Wallace*, „daß in manchen Teilen dieser Erde noch alle Abstufungen existieren, vom gänzlichen Zusammenfallen bis zur gänzlichen Trennung der Brut- und Ernährungsgegend. Und wenn man die Lebensgeschichten einer genügenden Anzahl von Spezies sammeln und ausarbeiten wollte, so würde man alle möglichen Verbindungsglieder zwischen solchen Arten, die eine bestimmte Gegend, in der sie brüten und ihre Jungen aufziehen, nie verlassen, und solchen, bei denen Brutgeschäft und Aufzucht an weitgetrennten Orten stattfindet, entdecken.“ Heutzutage aber scheint es in der Tat nichts anderes zu sein als die dem mechanischen Fluge günstigen Winde, die, falls sie zur rechten Zeit einsetzen, anregend auf den Vogel einwirken müssen, um ihn zu bestimmen, seine Wanderung anzutreten oder fortzusetzen. Luftdruckverteilung und Wetterlage sind aber nur dann den Zugvögeln von Vorteil, wenn sie zur rechten Zeit, d. h. unmittelbar zur Zugzeit selbst das günstige Medium bilden. Denn nur zu dieser Zeit kann der Wandervogel aus ihnen den für seine und die Erhaltung der Art nötigen Vorteil ziehen.

Allein so mechanisch der Vogelzug auch gerade hinsichtlich seiner Abhängigkeit von den Winden zu sein scheint, so dürfen wir doch nicht vergessen, daß wir es bei den Vögeln doch schon mit höher entwickelten Tieren zu tun haben. Denn es hat sich gezeigt, daß mancher Vogel, den sein Zuginstinkt mit Allgewalt wegtreibt, schließlich doch gegen diesen Wind zieht. Das bestätigen die Verhältnisse des Frühjahr 1912, wo nach meinen Beobachtungen viele Zugvögel außerordentlich spät zurückkehrten, weil besonders im April nördliche und nordöstliche Winde vorherrschten, aber sie kamen trotz des Gegenwindes langsam und vereinzelt an. Und wenn

wir ferner bedenken, daß die Zugvögel gerade bei ungünstigen Wetterlagen bisweilen andere Wege einschlagen als gewöhnlich, aber dennoch ans Ziel gelangen, so können wir ihnen einen sehr hochentwickelten Ortssinn (Ortsgedächtnis) oder zum mindesten eine Auffassung von der Himmelsrichtung, ein Vermögen, welches von natürlichen Ursachen (Sonnenstand usw.) abhängen kann, wohl kaum absprechen. Zwar können wir einen Ortssinn von so hoher Entwicklung, wie den hier in Frage kommenden, nicht völlig verstehen, d. h. in seiner Mechanik fassen, aber er ist doch als natürlicher Vorgang denkbar und seiner inneren Natur nach nicht unbegreiflich. Ich habe in meinem Werkchen „Vogelzug und Vogelschutz“ („Aus Natur und Geisteswelt“, Leipzig 1910) diesen Gedanken eingehender erörtert. Aber eben darin, daß die Zugvögel denselben Weg, obgleich in entgegengesetzter Richtung, zuvor einmal zurückgelegt haben, liegt nach *Sven Ekman* die Möglichkeit eines Zurückwanderns nach einem bestimmten Ziele zu.

Meiner Ansicht nach kann auch über diese hochinteressante und für das ganze Problem hochwichtige Frage das wissenschaftliche Experiment Licht verbreiten. Aus leicht einzusehenden Gründen kämen freilich für einen solchen Versuch vor allem auch exotische Vögel in Betracht. Ich möchte hierfür irgendeinen Insektenfresser Asiens oder Nordamerikas gewählt wissen. Man setze an einer geeigneten Örtlichkeit, die dem betreffenden Vogel günstige Nahrungs- und Fortpflanzungsmöglichkeiten bietet, eine größere Anzahl markierter Vögel aus. Ziehen die Vögel im Herbst sämtlich ab und erscheint im nächsten Frühling auch nur ein einziges Exemplar der betreffenden Vogelart wieder, so dürfte das Experiment positiv ausgefallen sein. Jedenfalls sollte man dieses leicht durchzuführende Experiment in der exakten Vogelzugforschung doch künftighin nicht mehr vernachlässigen; auch wiederhole man es öfter, selbst bei anfänglichen Mißerfolgen. Hier nur noch einmal die Aufforderung: noch mehr Experiment zur Erforschung des Vogelzugs! Aber das wolle man bei jedem Experimentieren beobachten: jede Zugvogelart muß einzeln für sich betrachtet werden!

Das Biologisch-landwirtschaftliche Institut Amani (Deutsch-Ostafrika) und seine Arbeit.

Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.

Auf die Dauer von sechs Monaten bin ich (1912/13) für wissenschaftliche Arbeit Gast einer Anstalt gewesen, an der seit Jahren schon ein großes Stück deutscher Forschung sich abgespielt hat, die aber vielleicht bisher von der Gelehrtenwelt zu wenig in diesem Sinne eingeschätzt wurde. Es ist das dem Kaiserlichen Gouvernement von Deutsch-Ostafrika unterstellte biologisch-landwirtschaftliche Institut Amani.

Amani ist in Ostusambara etwa unter dem 5. Breitengrade und so weit von der Küste gelegen, daß es von Tanga mit Hilfe der ostafrikanischen Nordbahn und der bei Station Tengení davon abzweigenden Bahn der Sigi-Holz-Exportgesellschaft über Station Sigi bequem in einem Tage erreicht werden kann. Der Ort Amani, d. h. die Europäerhäuser liegen auf etwa 900 m ü. M., die dazu gehörigen Ländereien erstrecken sich aber von etwa 400 m an (Station Sigi im Tal des Sigi) bis auf 1100 m (Höhe des die Gegend beherrschenden Berges Bomole). Wie schon die Nachbarschaft der genannten Holzgesellschaft andeutet, liegt Amani inmitten des üppigsten und wertvollsten Urwaldgebietes, das Ostafrika besitzt, und wenn auch, wie in ganz Usambara, überall Pflanzungen dem Urwald Boden abgewinnen, so stehen gerade um Amani noch auf viele Stunden jungfräuliche Bestände des hochstämmigsten Waldes. Der kräftig rote Verwitterungslehmboden der Landschaft wird oft unterbrochen von starken Felspartien und zahlreiche lebhaftes Bäche und Flüsse durchziehen Wald und Täler.

Von diesem Gebiete erwarb 1901 die Ostafrikanische Gesellschaft ein Areal von etwa 300 ha, um es dem Gouvernement zur Anlage des biologisch-landwirtschaftlichen Instituts zu schenken, dessen Gründung unter dem Gouverneur Grafen Götzen 1902 erfolgte. Von 1902 an wurden auf dem gerodeten Lande nach und nach eine Reihe von immer mehr ausgebauten Anlagen errichtet, wie sie zum Betriebe einer Praxis und Forschung dienenden Instituts benötigt waren, chemische, botanische, zoologische Laboratorien, Bibliothek, Verwaltungsgebäude, Gewächshäuser, Trockenschuppen, Werkstätten, Saatbeete, Wohnhäuser für Europäer, Fremdenwohnhaus, Arbeiterwohnungen, Ställe usw. Während die Laboratorien und die Verwaltung samt den meisten Europäerwohnhäusern ohne räumliche Bedrängung am Waldrand und oberhalb des Sigitals etwa 900 m hoch heute den Mittelpunkt des kleinen Staates bilden, liegen die Arbeiterdörfer zum Teil etwas entfernter, ebenso auch die Gärtnerwohnungen den Arbeitsverhältnissen entsprechend verteilt bei den Saatbeeten, die eine geschützte Schlucht und den Fuß des Gebietes, das Sigital, einnehmen. Über das ganze ausgedehnte und heute von einem zum Teil fahrbaren Wegenetz durchzogene Gelände erstrecken sich die Pflanzungen des Instituts, unterbrochen von Urwaldstreifen oder neuen Gehölzanlagen.

Die Angestellten des Instituts, dem bei der Gründung der bekannte Afrikaforscher, Zoologe und Geograph F. Stuhlmann vorstand, sind heute als Direktor der Botaniker A. Zimmermann, der mit langjähriger Erfahrung aus holländischem Kolonialdienste bei der Gründung nach Amani berufen wurde, daneben zwei weitere Botaniker, ein Zoologe, zwei Chemiker und eine Anzahl europäischer Gärtner. Der Arbeiterstamm umfaßt etwa 300 Suahelis, Wanyamwesi usw., von denen eine Anzahl sich in langen Diensten als Handwerker, Gärtner und Laboranten sehr nützlich haben ausbilden lassen. Daneben ist das asiatische Element

unter den Angestellten für feinere Arbeit (Handwerkern, Zeichnern usw.) auch in Amani vertreten.

Die Arbeit des Instituts war gedacht im Sinne der ähnlichen bei uns als landwirtschaftliches Versuchswesen zusammengefaßten Institutionen. Daß solche für Erschließung und Erforschung der Kolonien wertvoll, ja nötig sind, haben die Holländer durch die Anlage ihrer 1817 gegründeten botanisch-landwirtschaftlichen Institute von Buitenzorg auf Java gezeigt. Diese wurden das im allgemeinen noch als unerreicht geltende Vorbild und gaben den Anlaß zu einer bezeichnenden Entwicklung in vielen andern Ländern. Von den deutschen Kolonien hatte zuerst Kamerun in der Landeskulturanstalt und dem Botanischen Garten zu Viktoria eine solche Einrichtung erhalten, die für Ostafrika vorgenommene Gründung ist aber von vornherein die bestausgestattete aller deutschen Kolonialstationen der genannten Art gewesen. Die Mittel sind zum Teil durch die Wohlfahrtslotterie aufgebracht worden, im übrigen stehen sie auch heute im Etat des Schutzgebietes je nach dem Haushaltsplan für die einzelnen Etatsjahre angefordert. Dementsprechend wird auch in erster Linie eine Nutzbarmachung der aufgewendeten Mittel im speziellen Interesse der Kolonie selbst erwartet und verlangt.

Wie überall an ähnlichen Anstalten steht die zur Erprobung der Rentabilität vorgenommene *Anzucht von neuen Nutzpflanzen* obenan unter den Aufgaben. Gerade im tropischen Klima sind Anzuchtversuche, denen sich die Aufbereitung der Produkte bis zur Transportfähigkeit anzuschließen hat, ungleich kostspieliger als in der heimischen Landwirtschaft. Um so mehr also erwartet die Allgemeinheit Übernahme solcher Experimente durch die Regierung. Als Amani seine Tätigkeit aufnahm, war die Hoffnung auf bedeutenderen Kaffeebau in Usambara schon im Sinken, es blieb aber noch übrig die endgültige Fixierung der Kulturmöglichkeit auf gewisse Teile und damit die Überführung in den heutigen gesunden Zustand und die Anweisung zu seiner Erhaltung. Dagegen fiel in die bisherige Tätigkeit der Anstalt die ausgezeichnete Entwicklung der ostafrikanischen Kautschukkultur von Anfang an. Von seiten Amanis sind eine große Zahl von Kautschukpflanzen auf ihre Rentabilität in Ostafrika geprüft worden, die Kultur des Manihot, des bisher dort erfolgreichsten Kautschukbaumes, in jeder Weise physiologisch und wirtschaftlich studiert worden, des weiteren die Zapfmethoden für die Bäume und die fernere Behandlung des Produktes Gegenstand eingehender Versuche und Studien besonders von seiten Zimmermanns gewesen und sind es noch¹⁾. Von Neueinführungen seien ferner noch der Chinarindenbaum und der Kampher genannt, vom ersteren wurden den javanischen an Gehalt gleiche Rinden erzogen, der letztere ver-

¹⁾ Von A. Zimmermann ist soeben eine Gesamtdarstellung unter dem Titel: Der Manihot-Kautschuk, seine Kultur, Gewinnung und Präparation (342 S., 151 Abb., Jena, 1913) erschienen.

spricht gerade in den höheren Lagen von Usambara erfolgreiche Kultur. Endlich sind eine ganze Reihe neuer Faserpflanzen (besonders Baumwollersatzstoffe) in Kultur und werden auf Rentabilität hin beobachtet, wichtige Medizinalpflanzen anderer tropischer Länder, die tropischen Obstsorten, Futter- und Gründüngungspflanzen wurden eingeführt und werden alle in dauernder Kultur erhalten. Besondere Aufmerksamkeit wird auch den Nutzpflanzen der Eingeborenen seitens des Botanikers K. Braun geschenkt, vorläufig freilich nur mehr ihrer Feststellung und Prüfung, hier müssen aber Anweisungen zur rationellen Kultur, botanische Fixierung und Auswahl der Sorten usw. sich anschließen. Es braucht kaum gesagt zu werden, daß die — wenn auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten unternommenen — Versuche an Pflanzen tropischer Klimate dauernd Anlaß zu physiologischen und rein wissenschaftlich verwertbaren Beobachtungen geben können und in Amani gegeben haben. So sind, um nur ein Beispiel zu nennen, durch die Zimmermannschen Versuche an Manihot eine Reihe von Fragen aus der noch recht der Klärung bedürftigen Physiologie der Milchsaftpflanzen berührt und gelöst worden. Außerdem bieten überhaupt alle Wachstumsbeobachtungen in den Tropen noch viele anregende neue Tatsachen wissenschaftlicher Art. Ans Forstliche streifen die Versuche, Nutzhölzeranbau zu treiben und Schattenbäume für die ostafrikanischen Pflanzungen zu kultivieren. Sind doch im tropischen Urwald, so eigenartig und gewaltig er erscheint, gerade bei seinem niemals auch nur einigermaßen einheitlichen Charakter die Nutzhölzer spärlich und nicht so vorhanden, daß der Bedarf der Kolonie selbst in jeder Richtung gedeckt werden kann. Die vorkommenden Nutzhölzer eignen sich auch selten zum forstlichen Anbau, sie gedeihen nicht in anderen, als den urwüchsigen Mischbeständen; doch haben sich für die Höhenlagen wie den Bomole bei Amani (und ähnlich in den jetzt unter Forstverwaltung stehenden Teilen Westusambaras) eine Reihe von subtropischen Hölzern (Juniperus-, Cupressus- und verwandte Arten, Cedernholz usw.) als sehr anbaufähig erwiesen, auch sind außerhalb Ostafrikas heimische Bäume der Tropen wie das Teakholz und Mahagoniarten mit Erfolg gepflanzt worden.

Von Pflanzen aller dieser Gruppen sind nun mehr oder minder ausgedehnte Bestände auf dem Boden von Amani vorhanden, wo sie nicht allein Belehrungszwecken in Art eines botanischen Gartens dienen, sondern vor allem auch dauernd Saatgut und Pflanzmaterial zur Abgabe an Pflanzler liefern. In dieser Verteilung von Material für Kulturen, der Anzucht der geeignetsten Sorten, liegt die Grundlage eines ausgedehnten Verkehrs zwischen der Anstalt und den Pflanzern. Von den meisten Objekten werden geringe Mengen Saat oder Pflanzen sogar unentgeltlich abgegeben, im übrigen aber auch in Listen alljährlich zum Verkauf angeboten.

Ein zweites wichtiges Kapitel des Pflanzenbaus ist die in jüngerer Zeit in Amani begonnene Arbeit

in *Düngungsversuchen*. Mehr und mehr bricht sich die Anschauung Bahn, daß gerade auch der anfangs so oft unerschöpflich scheinende Boden des gerodeten Tropenwaldes der Düngung bedarf. Es rückt auch die Zeit heran, wo vielerorts die Verhältnisse zu erhöhter Inanspruchnahme und Steigerung der Pflanzungserträge auch an sich schon gut bebauten Pflanzungslandes zwingen oder wo die ältesten gut gehenden Pflanzungen (z. B. die großen Sisalanlagen der Kolonie) müde werden. In beiden Fällen werden für die verschiedensten Objekte Düngungsversuche und ihre Erfahrungen verlangt, deren Anstellung seit Jahren ein Teil der Amanienser Arbeit gilt. Diese Versuche sind auch besonders von Wert für die Eingeborenen-Nährpflanzen (Mais, Hirse u. a.), für die im allgemeinen eine wenig rationelle Kultur herrscht, andererseits aber immer weniger Raum zur Verfügung steht. So hat in Amani A. Eichinger umfangreiche Versuche unternommen, um festzustellen, wie sich der rote Verwitterungslehm, der in der Kolonie häufig vorkommt, bei verschiedenen Düngungen und verschiedenem Fruchtwechsel (Mais, Leguminosen, Tabak) verhält. Diese noch im Gang befindlichen Versuche haben bereits gezeigt, daß Phosphorsäure und Stickstoff sich als nützlich erweisen.

Neben derartigen Versuchen ist indes unentbehrlich die Arbeit des *chemischen* Laboratoriums, dem in Amani denn in der Tat in erster Linie die Bodenuntersuchung mit Rücksicht auf landwirtschaftliche Zwecke obliegt. Mit großem Rechte hat man verschiedentlich bei Anlage von neuen Pflanzungen sowohl, als auch bei Erschließung ganzer Landschaften in der Kolonie vorherige Bodenexpertisen vorgenommen, um darnach, insbesondere im Vergleich mit anderen Landesteilen, die Benutzbarkeit des Bodens zu schätzen. Auch für Private führt das Laboratorium von Amani gegen Entgelt solche Untersuchungen aus, die allgemein mehr und mehr in ihrem Wert geschätzt und als ökonomisch angesehen werden. Daneben spielt aber auch die Präparation und Untersuchung der Rohstoffe (Kautschuk, Kampher, Öle, Drogen usw.) im chemischen Laboratorium eine Rolle. Und wie wertvoll auch für nicht landwirtschaftliche Bodenuntersuchung das Vorhandensein einer wissenschaftlichen Untersuchungsstelle sein kann, das hat sich bei dem Goldfieber im Bezirk Tanga 1913 gezeigt. Entgegen der einen den Sturm heraufbeschwörenden Angabe über Goldvorkommen im unteren Sigital hat der Chemiker von Amani Lommel bei einer Reihe von Proben verschiedenster bereits belegter Felder die Abwesenheit nutzbaren Edelmetalls sofort nachgewiesen und damit bisher das Feld behaupten können.

Das dritte Arbeitsgebiet ist das des *Zoologen* von Amani, der im wesentlichen Pflanzenpathologe ist. Die Notwendigkeit der Schädlingsbeobachtung und Schädlingsbekämpfung hat in den Tropen sich allenthalben längst als so nötig herausgestellt, wie in Europa. Doch hat sich dort begreiflich das Studium der Biologie als notwendige Grundlage für Bekämp-

fangswege in noch viel höherem Maße erwiesen, als in der Heimat, weil die vorliegenden Kenntnisse von den Schädlingen meist viel geringer sind. In dieser Richtung ist denn zunächst auch in Amani von seiten der Zoologen, früher *Voßler*, jetzt *H. Morstatt*, eine Menge von Beobachtungen, speziell an Insekten (so den Termiten), gemacht worden. Für die Praxis haben diese Verwertung gefunden in Zusammenstellungen¹⁾ der Schädlinge bestimmter Kulturpflanzen mit Angaben über ihr Aussehen, Leben und die Bekämpfung. Die Schädlingsgefahr ist, wie *Morstatt* einmal betont hat, an sich keineswegs größer in den Tropen, als zu Hause, aber es gibt auch da Nutzpflanzen, die so anfällig sind, daß ohne vorbeugende Maßnahmen ihre Kultur aussichtslos erscheint. Das sind z. B. Baumwolle und Kaffee, von denen der letztere in seiner afrikanischen Heimat zwar von der gefürchteten Pilzkrankheit *Hemileia* nicht so zu leiden hat wie anderwärts, aber doch sorgsamster Beobachtung bedarf, um von Krankheiten frei zu bleiben. Daß neben der praktischen Forschung gerade zoologisch reichlich auch systematisch neues Material in Amani dauernd geerntet wird, ist mit Rücksicht darauf, daß die wissenschaftlichen Reisenden auf diesem Gebiete wohl stets weniger Gutes leisten können, als z. B. floristisch, besonders erfreulich.

Eine Verwertung aller in der Anstalt gewonnenen nützlichen Beobachtungsergebnisse geschieht auf vielfache Weise. Nicht allein der zufällige Verkehr mit den Rat suchenden Pflanzern auf schriftlichem oder mündlichem Wege (welch letzteren das Fremdenhaus erleichtert) dient dieser Nutzbarmachung für die Praxis, sondern es sind auch planmäßig mehrfach *Unterrichtskurse* veranstaltet worden, Vorträge und Demonstrationen in Pflanzung und Laboratorien, so auch speziell für Gewinnung und Präparation des Kautschuks, da dies Produkt einerseits viel besondere Einarbeitung vom Pflanzern verlangt, andererseits aber auch die Diskussion darüber noch sehr in Fluß ist. Gerade hierbei vermochte Professor *Zimmermann*, wie ich selbst mich zu überzeugen Gelegenheit hatte, den Pflanzern durch Vorführung von Versuchsreihen bestimmt behandelten, gepflanzter oder gezapfter Bäume und der erhaltenen Resultate aufs beste die erprobten Wege zu weisen und so vor den Augen der Praktiker dem wissenschaftlichen Experiment den gebührenden Platz und die gebührende Schätzung, damit auch dem Betrieb der Anstalt, zu sichern.

Es haben aber auch weiter die Angestellten Amanis versucht, auf ihren Heimatreisen ihre eigene Anschauung von Verwertung und Verwertbarkeit der Rohprodukte zu fördern, was gerade für die in der Kolonie vorläufig schon nötige Beurteilung der Marktfähigkeit von Nutzen sein dürfte. Ebenso werden Ausstellungen gelegentlich beschickt, so die Kautschuk-Ausstellung in London 1911, ähnlich wird auch die Landesausstellung in Daressalam (1914) sicher wieder ein beredtes Zeugnis von der

Tätigkeit des Instituts ablegen und die Verbindung mit der Öffentlichkeit weiter befestigen.

Übrigens ist ein auch hier nicht unterlassener Weg der Wirksamkeit die Veröffentlichung der Zeitschrift der *Pflanzern*¹⁾, in der in erster Linie für den Kolonisten viele kurze Mitteilungen meist von den Beamten des Instituts über alle Fragen ihrer Tätigkeit gegeben werden, die aber auch als wissenschaftliches Organ in der Heimat und in der Praxis anderer Kolonien stetig an Wert gewinnt. Über einzelne Nutzpflanzen, Schädlinge usw. erscheinen noch ganz allgemein verständliche *Flugblätter* als Beilage zu der Zeitschrift. Umfangreichere Arbeiten meist wissenschaftlicher Art wurden bis 1909 in den „Berichten über Land- und Forstwirtschaft in D.-O.-A.“²⁾ niedergelegt. Jetzt gehen solche etwa als „Beihefte zum Pflanzern“ aus (vergl. die Anm. 1, S. 720, Sp. 1).

Über die segensreiche Tätigkeit Amanis für die Kolonie und nicht für diese eine allein besteht heute kein Zweifel mehr, die Anstalt wird von den anderen ostafrikanischen Kolonialmächten durch Entsendung ihrer Beamten zur Orientierung und Nachrichtenaustausch, ja Ratholung, gebührend anerkannt, sie ist vorbildlich für diese Länder und steht den älteren Schwestern in Asien, den Instituten der Engländer und Holländer an Wirken nicht nach. Vielleicht bisweilen an Mitteln. Unsere Kolonie, die sich noch nicht erhalten kann, trägt mit Recht bisweilen Sorge, aus ihrem von Unverständnis oft genug in der Heimat beschnittenen Etat für diese Zwecke so viel aufzuwenden, wie es die Durchführung des vorhandenen Betriebes und der Ausbau des Institutes wünschenswert erscheinen lassen. Es sind das freilich vielfach Aufwendungen, die sich nicht bald oder wenigstens nicht nachweisbar bezahlt machen. Aber es wird stets schwer halten, für die in ähnlichen öffentlichen Stellen auf Zwecke der Prüfung, Raterteilung usw. verwendeten Summen ein greifbares Äquivalent unter den Einkünften des Landes zu finden. Man hat auch daran gedacht, statt dieser einen zentralen Anlage eine Anzahl anderer Stellen in verschiedenen Teilen der Kolonien zu schaffen. Anfänge dazu waren schon vor Amanis Gründung vorhanden³⁾, sie sind durch Errichtung kleinerer Kulturstationen auch später verfolgt worden⁴⁾. Auch ist es sicher ein Bedürfnis,

¹⁾ „Der Pflanzern, Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft in D.-O.-A.“, sie wurde 1905 bis 1907 unter Mitwirkung des Instituts von der „Usambara-Post“ in Tanga, 1907 bis 1911 vom Institut selbst in Tanga herausgegeben, seit 1911 gibt das K. Gouvernement sie in Daressalam selbst heraus. (Jährlich 12 Hefte, Preis 10 Mark.)

²⁾ Heidelberg (Winter), 3. Bände von 1902—1908, auch in 19 Einzelheften.

³⁾ In Mombo am Rande Westusambaras gegen die Steppe bestand eine Versuchsstation, die dann als „Tiefenstation“ dem jetzt nur 1 Tag entfernten Amani angegliedert, später freilich in Pacht gegeben wurde. Doch beabsichtigt man, eine neue Station in der Steppe zu errichten. Dagegen fiel die in Kwai (Westusambara) früher bestehende Versuchsanstalt, wohl als zu abgelegen, mit der Gründung von Amani.

⁴⁾ Es bestehen außer einem Kulturgarten in Daressalam, der aber mehr belehrende Zwecke verfolgt, eine Fruchtkulturstation in Morogoro (Hinterland von Dar-es-

¹⁾ Von *H. Morstatt* erschien z. B.: Die Schädlinge und Krankheiten des Kaffeebaums in Ostafrika. 1912. 87 S., 14 Tafeln. (Beiheft zum „Pflanzern“.)

daß das Gouvernement noch unmittelbar zur Hand in Daressalam Sachverständige hat, deren Tätigkeit z. T. der von einzelnen Amansiensern kongruent ist¹⁾. Aber anderseits ist die über die verschiedenen Kulturzonen von 400—1100 m ausgedehnte Lage von Amani, das zudem in seinem verhältnismäßig so wenig erschlaffenden Klima eine dem Europäer für die Tropen ungewöhnlich gute Arbeitsmöglichkeit gewährleistet, eine so anerkannt günstige, daß der etwas umständliche Verkehr der Anstalt mit der Landeshauptstadt und der vorgesetzten Behörde (die Briefpost kann wohl gelegentlich bis zu 14 Tagen brauchen) daneben nicht so schwer in die Wagschale fällt. Außerdem müßten natürlich (wenigstens bei ähnlicher fachmännischer Besetzung wie in Amani) einer Mehrzahl kleinerer Anstalten noch ganz bedeutende neue Aufwendungen zugrunde liegen, und dennoch würde bei Dezentralisation des Betriebes kaum eine gleich gediegene, auf Übersicht vielen Materials aufgebaute Sachkenntnis erreicht werden, wie sie zurzeit vorhanden oder in Amani erwerbbar ist.

Daß nun aber auch die weitere Ausbeute der Tätigkeit der Amani-Laboratorien für *wissenschaftliche* Zwecke wünschenswert wäre, ist gleichfalls zweifellos. Lage und vorhandene Mittel ermöglichen schon viel, und die unermüdliche Arbeit der dort Wirkenden hat die Beweise dafür oft genug neben dem für die Praxis Geleisteten erbracht, wie einige Beispiele schon oben zeigten. An der Erforschung der Flora und Fauna wird dauernd gearbeitet, davon reden die vorhandenen zoologischen und botanischen Sammlungen sowie das neue Material, das Amani europäischen Museen geliefert hat. Daß indessen von den Angestellten des Instituts *vorwiegend* praktische Arbeit verlangt wird und der ausgedehnte Verkehr der Anstalt mit der Außenwelt (in Gestalt von Anfragen, Prüfungen u. dergl.) sie auch reichlich beansprucht, ist verständlich. Wie zuvor-kommend in den Laboratorien zu Gast weilende Forscher, wie wir selbst und andere schon erfuhren, vom Gouvernement und seinen einzelnen Angestellten auch behandelt werden, wie leicht und erfolgreich sich die Arbeit auch dort jetzt für den Fremden schon gestaltet, es wäre bedauerlich, wenn nicht noch reichere Mittel gefunden würden, um dem biologisch-landwirtschaftlichen Institut auch wissenschaftlich dazu zu verhelfen, ein unentbehrliches Glied der deutschen Forscherarbeit zu werden. Durch vermehrten Aufwand, ohne die Gewissensfrage, wie weit der praktische Nutzen ihn recht-

salam), eine Versuchsstation, in Kibongoto am Kilimandscharo (gegr. 1911), wo Baumwolle, Tabak und Bohnen auf Sortenwahl, Saatgut und zur Unterweisung für die Umwohnenden, auch die Eingeborenen, gezogen, auch Vieh- und Straußenzucht getrieben werden sollen, endlich die vom Kolonialwirtschaftl. Komitee gegründete, 1910 vom Gouvernement übernommene Baumwollkulturstation Mpanganya (Bez. Mohorro) und zwei neue Baumwollstationen bei Kilossa und Tabora, denen weitere folgen sollen.

³⁾ Neben dem Landwirtschaftsreferenten sind am Gouvernement noch tätig ein Agrikulturchemiker, der durch seine größeren Expertisen in verschiedenen Teilen der Kolonie wissenschaftlich bekannte *P. Vageler*, ferner ein Botaniker, auch ist am Gouvernement ein Geologe ständig angestellt.

fertigt, könnte sowohl den an so günstigem Orte dauernd befindlichen Gelehrten (denen bestimmte Probleme jahrelanger Beobachtung doch allein bleiben müssen), als auch den von der Heimat aus die Urwälder der Tropen besuchenden und dort ihrer Arbeit und Belehrung nachgehenden Fachgenossen sich ein überaus fruchtbares Feld eröffnen. Daß Mittel hierfür dem Etat der Kolonie entspringen, kann vorläufig und wohl auch später kaum verlangt werden. Aber haben nicht unsere Akademien oder hochherzige Stiftungen anderer Art schon öfter den weiten Blick gezeigt, dem deutschen Forscher zu Arbeitsmöglichkeit auch draußen zu verhelfen (Neapel, Rovigno, Stipendien für Reisen, Expeditionsstiftungen) und ihm so selbst den weiteren Blick zu verschaffen? Amani wäre dazu geeignet, wie wenige andere Orte: ein Urwaldreservat von 50 ha, Übersicht über die meisten kolonialen Nutzpflanzen, Sammlungen zum Vergleich, eine Bibliothek mit etwa 4000 Bänden und vielen Fachzeitschriften¹⁾, Kulturmöglichkeiten für Versuche im Glashaus oder im Freien, jederzeit Anzuchtmöglichkeit von Material, Ställe und Bassins für Tiere, die verhältnismäßige Nähe naturwissenschaftlich so belehrender und überreicher Gebiete wie Kilimandscharo und Steppe, Koralleninselwelt und Mangroven — das sind alles vorhandene Grundbedingungen für eine wissenschaftliche Arbeit in den Tropen, die der fachmännische Rat am Orte dem Fremden wahrlich erleichtern wird. Aber Mittel wären benötigt, *um nicht durch vermehrten oder ausgedehnten Fremdenbesuch die praktische Tätigkeit gestört werden zu lassen, um durch noch weitere Arbeitsbequemlichkeit der Forschung die Hand zu bieten und auch den dort Ansässigen etwa durch Vermehrung ihrer Zahl und geringere praktische Belastung die rein wissenschaftliche Arbeit weiter zu ermöglichen.* Unser aller Ideal ist bisher in dieser Richtung *Buitenzorg* auf Java, das mit seinen Fremdenlaboratorien und seiner eigenen hohen Produktion als Forschungsstätte obenan steht, Amani braucht keine Konkurrenz in dieser Richtung zu sein. Die Verhältnisse sind verschieden genug, naturwissenschaftlich nebeneinander des Studiums wert, aber wir dürfen nicht vergessen, *daß jede Arbeit auf dem Boden Deutsch-Ostafrikas neben wissenschaftlichem Wert auch ein Stück der Erforschung unserer großen Kolonie ist*, an der wir zu arbeiten die Pflicht haben. Obenein ist wenigstens vorläufig die Lebenshaltung in Amani eine so viel weniger kostspielige als in den altkultivierten Tropenländern, daß auch dieser Vorteil für den Fremden mitsprechen darf. *Hier sind Wege zu neuen und günstigen Möglichkeiten.*

Über die notwendige Organisation des paläontologischen Sammelns.

Von Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Charlottenburg.

Es scheint eine Art Mode geworden zu sein, Dinosaurierlagerstätten zu entdecken. Vor nicht

¹⁾ Es gehen zurzeit 350 Zeitschriften ein, natürlich vorwiegend kolonialpraktischer Art, davon 284 im Austausch gegen den „Pflanzer“.

allzu langer Zeit erschien ein umfangreiches, sehr gründliches Werk Professor v. *Huenes* über die deutschen und über die außerdeutschen Dinosaurier der Triasperiode. Die Arbeit war um so mühsamer und verdient um so mehr Anerkennung, als uns heute das damals vorliegende Material geradezu kümmerlich erscheint. Hier ein Bein-knochen, dort eine Zehe, ein Teil des Beckens, ein paar Wirbel, wohl gar ein Schädelteil, vieles nur in Bruchstücken, wie das ja wohl auch sonst in der Paläontologie vorkommt, das waren die Bausteine, aus denen es eine ganze *Fauna* wieder-erstellen zu lassen galt.

Die imposanten nordamerikanischen Funde in den dortigen Kreideablagerungen, wo vollständige oder doch nahezu vollständige Skelette von Dinosauriern aller Art seit Jahrzehnten mit schier unerschöpflichen Mitteln geborgen wurden und die Zierden der verschiedensten Museen bildeten, waren uns Europäern, wenigstens uns Deutschen, ein scheinbar unerreichbares Material. Das hochherzige Geschenk des Mäcens *Carnegie* an mehrere europäische Hauptstädte, unter anderem an den deutschen Kaiser, bestehend aus je einem Gipsabguß eines jener Kolosse, des 25 m langen *Diplodocus*, erweckte aufs neue den Neid auf derartige ganz unschätzbare Funde, aus denen greifbar erst der unmittelbare Anblick so ungemein interessanter Tiergestalten hervorging. Nur das mit reichen Mitteln ausgestattete Senckenbergische Museum in Frankfurt am Main hatte sogar ein Originalskelett, wenigstens die eine in Gesteinswand eingelassene Körperseite, aufzuweisen.

Da kam die völlig überraschende Kunde von gut erhaltenen Dinosaurierresten in unserer eigenen deutsch-ostafrikanischen Kolonie. Eine Expedition ging hinaus, um nach Möglichkeit zu bergen, was etwa im unbekannten Buschlande des Tendagurugebiets im Lindibezirk noch zu finden sein mochte. Das Resultat war die Erkenntnis von einer gänzlich unerwarteten Reichhaltigkeit und riesigen Ausdehnung der dortigen Funde, ein Gewinn mehrerer Tausende von Knochenresten einer wahrhaft gestaltenreichen Fauna gleichen Alters und nahezu gleicher Zusammensetzung wie die berühmte amerikanische.

Die Expedition war noch im Gange, da kam eine weitere Überraschung. Diesmal mitten aus der Heimat: In einer Tongrube bei Halberstadt fanden sich einzelne Knochen. Man ging der Sache nach, und auch hier wurde das Ergebnis mit der Zeit bei geeigneten Maßregeln immer großartiger. An 30 Individuen sind schon gefunden, ein prächtiges, nahezu vollständiges Exemplar, etwa von Bärengröße, ist bereits im Berliner Naturkundemuseum neben jenem *Diplodocus*abguß und einzelnen besonderen Fundstücken vom Tendaguru aufgestellt. Hier handelte es sich um ältere Funde, Angehörige der ausgehenden Triaszeit, die entsprechend ganz anderen Charakter tragen als jene jüngeren Formen.

Und abermals nahezu gleichzeitig fanden sich in Württemberg, dem geologisch so wohl erforschten, in gleichaltrigen Schichten ganz die

gleichen Typen, erst vereinzelte Knochen, mehr oder weniger zusammenhängende Skeletteile, schließlich ein geradezu prachtvoll erhaltenes vollständiges Skelett, das in dem an erstklassigen Wirbeltierresten durch planvolle und glückliche Erwerbungen so ungewöhnlich reichen Stuttgarter Naturienkabinett Unterkunft fand.

Die Erkenntnis der ostafrikanischen Vorkommnisse schlug ebenfalls weitere Wellen. Lange ehe man von ihnen wußte, wurde in Südafrika im Hinterlande von Port Elisabeth eine glückliche Entdeckung gemacht, die aber dem geologischen Alter nach mißverstanden und somit in ihrer Bedeutung verkannt, ja schließlich vergessen wurde. Die geologische Erforschung hat seitdem wesentliche Fortschritte gemacht, und auch über das Alter der Saurierschichten am Tendaguru kamen wir erst allmählich ins klare. Da stieg denn bei genauer Prüfung des gegenseitigen Verhältnisses und der geographischen Bedingungen jener alten Vorwelt der Verdacht auf, dort unten in Südafrika lägen ganz die gleichen oder doch sehr ähnliche Knochenlager vor wie am Tendaguru. Die Gewißheit folgte rasch. Denn als den englischen Fachgenossen an der Universität und dem Museum von Grahamstown die Frage vorgelegt wurde, versäumten sie die erste sich bietende Gelegenheit nicht, sich von dem Sachverhalt zu überzeugen. Und siehe da: einige vielversprechende Einzel-funde haben bereits dazu geführt, eine Expedition an Ort und Stelle zu entsenden und nunmehr auch dort planvoll und mit den richtigen Mitteln dem Vorkommen nachzugehen.

Nicht von der wissenschaftlichen Bedeutung so vieler glücklicher Funde sei aber hier die Rede, sondern von der Tatsache, daß sie so erstaunlich schnell aufeinander folgten, während man noch vor ganz kurzer Zeit gar nicht damit rechnete.

Darin liegt nämlich wohl des Rätsels Lösung, daß wir eben gelernt haben mögen, gute Fundstellen richtig einzuschätzen, und daß unsere Zeit bereitwillig die Mittel hergibt, Ausgrabungen auf solche paläontologische Objekte zu unternehmen, wie sie bisher leider nicht üblich gewesen sind, wie sie ja aber die nicht nur im Namen, sondern auch in Wesen und Methode so nahe verwandte Archäologie seit langem als unentbehrliches Hilfsmittel der Forschung kennt. Ganz gewiß ließe sich die Organisierung und Fundamentierung derartiger Ausgrabungen — auch auf alle anderen Zweige der Paläontologie! — noch weiterhin ausdehnen und systematisch ausgestalten. Denn noch immer machen wir im gegenwärtigen Augenblick ein derartiges Unternehmen von einem glücklichen Zufallsfunde abhängig. Das südafrikanische Beispiel ist aber schon gewissermaßen der nächste Schritt, nämlich nicht zu finden, sondern zu *erschließen*, wie es der Bergmann auf geologischer Grundlage weiß und tut, und wie es dem Archäologen ja sogar auf Grund menschlicher Dokumente möglich ist.

Der Vergleich mit der Archäologie ist denn auch der wertvollste Bundesgenosse gegen alle Bedenken derjenigen, die da sogleich vor den hohen,

unumgänglichen Kosten solcher systematischen Forschung zurückschrecken und den rein akademischen Wert paläontologischer Wissenschaft gegenüber dem praktischen der bergbaulichen Tätigkeit ins Feld führen wollten. Gewiß, dieser Gegensatz soll und darf unverwischt bleiben. Aber das Wort „rein-wissenschaftlich“ hat doch wohl gegenüber dem „praktisch-wissenschaftlich“ noch nicht geringeren Klang, und die „Rentabilität“ eines Unternehmens ist wohl in wissenschaftlichen Dingen noch nicht der ausschließlich maßgebende Beweggrund. Wir pflegen ja das Wort „Amerikanismus“ auf derartig materielle Gesichtspunkte anzuwenden. Aber gerade das Amerikanertum darf uns in diesen Dingen noch immer als vorbildlich gelten, denn dort sind mit großen privaten Mitteln zuerst eigens zu *paläontologischen* Ausgrabungszwecken Expeditionen ausgerüstet und ausgesandt worden. Leider hat man es vielleicht dort zuweilen an der vollen wissenschaftlichen Auswertung noch fehlen lassen, aber es ist wenigstens ein Rüstzeug zu stetigem Schaffen in der angegebenen Richtung vorhanden. Wenn sich nun auch bei uns — das sei immer wieder dankbarst anerkannt — für einige ganz besonders hervorragende Fälle Begeisterung und Beteiligung kapitalkräftiger Personen und Korporationen in erfreulichem Maße gezeigt hat, so fällt es doch um so schwerer, beziehungsweise ist noch ganz unmöglich für einfachere, relativ viel billiger auszubeutende Vorkommnisse sei es von privater, sei es von staatlicher Seite Mittel zu erhalten. Für Wirbellose ist überhaupt ein eigentliches Ausgrabungsverfahren noch nicht in Anwendung gekommen. Es ist selbstverständlich auch ganz überflüssig da, wo sehr versteinerungsreiche Schichten oberflächlich anstehen und zur Not auch von einem Einzelnen ausgebeutet werden können, oder wo intensive Abbauten zu anderen, praktischen Zwecken ohnehin im Gange sind. Zu denken wäre aber auch in dieser Beziehung an besonders fossilarme Gesteine (z. B. deutscher Buntsandstein), in denen jeder einzelne Fund wissenschaftlich um so wertvoller ist, und in denen es darauf ankäme, die Stellen der günstigsten Aussichten nach Möglichkeit und jeweiliger Beschaffenheit der Ablagerung (horizontal oder vertikal) ausfindig zu machen, einzelne Nester oder Bänke zur Aufklärung ganzer Komplexe auch wirklich einigermaßen auszuschnüpfen¹⁾.

Ein äußerst dankbares Feld aber wären ferner die Kolonien, die uns ja nun schon manche schöne Überraschung bereitet haben, bei der großen Ausdehnung und bei ihrer geologischen Unbekanntheit aber gewiß noch viel mehr im Schoße bergen. Außerordentlich wichtig wäre z. B. die Kenntnis tertiärer Säugetiere in Afrika. Wir kennen nun

aber tertiäre Landesoberflächen oder können sie doch mit verhältnismäßig geringer Mühe feststellen, auf denen jene Fauna gelebt haben muß. Es würde sich also fernerhin darum handeln, binnenländische Ablagerungen aufzuspüren, in denen dergleichen Funde vermutet oder nach Analogie mit heimischen Zuständen nahezu erwartet werden können. Auf eine derartige, möglicherweise günstige Stelle im südlichen Deutsch-Ostafrika (Kiturika-Berge, Kilwa-Bez.) habe ich an anderem Orte¹⁾ hingewiesen.

Man könnte eine entsprechende Tätigkeit etwa als paläontologische Aufnahme eines Gebietes oder Landes, entsprechend der topographischen, zoologischen, botanischen, geologischen, bezeichnen oder noch richtiger als „paläontologisches Prospektieren“. Soll es aber wirklich systematisch und mit entsprechendem Erfolge geschehen, so gehört dazu ein methodischeres Vorgehen, als es einer Wissenschaft möglich ist, die auf Augenblicksstimmungen und mehr oder weniger populäre, außergewöhnliche Stoffe angewiesen ist.

An Themen zu intensivieren, gleichsam monographischen Studien würde es nicht fehlen. Ist heute eine günstige Lagerstätte bekannt, so sammelt jeder davon auf, was er erreichen und transportieren kann, das *documentum naturae* wird zerrissen und in alle Winde zerstreut. Mühsam, oft ohne den rechten Erfolg, muß dann nachher aus unzähligen Einzelveröffentlichungen die Gesamtheit des vorhanden Gewesenen wieder rekonstruiert werden. Zweifellos richtiger ist es doch, zunächst ein Gesamtinventar aufzunehmen und dann die Erbschaft ferner Zeiten zu verteilen. Die Fauna eines Fundortes in allen ihren zoologischen Merkmalen gilt es festzustellen, die Ausdehnung eines Vorkommens nach Möglichkeit zu ermitteln, die Bedingungen und besonderen Verhältnisse, die zur Ablagerung, zur Anhäufung geführt haben (lange Zeiten, Massensterben, Katastrophen, Sterbeplatz, Anschwemmung usw.) klarzulegen, die Art und Weise der Erhaltung aller verschiedenen Formen eines Fundplatzes miteinander zu vergleichen, Gesetzmäßigkeiten der Überlieferung zu erkennen, nach denen weiteres Forschen sich zu richten hätte. selbstverständlich auch die geologischen, stratigraphischen, paläogeographischen Eigentümlichkeiten zu untersuchen; kurz: *die Paläontologie, die sich im Studierzimmer selbständig gemacht und der Geologie ebenbürtig an die Seite gestellt hat, nun auch im Felde konsequent auf eigene Füße zu stellen, statt sie, wie bisher, mit den Brosamen abzuspeisen, die bei geologischen Aufnahmen und Expeditionen zufällig für sie abfallen.* Daß dabei der innige inhaltliche Zusammenhang zwischen den beiden Schwesterwissenschaften nicht zerrissen zu werden braucht, nicht zerrissen werden darf, daß vielmehr eine dauernde gegenseitige Anregung und Befruchtung die Folge sein würde, bedarf nach dem Gesagten wohl keiner besonderen Betonung.

¹⁾ Die relativ sehr seltenen Muscheln des Sauriergesteins von Tendaguru wären ein vortreffliches Beispiel für den Wert solcher Aufschlüsse. Ohne ihre Kenntnis müßte die Ablagerung völlig mißverstanden werden, ohne die künstlichen Schürfgräben wären sie aber selbst bei genauer Kartierarbeit vermutlich nicht zum Vorschein und zur Kenntnis gekommen. So aber konnte eine reiche Ausbeute erfolgen.

¹⁾ Hennig, Urgon in Deutsch-Ostafrika, Zentralblatt f. Min., 1913.

Das eine Beispiel der Dinosaurierfunde dieser letzten Jahre soll nicht nur beweisen, daß zielbewußte Inangriffnahme besonderer Fundstellen zu ganz wesentlich besseren Resultaten gelangt, als wenn man es der Zeit überläßt, die Schätze des Bodens nach und nach preiszugeben. Dafür haben wir vielmehr gerade in Deutschland schon ältere schlagende Beweise, keinen schöneren als die Ausbeutung der württembergischen Liasschiefer mit ihren köstlichen Ichthyosauren, Plesiosauren usw. oder gar diejenigen der Solnhofener Plattenkalke des oberen Jura, die an sich entschieden fossilarm, dennoch eine Fauna von überwältigender Reichhaltigkeit und Bedeutung zutage gefördert haben. Doch das ergibt sich, daß nur noch der verhältnismäßig kleinere Schritt zu tun ist, um eine in der Luft liegende, d. h. aber von innen heraus notwendig gewordene *Entfaltung der paläontologischen Wissenschaft* nachhaltig zu fördern; daß es nur die Zügel straffer fassen heißt, wenn die im Gange befindliche Bewegung organisatorisch, also auch rationeller und relativ ökonomischer gestaltet wird. Die Art der Organisation, die man sich in mannigfachster Weise denken könnte, ist dabei ohne besondere Bedeutung.

Besprechungen.

Urbain, G., Einführung in die Spektrochemie, übersetzt von Ulfilas Meyer. Dresden und Leipzig, Verlag von Theodor Steinkopf, 1913. 213 S. mit 67 Figuren und 9 Tafeln. Geh. M. 9,—, geb. M. 10,—.

Das vorliegende Buch will den Chemiker in einfacher und übersichtlicher Anordnung mit den wichtigsten Methoden und Ergebnissen spektroskopischer Untersuchungen bekannt machen. In der Tat hat die Spektralanalyse in letzter Zeit immer mehr an Bedeutung, auch für den Chemiker gewonnen und beginnt vielleicht erst jetzt die Hoffnungen, zu erfüllen, die ihre Entdeckung durch *Bunsen* und *Kirchhoff* vor mehr als 50 Jahren weckte und die durch die Fülle und scheinbare Komplikation der später gefundenen verschiedenen Spektren jedes einzelnen Elements zunichte zu werden drohten. Der Entdeckung des Rubidiums und Caesiums, des Indiums, Thalliums und Galliums hat sich in neuerer Zeit die Trennung der seltenen Erden als glänzender Erfolg der Spektralanalyse angereicht, und so wurde ein Gebiet erschlossen, in dessen dunklem Labyrinth das Phosphoreszenzlicht den einzigen Führer und das Spektroskop allein den Wegweiser bildeten. Ferner ist der Zusammenhang der auf spektralem Wege untersuchten Absorption und Fluoreszenz der Körper mit ihrer chemischen Konstitution durch so viele Arbeiten der letzten Jahre betont worden, daß dieser Hinweis genügt. Schließlich scheint die Spektroskopie berufen, uns Einblicke in den Aufbau des Atoms selbst zu verschaffen, da sie uns gelehrt hat, daß es Schwingungen der ans Atom gebundenen Elementarquanten der Elektrizität, der Elektronen, sind, durch die das von leuchtenden Gasen und Dämpfen ausgesandte Licht entsteht.

Aus diesem Grunde muß Urbains „Einführung in die Spektrochemie“ mit Freude begrüßt werden; bringt sie doch die bisher fast ausschließlich in physikalischen Lehrbüchern behandelten Methoden in einer Darstellung, wie sie der Chemiker braucht, und zwar von der Hand eines Gelehrten, der sich durch jahrelange erfolgreiche Arbeit auf diesem Gebiete ausgezeichnet und gezeigt hat,

welchen Nutzen die Chemie aus der Spektralanalyse ziehen kann. Neben den Methoden finden sich hier auch die wichtigsten Erkenntnisse, die die Spektroskopie zutage gefördert hat, wobei allerdings die Resultate französischer Forscher zuungunsten anderer in den Vordergrund gestellt werden. Doch erhebt das Buch natürlich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit und verweist in dieser Beziehung mit Recht auf die physikalischen Handbücher, speziell das sechsbändige Kompendium von *H. Kayser*. Andererseits enthält es auf dem Gebiet der Phosphoreszenz die Beschreibung einer Reihe von Beobachtungsmethoden, die man in physikalischen Lehrbüchern noch nicht findet.

Nach einer Einleitung setzt *Urbain* im 1. Kapitel die Entstehung von Spektren und unsere theoretischen Vorstellungen über das Zustandekommen derselben auseinander; das 2. bis 4. Kapitel enthält die Beschreibung der Methoden zur Untersuchung der Spektren von Flammen, Geißleröhren, vom Lichtbogen und vom Funken und der so gewonnenen Ergebnisse. Das 5. Kapitel handelt von den Lumineszenzvorgängen, speziell der Phosphoreszenz und Fluoreszenz, über die Verfasser hauptsächlich gearbeitet hat, deren Behandlung deshalb auch für den Physiker von großem Interesse ist, obwohl gerade hier deutsche grundlegende Arbeiten, wie die von *Lenard* und seinen Mitarbeitern, nicht gebührend gewürdigt werden. Das 6. Kapitel ist der Absorption gewidmet, ihrer quantitativen Bestimmung sowie ihrem Zusammenhang mit der chemischen Konstitution, und das 7. der Einordnung der Spektren in Serien. Die Darstellung dieses — freilich dem Chemiker zunächst etwas ferner liegenden Gebietes — scheint dem Ref. nicht so gelungen, wie die anderen Kapitel, besonders, weil die wichtigsten Tatsachen — die außerordentlich exakte Gültigkeit der Seriengesetze — im Vergleiche zu den weniger genau bekannten anderen Gesetzmäßigkeiten (wie Zusammenhang mit dem Atomgewicht usw.) nicht ausreichend betont werden.

Hervorzuheben sind noch die zahlreichen, einfachen und anschaulichen Figuren sowie die schönen photographischen Tafeln, deren vorzügliche Reproduktion dem Verlage zur Ehre gereicht. Daß sich die Übersetzung wie ein deutsches Originalwerk liest, ist der Sorgfalt des Herrn Dr. *U. Meyer* zu danken.

R. Ladenburg, Breslau.

Hempel, Walter, Gasanalytische Methoden. Vierte, neu bearbeitete Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1913. XIII, 427 S. Preis geh. M. 11,—, geb. M. 12,—.

Seit seinem ersten Erscheinen im Jahre 1889 nimmt *Hempels* Gasanalyse eine autoritative Stellung in der analytischen Literatur ein. Es ist eines von den wenigen, einem praktischen Zwecke dienenden Lehrbüchern, die ganz auf eigener Erfahrung aufgebaut sind, und denen man sich mit dem Gefühl voller Sicherheit anvertrauen kann. Seit dem Erscheinen der dritten Auflage sind nun 14 Jahre vergangen, ein Zeitraum, der im Hinblick auf die große praktische Bedeutung des Gegenstandes und die vielen Neuerungen auf diesem Gebiete eigentlich zu ausgedehnt erscheint. Mit um so größerer Freude wird man es begrüßen, daß der Verfasser und die Verlagsbuchhandlung sich endlich entschlossen haben, das Werk neu herauszugeben. Vergleicht man die neue vierte mit der vorhergehenden Auflage, so ergibt sich eine sehr wesentliche Bereicherung des behandelten Stoffes. Während früher im wesentlichen nur *Hempels* eigene Methoden berücksichtigt wurden, die allerdings auch heute den Grundstock für die ganze Disziplin bilden, finden wir nunmehr auch eine ganze Reihe anderer Verfahren behandelt, und zwar neben denen, die

sich, wie etwa die Arbeit mit der *Burette von Bunte* oder dem *Orsat'schen Apparat* schon längst eingebürgert haben, auch solche, die aus neuerer Zeit stammen. Wie kein anderer war *Hempel* auf Grund seiner großen und vielseitigen Erfahrungen dazu berufen, hier Kritik zu üben und die zweckmäßige Auswahl zu treffen. So ist die Verwendbarkeit des Buches als Ratgeber sowohl bei wissenschaftlichen Arbeiten mit Gasen als auch für den technischen Betrieb gegen früher noch wesentlich gesteigert worden. In allen Abschnitten finden sich eine große Anzahl wichtiger Zusätze. Der Abschnitt über die Absorptionsapparate wird durch Beschreibung neuer Formen vervollständigt, die Verbrennung der Gase ist ausführlicher behandelt. Ferner ist ein Kapitel über die Trennung von Gasgemischen durch Verflüssigung eingefügt. Bei den speziellen Bestimmungsmethoden finden sich zahlreiche neue Absorptionsmittel für Sauerstoff, Ozon, Stickstoff, Kohlenoxyd. Auch die *Anwendungen* der Gasanalyse sind nicht unwesentlich erweitert worden. So wurde bei der Leuchtgasanalyse die Bestimmung der aromatischen Kohlenwasserstoffe ausführlicher behandelt und die Analyse der atmosphärischen Luft auf die Bestimmung der schwefligen Säure und der Flußsäure und auf die Untersuchung von Grubenwettern ausgedehnt.

Die knappe und klare Darstellung, die alles Überflüssige vermeidet, bewirkt, daß auch kompliziertere Methoden und Apparaturen leicht verständlich werden. Dieses Streben nach Einfachheit kommt dem Benutzer wesentlich zugute, ebenso wie die zahlreichen, gut ausgeführten Abbildungen. *R. J. Meyer, Berlin.*

Thiele, R., Originalkopien von Pflanzenteilen (mit 6 Abbildungen nach Originalselbstdruck des Verf.): „Die Gartenwelt“, illustr. Wochenschrift für den gesamten Gartenbau. Jahrg. XVII, 1913, Nr. 14. Verlag P. Parey, Berlin.

In der Botanik braucht man bekanntlich bei besonderen Studien zum Vergleiche von Pflanzen und Pflanzenteilen oftmals möglichst naturgetreue Abbildungen. Aber weder Photographie und Zeichnung konnten bisher im allgemeinen die Einzelheiten mit all ihren Feinheiten so deutlich wiedergeben, daß man nach dem Bilde auch die Art wiedererkennen, geschweige denn auch immer wieder näher bestimmen konnte. Verf. suchte nun auf die verschiedenste Art und Weise zu gutem, stets brauchbarem Anschauungsmateriale zu gelangen, aber nach allen bisher bekannten Arten der Darstellung von Pflanzenteilen, über die in der Literatur genauere Angaben sich finden, können keine genauen Spiegelbilder von Pflanzenteilen, insbesondere von Blättern, erhalten werden.

So alt wie die botanische Wissenschaft selbst ist nun auch das Bestreben, möglichst naturgetreue Nachbildungen zu schaffen. Aber erst in neuester Zeit war es gelungen, auf eine, wenn auch noch ziemlich umständliche und etwas kostspielige Art wirklich gute Drucke zu erhalten. Um so dankbarer ist es zu begrüßen, daß es dem Verf. gelungen ist, auf eine einfache und zugleich billige Weise sehr genaue Kopien von Pflanzenteilen zu erhalten, über welche er (unter Beigabe einiger interessanter Abbildungen) im vorliegenden Artikel Näheres berichtet. Er betont zunächst in seinen Ausführungen, daß die in früherer Zeit noch recht umständlich hergestellten Kopien in Holzschnitt und späterhin mit Hilfe von Kupfer- und Bleiplatten sowohl durch die Schwierigkeit ihrer Herstellung, wie vor allem auch durch die damit verbundenen großen Kosten, wenig Anklang fanden. *Thiele* weist sodann auf die Mitteilungen von *Auer* über Naturselbstdruck hin: Dieser war in Wien von *Auer* und *Worring* zur graphischen Wiedergabe von Pflanzen,

Fossilien, Häuten, Flügeln, Mineralien, Hölzern, Spitzen usw. verwandt worden und hatte damals überraschend gute Resultate ergeben. Näheres über das Verfahren mag ev. im Originalartikel selbst eingesehen werden. Hier soll nur hervorgehoben sein, daß auch diese an sich wertvolle Methode — sich nicht eingebürgert hat, und zwar in erster Linie wohl ebenfalls wegen der noch sehr umständlichen Herstellung der Drucke und vor allem auch wegen der Kostspieligkeit des ganzen Verfahrens.

Heute leistet uns nun zwar die Photographie recht große Dienste bei der Anfertigung von Abbildungen, doch hat sie keineswegs die Zeichnung völlig verdrängen können, wenn man größere Feinheit, wie z. B. den Nervenverlauf der Blätter u. a. genauer wiedergeben will.

Um diese zu erhalten, ist *Thiele* in folgender Weise vorgegangen: *Die Blätter wurden an Stelle eines photographischen Negativs auf eine Glasplatte in einen Kopierrahmen gelegt und wie beim photographischen Positivverfahren ein Blatt Kopierpapier darüber gedeckt.* Der auf diese Weise beschickte und befestigte Rahmen wurde dem Licht, bzw. der Sonne so lange ausgesetzt, bis das Papier einen *Bronzeton* aufwies. Dann wurde die Kopie in ein Salzwasserbad gelegt und getönt. Die Blätter wurden dadurch bis in die feinsten Einzelheiten ausgezeichnet und sind dem natürlichen Blatte so vollkommen gleich, daß sie jederzeit zur Bestimmung benutzt werden können. Dies lassen die von *Thiele* beigegebenen Abbildungen auch recht deutlich erkennen. So ist durch die eine Abbildung ein Teil eines Mohnblattes (*Papaver somniferum*), durch eine andere das Blatt einer *Gossypium*-Art, einer Baumwolle liefernden Pflanzenart, ferner das Blatt einer *Maranta*-Art (Stärkemehl-, „Arrow-root“-liefernden Pflanze) sehr gut wiedergegeben. Selbst der Abdruck eines *Lycopodium*zweiges (einer Bärlapppflanze) ist gut gelungen. Die Abbildung eines *Epheublatte*s beweist, daß bei genügender Belichtung auch solche dicker gearteten Blätter deutlich wiedergegeben werden können.

Weiterhin haben vor allem auch Versuche mit Blättern sehr erfreuliche Ergebnisse geliefert, welche von *Pilzen* infiziert und mehr oder weniger stark befallen sind. Sogar die infizierten Stellen, die am Blatte selbst kaum erkennbar waren, sind auf der Kopie deutlich zu erkennen und zeigen auf der Kopie einen helleren Farbenton. Die Wiedergabe von gesunden und mit „Rost“ bzw. „Meltau“ befallenen Getreideblättern beweisen dies: überall sind die kranken Stellen deutlich zu erkennen.

Nach *Thieles* Verfahren lassen sich also auf eine ziemlich einfache und wenig kostspielige Weise sehr naturgetreue Abdrucke von Pflanzenteilen, insbesondere von Blättern, gewinnen und besonders für die Wissenschaft kann unter Umständen recht wertvolles Vergleichsmaterial erhalten werden, zumal sich mit dem Verfahren in vielen Fällen die Sendung ganzer Pflanzen ersparen läßt. Besonders wichtig ist hierbei, daß es sich gleich bleibt, ob man zur Gewinnung von Abdrucken frische oder aus Herbarien stammende Blätter verwendet. Ferner ist es ziemlich gleichgültig, ob das Chlorophyll der Blätter noch vorhanden ist oder nicht bzw. ob man dasselbe vorher zerstört oder nicht. Frische, grüne Blätter geben nach *Thiele* im Gegenteil sogar schärfere Bilder, als die vom Chlorophyll-Farbstoff befreiten Blätter. So ist es nach *Thiele* möglich geworden, auch auf Reisen die Form und Struktur der Blätter in wenigen Minuten in genauem Abdruck festzuhalten, und sich zuweilen das sonst notwendige, umständliche Pressen und Aufbewahren der Pflanzen zu ersparen. Da das Papier ferner auch die Farben gut annimmt, so können die Abdrucke auch noch ganz bequem koloriert werden. Die Versuche, auch Blütenteile auf die geschilderte Weise

zu kopieren, lassen in ihren Ergebnissen noch sehr zu wünschen übrig. Die vorhandenen Schwierigkeiten hofft jedoch der Verf. mit der Zeit noch zu überwinden.

B. Heinze, Halle a. d. S.

Haas, P., und G. Hill, An introduction to the chemistry of plant products. London, Longmans, Green & Co. 1913.

Das für Studenten bestimmte Werk kann auf Originalität keinen Anspruch erheben, darf aber als eine verwendbare Zusammenstellung von Tatsachen gelten, die über gewisse chemische Grundstoffe des Pflanzenleibes erforscht worden sind. Wir haben eine deutsche „Biochemie der Pflanzen“ von *Czapek*, die den höheren Forderungen, die man an ein solches Werk stellen muß, mehr gerecht wird, und aus dem das englische reichlich geschöpft hat.

Gefordert muß werden: ein zeitlich vollständiges Tatsachenmaterial, so verarbeitet, daß daraus noch zu lösende Probleme klar werden oder der Denkende sie daraus erkennt. Man sage nicht, daß in einem für Lernende bestimmten Buche nur Untersuchungsergebnisse als angeblich invariable Konstanten Platz haben dürfen. Dies würde ebenso verkehrt sein, wie die vom Katheder herab leider sehr oft noch immer beliebte Methode, in der Biologie überwiegend systematisierte Einzelbeobachtungen vorzutragen. Für rein deskriptive Fächer, die ein Nachdenken nicht herausfordern, wie z. B. für die Knochenkunde, mag dies Geltung haben, aber nicht für die Lehren vom Leben. Man biete in biologischen Werken und Vorlesungen dem jungen Gehirn auch die Möglichkeit, seine deduktiven oder induktiven Fähigkeiten zu entwickeln, Forschungsergebnisse nach seiner Art zu deuten oder miteinander zu verknüpfen, und neue Gedankenfolgen für späteres Tun zu konzipieren.

Der biologische Chemismus der Pflanzen ist ganz besonders hierfür geeignet, weil hier ein ungelöstes Problem neben dem anderen steht. Schon allein die Fragen, die sich an die pflanzliche Produktion stickstofffreier und stickstoffhaltiger Gifte, die mit höchsten toxischen Energien versehen sind, knüpfen, geben dem ganzen Wissenszweig — auch wegen der großen Bedeutung dieser Stoffe in der Heilkunde — eine über alle anderen Lebensfolgen hervorragende Signatur. Die Produktion solcher Stoffe ist eingeborene Eigenschaft der betreffenden Pflanzen. Und doch zeigt sich hier, wie auch sonst in biologischen Äußerungen belebter Wesen die *Inkonstanz der Vorgänge des individuellen Lebens an sich, und besonders unter wechselnden äußerlichen Daseinsbedingungen*. Auf solchen Grundlagen können solche hochgiftigen und sehr heilsamen Stoffe an Menge zu- oder abnehmen oder gar auch verschwinden. Gibt es doch z. B. lebende vollkräftige Digitalispflanzen, die als kultivierte kaum noch von der charakteristischen heilenden oder vergiftenden Wirkung dieser Pflanzen etwas zeigen. Von derartigen unerforschten und doch so erforschenswerten Vergängen gibt es reichlich im Pflanzenreich. Und solche und viele, viele andere theoretisch und praktisch wichtige Probleme sollten schon in einem Lehrbuch wie dem vorliegenden selbst auch nur andeutungsweise Platz finden.

L. Lewin, Berlin.

Oppenheimer, Carl, Die Fermente und ihre Wirkungen.

4. völlig umgearbeitete Auflage. Band I. Leipzig, F. C. V. Vogel, 1913. VIII, 485 S. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 21.50.

Obgleich die vorletzte Auflage dieses allbekannten Werkes, die vor etwa drei Jahren erschien, schon eine ganz bedeutende Vergrößerung des Umfanges gegen die früheren aufwies, zeigt die vierte Auflage wieder eine

so starke Zunahme, daß bereits die erste Hälfte des speziellen Teiles, die nun vorliegt, an Umfang dem ganzen speziellen Teil der 3. Auflage gleichkommt. Bei der ungemein regen Tätigkeit auf dem Gebiet der Fermentwirkungen kann das kaum überraschen. In allen Vorgängen des Lebens, die wir als physiologisch-chemische zusammenfassen, spielen die Fermentwirkungen die hauptsächlichste Rolle: fast die gesamten biochemischen Prozesse ließen sich in ihren Grundlagen auf Fermentwirkung zurückführen. So ist die chemisch-physiologische Forschung innig mit dem Studium der Fermente verbunden, wie auch viele Probleme der Pathologie als eine Störung des normalen Ablaufs fermentativer Vorgänge im Organismus erkannt wurden.

Das messende Verfolgen der Fermentwirkungen gibt uns ferner die Möglichkeit, eine exakte quantitative Einsicht in den chemischen Verlauf zu gewinnen, so daß auch die physikalisch-chemische Behandlung biologischer Prozesse an die genaue Kenntnis der Fermentvorgänge geknüpft ist.

Die große Bedeutung der Fermente für die verschiedensten Gebiete der Technik gab ferner Veranlassung, auch von technischen Gesichtspunkten aus das Studium der Fermente vorzunehmen. Die Fülle der neu erforschten Tatsachen wird also aus der Mannigfaltigkeit und Wichtigkeit der entsprechenden Fragestellungen erklärlich.

Aber nicht nur um wertvolle Detailarbeit handelt es sich. Neue Grundlagen für weitere Forschung sind in den letzten Jahren auf diesem Gebiete geschaffen worden. Die Wichtigkeit der Reaktion des Mediums für den Ablauf des Fermentvorganges ist durch die jüngsten Arbeiten von *Sörnsen* und von *Michaelis* festgestellt worden, und die neuen Methoden, die Reaktion zu bestimmen, ermöglichen erst eine genaue Analyse einer Reihe typischer Fermentwirkungen. Es wird die Aufgabe der Zukunft sein, diese neuen Anschauungen auf möglichst viele Fermente auszudehnen. In den in den letzten Jahren synthetisch dargestellten Peptiden haben wir chemisch gut charakterisierte Substrate für peptolytische Fermente gewonnen; sie gestatten eine Scheidung der tryptischen Fermente in „Proteasen“ und „Peptasen“. Überhaupt ist mit der genaueren Kenntnis der einzelnen Fermente eine noch strengere Spezifität in der Fermentwirkung aufgedeckt worden. Es sei in dieser Hinsicht nur auf die komplexe Natur des Emulsins hingewiesen.

Der ursprünglichen Aufgabe des Oppenheimerschen Werkes, alle in der Literatur niedergelegten, die einzelnen Fermente betreffenden Angaben systematisch geordnet zu verzeichnen, ist Verfasser auch in dieser Neuauflage treu geblieben, und er hat sie trotz der enormen Schwierigkeiten, die die Bewältigung eines so gewaltigen Materials mit sich bringt, glänzend gelöst. An Vollständigkeit und Zuverlässigkeit kann sich wohl kein Werk über Fermente mit diesem messen. Nach Erscheinen der noch fehlenden Teile werden wir darauf zurückkommen.

P. Rona, Berlin.

Kleine Mitteilungen.

Der Asphaltsee auf der Insel Trinidad und die Verwertung des Trinidadasphaltes. In einer ausführlichen Abhandlung in der *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1913, S. 233—39, berichtet Dr. Ed. Graefe auf Grund eigener Anschauung über diese wunderbare Schöpfung der Natur, die auf der Insel Trinidad einen 40 ha großen See von bisher unergründeter Tiefe hat erstehen lassen, der jedoch an Stelle von Wasser mit einer zähen Asphaltmasse gefüllt ist. Die in englischem Besitze befindliche

Insel ist die südlichste der sog. kleinen Antillen, sie ist etwa 4550 qkm groß und im Gegensatz zu den benachbarten Inseln nur teilweise gebirgig, während der in der Mitte gelegene Teil sich nur wenig über den Meeresspiegel erhebt und zumeist sumpfig ist. Das Vorkommen von Asphalt auf dieser Insel ist schon lange bekannt, und bereits Columbus, der 1496 die Insel entdeckte, benutzte ihn, um seine Schiffe zu kalfatern. Der Asphaltsee liegt nur 1 km von der Küste entfernt auf dem Gipfel eines etwa 50 m hohen Hügels. Die etwa 40 ha große Oberfläche des Sees, der von mehreren kleinen Wasseradern durchschnitten wird, ist so hart, daß sie ohne Gefahr beschritten werden kann, und sie schallt unter dem Fußtritt wie eine Asphaltstraße. Trotzdem ist der See *ständig in Bewegung* und beim Graben im See entstandene Löcher füllen sich in kurzer Zeit wieder nach. In früheren Zeiten ist der See nach dem Meere zu übergeflossen und hat Ströme von Asphalt nach dem Strande zu ergossen. Über die Tiefe des Sees bestehen nur Vermutungen, jedenfalls ist sie sehr bedeutend, denn bei Bohrungen bis zu 60 m wurde noch kein Grund gefunden.

Der See wird seit 40—50 Jahren systematisch ausgebeutet, wodurch sich sein Spiegel um etwa 2 m gesenkt hat. Da der See in der Mitte mindestens 60 m tief ist, läßt sich aus dieser geringen Abnahme im Verlauf von 50 Jahren ermesen, wie lange das Material noch vorhalten wird. Bei der Gewinnung wird der Asphalt von Hand losgehackt, wobei große, unregelmäßig geformte und mit Gasblasen durchsetzte Stücke abspringen. Diese Stücke werden von Arbeitern auf dem Kopfe zu Feldbahnwagen getragen, die dann nach Abnahme des Untergestells mit Hilfe einer Drahtseilbahn bis an das Ende eines langen Piers befördert werden, wo die Transportschiffe liegen. An der Entladestation werden die Wagen gekippt, so daß der Asphalt direkt in das Schiff fällt. Pro Tag können über 1000 t gefördert und verladen werden, die jetzige Ausbeute beträgt etwa 200 000 t jährlich, bei der regen Nachfrage ist jedoch für nächstes Jahr mit einer Produktion von 250—300 000 t zu rechnen.

Der frisch gebrochene Rohasphalt enthält etwa 40 % reines Bitumen, 30 % Wasser und 30 % mineralische Bestandteile; die Zusammensetzung des Asphalts ist an allen Teilen des Sees die gleiche. Durch Extraktion erhält man daraus das reine Bitumen als eine glänzende schwarze Masse mit etwa 82 % Kohlenstoff, 10,5 % Wasserstoff, 6 % Schwefel und 1 % Stickstoff. Durch die Entdeckung des *Trinidad-Erdöles*, das eine schwefelreiche, sehr zähflüssige Masse von schwarzbrauner Farbe darstellt, ist etwas mehr Licht auf die Frage nach dem Ursprung des Asphalts und die Bildung des Sees geworfen worden. Das Erdöl wird in der üblichen Art durch Bohrung gewonnen, manchmal ganz in der Nähe des Meeres, und meist wird durch den hohen Gasdruck das Material herausgeschleudert. Es sind bereits mehrere Dutzend großer Tanks aufgestellt worden, von denen jeder etwa 55 000 Faß aufnehmen kann. Ein Teil des Materials wird auch bereits an Ort und Stelle in einer Destillationsanlage raffiniert, in der täglich gegen 5000 Barrels Öl durchgesetzt werden können. In kontinuierlich arbeitenden Destillierblasen werden die leichtsiedenden Anteile des Öles abgetrieben. Die abströmenden heißen Rückstände dienen zum Vorwärmen des kalten Rohöles. Dieses Erdöl ist offenbar die *Muttersubstanz* des Trinidasphalts, und man kann annehmen, daß das Öl mit feinen Mineralstoffen vermischt wurde und im Laufe der Jahre erhärtet ist. Dabei scheinen Gase entwichen zu sein (namentlich Schwefelwasserstoff), woraus sich die in dem Asphalt vorhandenen Gasblasen erklären. Dies ist jedoch nur eine Theorie.

für deren Richtigkeit allerdings manche Momente sprechen.

Der Asphaltsee ist für die Insel eine wertvolle Einnahmequelle, das Gewinnungsrecht des Seesphalts ist von der englischen Regierung bis zum Jahre 1930 an die *New Trinidad Lake Asphalt Co.* verpachtet, die jährlich 280 000 Mark Pacht und ferner für jede Tonne Rohasphalt einen Ausfuhrzoll von 5 sh, für jede Tonne raffinierten Asphalt einen solchen von 7,5 sh bezahlt. Nur ein geringer Teil des Asphalts wird raffiniert, d. h. durch indirekten Dampf zum Schmelzen erhitzt und das Wasser so ausgetrieben. Das geschmolzene Material wird in Fässer gefüllt und so versandt. Der roh versandte Asphalt wird erst in den Bestimmungsländern in gleicher Weise raffiniert. Die Hauptmenge geht nach den Vereinigten Staaten, wo der Bau von Walzasphaltstraßen zu höchster Vollendung gediehen ist. Die Verwendung des Trinidasphalts zum Straßenbau an sich ist schon alt, und solche Straßen finden sich selbst in Trinidad mitten im Urwald.

Der Asphalt wird in drei Formen zum Straßenbau verwendet: als Gußasphalt, Stampfasphalt und Walzasphalt. Bei der ersten Art wird der Asphalt durch Zusatz von hochsiedenden Mineralölrückständen erweicht und dann mit Kalksteinstaub, Sand oder Kies gemengt. Der dickflüssige Brei wird heiß auf die Straße aufgestrichen, wo er rasch erstarrt. Bei dem Stampfasphalt spielt der Trinidasphalt nur die Rolle eines Hilfsmaterials, denn der Stampfasphalt besteht ja aus einem natürlichen bituminösen Kalkstein, der auch in Deutschland (Hannover) vorkommt. Diese Steine sind aber meist zu arm an Bitumen und werden daher durch Zusatz von Trinidasphalt angereichert. Das pulverförmige Material wird heiß auf die Straße gebracht, durch Stampfen komprimiert und dann erkalten gelassen. Diese Art der Asphaltierung ist in Deutschland am meisten verbreitet. Der größte Teil des Trinidasphalts wird jedoch zur Herstellung von Walzasphalt verwendet, wobei das mit Bitumen gemischte Steinmaterial nicht in flüssiger Form gegossen, auch nicht in pulverisierter Form gestampft, sondern durch Dampfwalzen komprimiert wird. Er ist in Europa nur wenig bekannt, in Amerika dagegen fast die einzig ausgeführte Form des Asphaltstraßenbaues. 1876 wurde in Washington auf Veranlassung des Belgiers *de Smedt* die erste Straße mit Walzasphalt belegt, und diese Straße ist auch heute noch in Betrieb; die Unterhaltungskosten haben im Verlaufe von 31 Jahren pro Jahr und Quadratmeter durchschnittlich nur 1,6 Pf. betragen, woraus die Güte dieser Konstruktion deutlich hervorgeht. Auch hier unterscheidet man verschiedene Arbeitsmethoden, die näher beschrieben und durch Abbildungen erläutert werden.

S.

Mikroorganismen im Salzbergwerk. In den bisher noch nicht erforschten unterirdischen Salzwässern des alten Salzbergwerkes von Wieliczka herrscht nach den jüngst veröffentlichten Untersuchungen von *Boleslaw Namyslowski* trotz des hohen Kochsalzgehaltes und völliger Dunkelheit ein reges Leben. Bei einem kleinen Salzteich fand sich das mit Chlornatrium völlig gesättigte Wasser gänzlich, bei einem andern stellenweise mit einem Bakterienbelag bedeckt, der auch zahlreiche, bisher nicht bekannt gewesene Flagellaten-Arten, ferner Amöben und auch eine Pilzart (*Oospora salina* n. sp.) enthielt. Diese Organismen bilden eine eigenartige Organismenwelt, die sich durch große Widerstandsfähigkeit gegen hohen osmotischen Druck (gegen 213 Atmosphären) auszeichnet. Sie entwickeln sich auch in Leitungswasser, das mit Kochsalz gesättigt ist. Rasche Zugabe einer größeren Menge von gewöhnlichem Wasser

zu den Kulturen bewirkt infolge der plötzlichen Abnahme des äußeren osmotischen Druckes meist eine Zerstörung der Flagellaten und Amöben. Besser wird die allmähliche Verminderung dieses Druckes ertragen. Es findet bei langsamem Zusatz von Süßwasser offenbar eine automatische Regulierung des osmotischen Druckes im Innern der Mikroorganismen statt. Manche Flagellaten konnte *Namyslowski* aus gesättigten Kochsalzkulturen stufenweise in Kulturen überführen, die nur 9 % NaCl enthielten, ohne daß die Organismen geschädigt wurden. Manche Arten von Flagellaten ertrugen auch eine sofortige Verminderung des osmotischen Druckes um 50 %, ohne sichtlichen Schaden zu nehmen. Die Flagellaten der Salzwässer von Wieliczka gehören sämtlich in die Reihe der Protomastigineae; bei allen fehlt die Membran, und infolge der beständigen Dunkelheit und der starken Konzentration der Sole sind auch weder Chromatophoren noch Vakuolen vorhanden. *Namyslowski* beschreibt 8 neue Arten der Gattung *Amphimonas* Dujardin, sowie drei neue Gattungen mit je 1, 2 und 4 Arten. Die vom Verfasser beschriebene Amöbe ist wahrscheinlich mit einer in den Salinen von Cagliari beobachteten (*Amoeba salina*) identisch. Die Prüfung der Bakterien, die sich gleich den Flagellaten vor allen andern Verwandten durch ihre Fähigkeit, in konzentrierten Salzlösungen zu wachsen, unterscheiden, ergab das Vorhandensein von vier stäbchenförmigen Arten, deren eine (*Bacterium vesiculorum*) gleich der von *Molisch* aus dem Triester Meerbusen beschriebenen Schwefelbakterie *Bacterium Bovista* in bläschenförmigen Kolonien auftritt, d. h. Hohlkugeln bildet, deren Wand aus einer Bakterienzoogloea besteht. Trotz der zahlreichen Analysen der Luft, des Wassers, des Erdbodens usw. waren diese Bakterien der gesättigten Salzwässer bisher unbekannt geblieben. (*Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie, Sér. B.*, Mars 1913, p. 88.) *F. M.*

Im Berliner Zoologischen Garten ist es durch eigenen, von dem Betriebsinspektor des Gartens *K. Wache* ausgeführten Import gelungen, eine vielköpfige, sehr interessante Sammlung kaukasischer Tiere und Vögel zusammenzubringen, von denen ein Paar seltene **Bezoarziegen** aus dem südlichen Kaukasus die wichtigsten sind, weil die Bezoarziege als wilde Stammform unserer Hausziege ein um so interessanteres Tier ist, als man sie nur ganz ausnahmsweise in Zoologischen Gärten antrifft. Die beiden Ankömmlinge, die am neuen Gernsberg untergebracht sind, sind zweijährige Tiere, von denen der Bock ein wertvolles Geschenk des Herrn *A. K. Agamaloff*, eines reichen Armeniers in Eriwan, ist.

Nach *Sutherland* wird der **Erdmagnetismus** durch die Drehung der Erde verursacht, indem diese als Trägerin von zwei entgegengesetzten und gleichen elektrischen Ladungen gedacht wird. Die Ladungen sollen hierbei in zwei konzentrischen Kugeln enthalten sein, deren Radien sich um einen Betrag von der Größenordnung eines Moleküllradius unterscheiden. Nach dieser Hypothese kann aber nur ein *gleichförmiges magnetisches Feld* entstehen. *L. A. Bauer* hat aber nachgewiesen, daß das magnetische Moment der Erde im Gebiet des Äquators ein Maximum besitzt und nach den Polen zu abnimmt. Aus den magnetischen Karten von *Sabine* für 1840 bis 1845, aus denen von *Creak* für 1880 und denen von *Neumayer* für 1885 berechnet er den Mittelwert der magnetischen Intensität am Äquator in absoluten Einheiten zu 0,082. Den gleichen Wert bestimmt er auch für die Parallelkreise der nördlichen und südlichen Erdhälfte und stellt seine fortgesetzte Verringerung mit der Ent-

fernung vom Äquator fest. Für die 60°-Breitenkreise beträgt er 0,070 und zeigt also eine Abnahme um 17 Prozent. Um dieser Tatsache gerecht zu werden, nimmt *Bauer* anstatt der sphärischen eine sphäroidale Verteilung der zwei entgegengesetzten elektrischen Ladungen an, und es gelingt ihm unter dieser Voraussetzung, die mittlere Verteilung des Magnetismus auf den Parallelkreisen den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend mathematisch darzustellen. Dieser Voraussetzung liegt die Annahme zugrunde, daß die Zentrifugalkraft der Erde die Verteilung der elektrischen Ladungen beeinflussen könne. Nun liegt allerdings kein experimenteller Beweis vor, daß mechanische Kräfte, wie die Zentrifugalkraft, auf Elektronen Einfluß ausüben vermögen. Es ist aber möglich, daß nur mit einem Körper von der Größe und der Winkelgeschwindigkeit der Erde merkliche Wirkungen in dieser Hinsicht erzielt werden können. Um in der angegebenen Weise die Verteilung des Erdmagnetismus erklären zu können, findet *Bauer* bei Annahme eines mittleren Atomgewichts der Erdschubstanz zu 50, daß die negative Ladung sich um einen Betrag von der Größenordnung 10^{-10} cm weiter von dem Erdmittelpunkte unter Einfluß der Zentrifugalkraft erstrecken muß, als die positive Ladung der Erde. (*J. Washington Acad. Sciences* 3, 1, 1913.) *Mk.*

Sichelschatten. Eine Erscheinung, die ungeachtet ihrer Häufigkeit kaum einigermaßen bekannt zu sein scheint, ist das Phänomen, das man als „Sichelschatten“ bezeichnen könnte. Es ist in seinem konträren Analogon ziemlich bekannt: man weiß, daß bei partiellen Sonnenfinsternissen das sich durch eine kleine Öffnung projizierende Sonnenbildchen sich gemäß der eben zu treffenden Phase der *Sonnensichel* abbildet. Wenig bekannt ist die wohl zum ersten Male von *Dr. M. Seddig* in den *Astr. Nachr.* 4585, pag. 10, beschriebene Erscheinung. Auch beim Monde, der zu gewissen Zeiten ja auch die Bedingung einer sichelförmigen, weit entfernten Lichtquelle erfüllt, läßt sich beobachten, daß eine kleine Kugel, in genügendem Abstände von einer Projektionsebene gehalten, einen der Mondphase entsprechenden und nicht einen kreisförmigen Schatten wirft. Die Erscheinung müßte oft zu beobachten sein, und ihre Nichtbeachtung mag sich daraus erklären, daß die Dunkelheit des Himmels zu einer Zeit, wo die schmale Mondsichel noch einigermaßen hoch über dem Horizonte steht, noch nicht ausreicht, um den schwachen, vom Mondlichte geworfenen Schatten hervortreten zu lassen. Es gibt aber einen Idealfall für die Günstigkeit der Beobachtungsbedingungen: Zur Zeit einer partiellen oder auch totalen Mondfinsternis sind alle Umstände, welche die Beobachtbarkeit des Phänomens begünstigen können, vereinigt. Und in der Tat war zur Zeit der Mondfinsternis vom 16. November 1910 die Erscheinung ganz vorzüglich beobachtbar. *M. V.*

Das **Magnesiummetall**, welches bisher auf elektrolytischem Wege gewonnen wurde, schlägt *C. Matignon* vor, nach dem Goldschmidtschen Verfahren durch **Reduktion mittels Aluminium** herzustellen. Er mischt gereinigtes Aluminiumpulver mit Magnesiumoxyd nach der Formel $MgO + \frac{1}{2}Al_2$ und erhitzt das Gemisch in einem evakuierten, von einer Porzellanhülle umgebenen Stahlrohr. Bei 1200° bilden sich dann am kalten Ende des Stahlrohres prächtige Magnesiumkristalle. Da die elektrolytische Herstellung des Aluminiums bedeutend leichter ist als die des Magnesiums, so erscheint dieses Verfahren zweckmäßig. (*C. R.* 156, 1157, 1913.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 31.

1. August 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die giftigen Tiere und ihre Bekämpfung. Von
Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hermann Küttner,
Breslau. S. 729.

Unsere gegenwärtigen Anschauungen über die
Natur des Erregungsvorganges im Nerven.
Von *Dr. Fritz Verzár, Budapest.* S. 737.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen
Reichsanstalt im Jahre 1912. Von *Prof. Dr.*
Karl Scheel, Charlottenburg. S. 740.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die Erforschung des Erdinnern mit elek-
trischen Wellen: Von *Dr. H. Löwy, Zürich.*
S. 745.

Besprechungen: S. 745.

Astronomische Mitteilungen. S. 749.

Kleine Mitteilungen. S. 750.

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE
HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Soeben erschien: Teil III. Abteilung IV. Band 2.

ZELLEN- UND GEWEBELEHRE • MORPHOLOGIE UND ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

Unter Redaktion von † E. Strasburger und O. Hertwig.

1. Botanischer Teil.

Unter Redaktion von † E. Strasburger.

Bearbeitet von † E. Strasburger und W.
Benecke.

Mit 135 Abbild. [VIII u. 338 S.] Lex. 8. 1913.

Geh. M. 10.—. In Leinwand geb. M. 12.—.
In Halbfranz geb. M. 14.—.

2. Zoologischer Teil.

Unter Redaktion von O. Hertwig.

Bearb. von R. Hertwig, H. Poll, O. Hertwig,
K. Heider, F. Keibel, E. Gaupp. Mit
413 Abbildung. [VIII u. 538 S.] Lex. 8. 1913.

Geh. M. 15.—. In Leinwand geb. M. 17.—.
In Halbfranz geb. M. 19.—.

Inhalt: I. **Botanik:** Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre: † E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benecke. — II. **Zoologie:** Die einzelligen Organismen: R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen: H. Heider. — Die Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: F. Keibel. — Morphologie der Wirbeltiere: E. Gaupp.

Ausführlicher Prospekt umsonst und postfrei vom

VERLAG B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite III.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

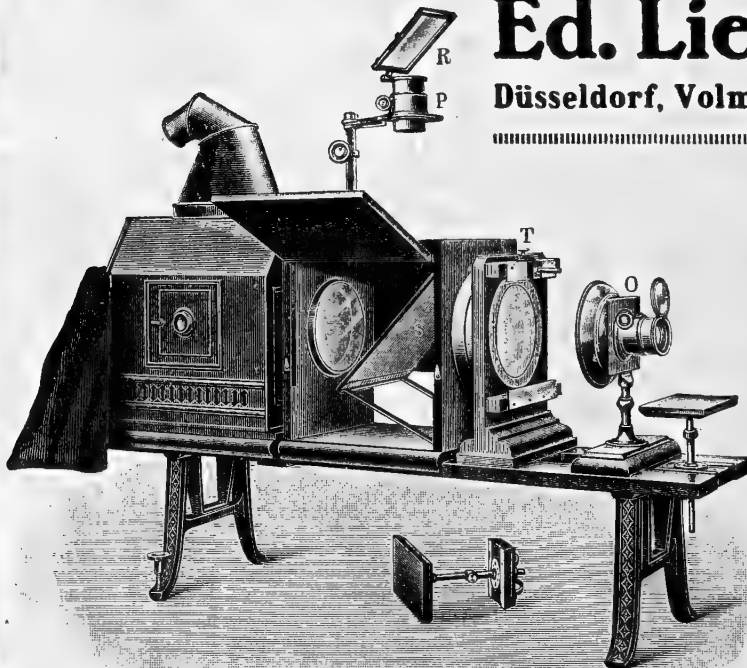
PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die giftigen Tiere und ihre Bekämpfung¹⁾.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hermann Küttner,
Breslau,

Von jeher haben die giftigen Tiere und die zum Teil gewaltigen Wirkungen ihrer Gifte die Phantasie der Menschen in hohem Maße beschäftigt, und eine Fülle von Aberglauben und Vorurteil hat einen Sagenkranz um manches giftführende Geschöpf gewoben. Wenn unsere Kinder heute den bunten Feuersalamander in ihren Terrarien halten und sich an der Zutraulichkeit ihres Pfleglings erfreuen, so erscheint es unbegreiflich, daß dies für den Menschen ganz harmlose Tierchen Jahrhunderte lang Furcht und Schrecken um sich verbreitet hat. So schrieb der große Naturforscher des Altertums *Plinius* wörtlich: „Unter allen giftigen Tieren ist der Salamander das schrecklichste. Durch Vergiften der Pflanzen vermag er ganze Völker auszurotten, denn wenn ein Salamander auf einen Baum kriecht, vergiftet er alle Früchte, und die Menschen, welche diese Früchte essen, sterben ebenso sicher, als ob sie *Akonit* genommen hätten. Ja, wenn das Brot mit einem Holz gebacken wird, das dieses Tier berührte, so ist es vergiftet, und sein Genuß führt schwere Krankheit herbei.“

Waren derartige Märchen schon unter Himmelsstrichen möglich, wo die Gifttiere in Wirklichkeit nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen und die gefährlichsten Arten überhaupt nicht vorkommen, zu welchen Höhen muß sich dann erst die menschliche Phantasie in Ländern versteigen, welche unter giftigen Tieren wie unter einer Landplage leiden, wo die Volkssterblichkeit geradezu von ihnen beeinflusst wird. Hier sind alle Fabeln und Übertreibungen wohl verständlich, ist doch die Wirklichkeit traurig genug: so werden in Brasilien nach den neuesten Feststellungen des Instituts zu Butantan im Jahre durchschnittlich 19 200 Menschen von Schlangen gebissen, es sterben jährlich im Durchschnitte 4800 Menschen, und der materielle Schaden, den das Land durch den Verlust an Arbeitskräften erleidet, wird auf 24 Millionen im Jahre geschätzt, die geradezu ungeheuren

Verluste an Vieh nicht gerechnet. Noch schlimmer lagen und liegen auch heute noch die Dinge in Indien. Nach den von *Sir Fayrer* mit Hilfe der Regierung festgestellten Zahlen¹⁾ betrug im Jahre 1869, in welchem die mühsame Enquete durchgeführt wurde, die Zahl der tödlichen Schlangenbisse in Britisch-Indien 11 416. Doch entsprechen die Zahlen nach *Fayrer* längst nicht den Tatsachen, da die Indolenz der Bevölkerung die Feststellungen erschwerte, er schätzt den Verlust in dem einen genannten Jahre auf rund 20 000 Menschenleben¹⁾.

Solche Zahlen lassen es verständlich erscheinen, daß die Regierungen der schwer betroffenen Länder sich der Bekämpfung der giftigen Tiere in den letzten Jahren mit großer Energie zugewandt haben. Durch diese Bestrebungen hat auch die wissenschaftliche Erforschung der tierischen Gifte außerordentlich gewonnen, viel abergläubischer Wust ist über Bord geworfen und die Bekämpfung der Gifttiere mit bestem Erfolge auf eine ernste wissenschaftliche Grundlage gestellt worden.

Fast in allen Klassen des Tierreiches gibt es einzelne Arten, welche Organe zur Absonderung und Apparate zur Einimpfung von Gift besitzen. Zur vollkommensten Ausbildung sind sie bei den Giftschlangen gelangt. — Es liegt nahe, daß wir die giftigen Tiere und tierischen Gifte ganz einseitig vom Standpunkte des gefährdeten Menschen betrachten, für den Arzt ist dieser Gesichtspunkt ja der allein maßgebende. Es verdient jedoch hervorgehoben zu werden, daß das Gift dem Tiere nicht nur zur Abwehr seiner Feinde dient, sondern vor allem auch zur Gewinnung und Überwältigung seiner aus anderen Tieren bestehenden Nahrung, und bei dieser Betrachtung erscheinen uns selbst die gefährlichsten Gifttiere in einem anderen Lichte. Wer einmal mit angesehen hat, wie eine giftlose Schlange, z. B. unsere zierliche Ringelnatter, langsam einen unglücklichen Frosch hinunterwürgt, der erst im Magen der Schlange unter dem Akte der Verdauung in Stunden, ja selbst Tagen jämmerlich verendet, und damit den blitzschnellen Tod vergleicht, den das von einer Giftschlange gebissene Tier erleidet (Fig. 1), wird nicht im Zweifel sein, wo die Natur in milderer Weise verfährt. Dazu kommt, daß die Gifte meist die Bedeutung von Verdauungsfermenten haben und somit nicht nur die Gewinnung, sondern auch die Verarbeitung der Nahrung dem Tiere erleichtern.

¹⁾ Nach einem in der Biologischen Gesellschaft zu Breslau gehaltenen Vortrag.

Das in dieser Arbeit verwertete Tatsachenmaterial, soweit es nicht auf eigener vielfältiger Beobachtung des Verfassers in drei Erdteilen beruht, entstammt den Werken und Einzelpublikationen von *Calmette*, *Faust*, *Kobert*, *Brehm*, *Taschenberg*, *Vital Brazil*, *Weir Mitchell*, *Reichard*, *Wall*, *Armstrong*, *Gautier*, *Kaufmann*, *Pohl*, *Phisalix*, *Fraser* und anderen. Auf die schönen Werke von *Calmette*: *Les venins, les animaux venimeux et la sérothérapie antivenimeuse* Paris 1907, *Vital Brazil*: *La défense contre l'ophidisme* Sao Paulo 1911 und *Sir J. Fayrer*: *The Thanatophidia of India*, London 1872, sei besonders hingewiesen. Von der Nennung der Quellen im Text wurde, der Darstellung entsprechend, Abstand genommen.

¹⁾ Der Wert der *Fayrerschen* Zahlen ist mehrfach angezweifelt worden, es sollen zur Verheimlichung von Witwenverbrennungen und anderen Delikten fälschlich Schlangenbisse als Todesursache angegeben worden sein. Neuere Forschungen haben jedoch die Richtigkeit der *Fayrerschen* Statistik wieder sehr wahrscheinlich gemacht.

Am ärmsten an Gifttieren sind gerade die höchstentwickelten Klassen des Tierreiches, die der *Säugetiere* und *Vögel*. Nur das Männchen des in Australien heimischen, merkwürdigen *Schnabeltieres* (*Ornithorhynchus paradoxus*) besitzt am Hinterfuß einen Sporn, welcher von einem Kanal durchbohrt ist und mit einer am Oberschenkel gelegenen Giftdrüse durch einen langen Ausführungsgang kommuniziert. Das Gift ist, obwohl es dem Viperngifte ähnelt, in seiner Wirkung nur schwach, es scheint beim Begattungsakte eine Rolle zu spielen.

Die höchste Entwicklung erreichen die Gifttiere in der Klasse der *Reptilien*, denn zu ihnen gehören die gefährlichsten Arten, welche wir überhaupt kennen, die Giftschlangen, denen wir eine besondere Betrachtung widmen müssen. — Außer den Giftschlangen besitzt unter den Reptilien nur eine Eidechse, *Heloderma horridum*, giftige Eigenschaften. Das große, in Mexiko lebende Tier, son-

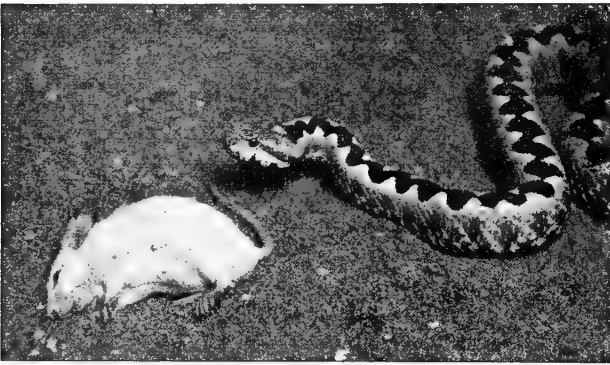


Fig. 1. Südeuropäische Sandviper (*Vipera ammodytes* Dum.) neben dem durch den giftigen Biß getöteten Opfer. (Nach einer Photographie des Herrn stud. W. Ölze, Breslau.)

dert, wenn es gereizt ist, aus den sehr entwickelten Speicheldrüsen einen weißlichen, klebrigen Geifer ab, der in die Bißwunde eindringt und giftige, allerdings in ihrer Intensität sehr wechselnde Wirkungen entfaltet. Im allgemeinen ist das langsame und ungeschickte Tier, obwohl es die Eingeborenen in hohem Maße fürchten, wenig gefährlich, denn das Gift hat zwar ähnliche Eigenschaften wie das Schlangengift, pflegt aber beim Menschen infolge Fehlens geeigneter Inokulationsapparate außer heftigen Schmerzen nur vorübergehende Entzündungserscheinungen hervorzurufen.

Sehr wirksame Gifte finden wir in der Klasse der *Amphibien* und zwar bei den Kröten und Salamandern. Trotzdem sind diese Tiere für den Menschen gänzlich harmlos, weil sie keine Möglichkeit einer Einimpfung des Giftes besitzen. Jahrhundertlang haben sie allerdings unter den unglaublichsten Vorurteilen zu leiden gehabt, und auch heute noch sind „Salamander und Kröten“ für viele der Inbegriff alles Schreckens. Welche Märchen über die teuflischen Eigenschaften des *Feuersalamanders* im Altertume und Mittelalter die Hirne der Menschen verwirrten, habe

ich vorhin bereits erwähnt. Die Giftdrüsen dieses Tieres sitzen in der Haut, ihre Ausführungsgänge sind, zum Beispiel in der Ohrgegend, deutlich sichtbar. Sie sondern einen ätzenden Saft ab, der gierige Feinde fernhält. Der wichtigste und giftigste Bestandteil des Sekretes ist das Alkaloid Samandarin, ein höchst toxisches, auf das Nervensystem wirkendes Krampfgift, von dem ein halbes Milligramm, subkutan injiziert, genügt, um ein Kaninchen zu töten. Interessant ist, daß nach den Untersuchungen meines Assistenten Dr. Weil der Feuersalamander nicht nur gegen das eigene Gift, sondern auch gegen andere Krampfgifte, wie Coriamyrtin und Pikrotoxin, relativ immun ist.

Das Gift der *Kröten* steht dem der Salamander sehr nahe. Wie dieses wird es von den Hautdrüsen abgesondert und schützt das Tier vor der Mehrzahl der Verfolger, welche seinem weniger begünstigten Verwandten, dem Frosch, so gefährlich werden. Es enthält zwei wirksame Substanzen, das Bufotalin, ein Herzgift, und das Bufotenin, ein Nervengift. So wirksam auch diese Stoffe sich im Experimente darstellen, dem Menschen werden sie nicht gefährlich, und nur der von dem geängsteten Tiere verspritzte Saft kann, wenn er durch einen unglücklichen Zufall ins Auge gelangt, dessen Bindehaut, vielleicht durch Anaphylaxie, hochgradig reizen. Trotzdem sagte noch der alte *Gesner*, der bekannte Naturforscher des 16. Jahrhunderts, von den durch Insektenvertilgung so überaus nützlichen Geschöpfen: „Dieses Tier ist ganz vergiftet, erschrecklich, heßlich und schädlich. Wenn man dieses Tier schmeißt, wird es so zornig, daß es den Menschen, wenn es könnte, mit seinem giftigen schädlichen Athem vergiften möchte Auch ist ihr Anhauchen und Gesicht schädlich, wovon die Menschen gar bleich und ungestalt werden sollen. Sie vergiften auch das Kraut und Laub, wovon sie gefressen haben, und worüber sie etwann gar langsam gekrochen sind.“

Sehr zahlreiche giftige Arten umfaßt die Klasse der *Fische*. Bei ihnen dient das Gift wie bei den Amphibien vorwiegend der Abwehr der Feinde, wie denn überhaupt die Fische über eigenartige Verteidigungsmittel verfügen, ich erinnere nur an die elektrischen Organe des Zitteraals, Zitterwelses und Zitterrochens. Neben den Fischen, welche eigentliche Giftapparate besitzen, deswegen aber keineswegs ungenießbar sind, gibt es auch zahlreiche Arten ohne Giftorgane, deren Fleisch beim Menschen Vergiftungserscheinungen hervorruft. Daß die bekannten Fischvergiftungen damit nichts zu tun haben, sondern durch Zersetzung und Fäulnisvorgänge in schlecht konserviertem Fischfleisch bedingt sind, brauche ich wohl kaum zu betonen.

Die meisten Giftfische übertragen ihr Gift durch *Stacheln an den Flossen oder am Kiemendeckel*, welche den Angreifer verletzen. Das Gift wird in Drüsen gebildet, welche an der Basis der Flosse oder unter dem Dorn des Deckels gelegen sind. In der Laichzeit pflegt es besonders wirk-

sam zu sein, bei einzelnen Arten wird es sogar nur in dieser Periode gebildet.

Die bekannten Giftfische gehören ausschließlich den Knochenfischen und zwar vorwiegend der Ordnung der Stachelflosser (Acanthopteri) an. Wenn auch die meisten von ihnen Bewohner tropischer Meere sind, so kommen einzelne, allerdings viel harmlosere Arten doch auch in unseren Gewässern vor. Sehr bekannt ist z. B. der in Nord- und Ostsee häufige Seeskorpion (Cottus scorpius L.)

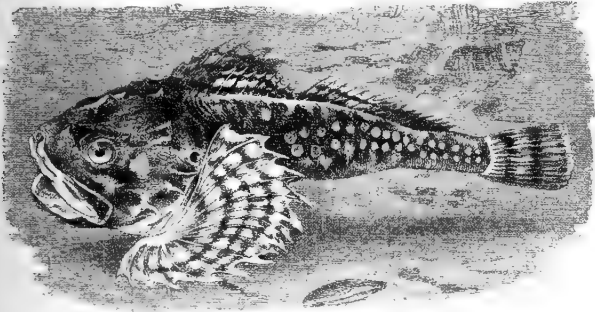


Fig. 2. Seeskorpion (Cottus scorpius L.). Nord- und Ostsee. (Nach Brehm.)

(Fig. 2). Sein wenig wirksames, nur Schmerz verursachendes Gift wird ausschließlich während der in die Wintermonate fallenden Laichzeit gebildet und durch die Deckelstacheln übertragen. Ein anderer Giftfisch unserer Meere ist das Petermännchen (Trachinus draco L.). Der Name kommt vom holländischen „pietermann“, und wird von holländischen Fischern gebraucht, welche das Tier seiner gefährlichen Stacheln wegen über Bord werfen und dabei dem heiligen Petrus weihen. Trachi-

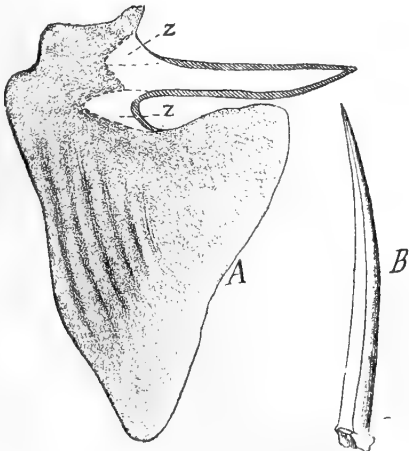


Fig. 3. Giftapparat von Trachinus vipera. (Nach Calmette.)

nus draco und seine Verwandten Trachinus vipera, radiatus und araneus besitzen zwei Giftapparate. Der eine, den in Fig. 3 die Abbildung A wiedergibt, sitzt am Kiemendeckel und enthält an der Basis des hohlen Stachels bei Z die Giftdrüse. Der andere, mit B bezeichnete gehört zur Rückenflosse, deren Giftdorn eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Giftschlangenzahn hat. Das Gift der

Trachinusarten ist weit wirksamer als das des Seeskorpions. Der Schmerz im Momente des Stichs kann so heftig sein, daß empfindliche Personen ohnmächtig werden; starke Entzündungserscheinungen folgen in der Regel, Fieber und Erbrechen sind häufige Begleiterscheinungen. Von dem rein dargestellten Gifte, welches lähmend auf den Herzmuskel wirkt, töten zwei bis drei in die Blutbahn verbrachte Tropfen ein Kaninchen in vier bis zehn Minuten. Bei einiger Vorsicht kann man sich übrigens vor den gefährlichen Stacheln leicht hüten, und seine Abwehrapparate schützen den schmackhaften Fisch nicht vor den Tafelfreuden des Menschen.

Unter den zahlreichen Giftfischen der tropischen Meere ist als der gefährlichste der im Stillen und Indischen Ozean weit verbreitete „Satansfisch“, Synanceia brachio, zu nennen. Überträger seines Giftes sind die Stacheln der Rückenflosse, der Giftapparat ist nicht, wie bei den Trachinus-Arten offen, sondern entleert sich nur bei kräftiger Druckwirkung von außen, z. B. beim Anfassen des

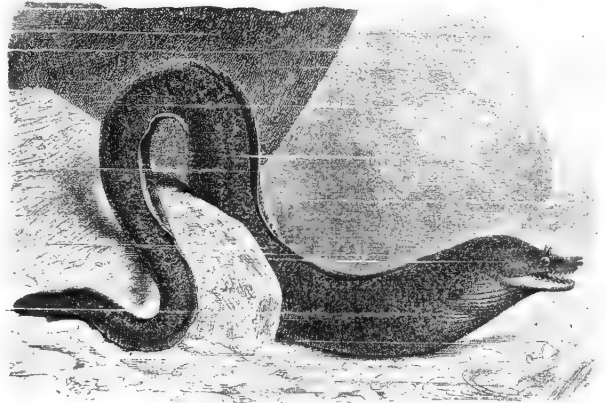


Fig. 4. Muräne (Muraena helena). Mittelmeer. (Nach Brehm.)

Tieres. Der durch den Stich hervorgerufene Schmerz ist so heftig, daß die Getroffenen hinstürzen und delirieren, tödliche Herzschwäche kann die Folge sein. Auch schwere örtliche Erscheinungen pflegen aufzutreten, fortschreitende brandige Zerstörung in der Umgebung der Stichwunde wird, namentlich bei unzureichender Behandlung, beobachtet und kann durch septische Allgemeininfektion zum Tode führen.

Von den bisher genannten Fischen, welche das Gift durch ihre Flossen- und Deckelstacheln übertragen, unterscheidet sich wesentlich die bekannte, von den Fischern wegen ihrer Bösartigkeit gefürchtete, in ihren tropischen Abarten eine Länge von 2½ Metern erreichende Muräne (Fig. 4), jener im Altertum als Leckerbissen hochgeschätzte Fisch, dem man Sklaven zum Futter vorwarf. Die Muräne hat infolge ihrer Zugehörigkeit zur Familie der Aale nicht nur eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit den Schlangen, sie besitzt auch einen Giftapparat, welcher sich dem der Schlangen nähert. Er besteht aus drei bis vier aufrichtbaren gebogenen Zähnen am Gaumen, welche von einer

Schleimhautfalte scheidenförmig umgeben, im Gegensatz zu denen der Schlangen aber nicht durchbohrt sind. Das aus einer am Gaumen liegenden Drüse stammende Gift wird also nicht eingepflegt, sondern entleert sich nur zwischen die Zähne und die erwähnte Schleimhautfalte. Schon aus diesem Grunde steht es an Wirksamkeit weit hinter dem Schlangengifte zurück, besitzt aber gleich diesem wichtige verdauende Eigenschaften. Wie bei allen Aalen so ist auch bei der Muräne das Blutserum giftig, es enthält ein Toxalbumin, das Ichthyotoxin, dessen Wirksamkeit durch Hitze, also auch durch das Kochen des Fisches, vernichtet wird.

Bekannte Giftfische sind ferner die zu den Haftkiemern (Plectognathi) gehörenden *Igel- und Kugelfische* (Triodon, Tetradon, Diodon), Bewohner tropischer und subtropischer Meere, welche bei

produzierende Arten. So sondern die *Tintenfische* in ihren hinteren Speicheldrüsen ein Sekret ab, welches Wirbeltieren gänzlich ungefährlich ist, Krebse aber sofort lähmt und selbst große, wehrhafte Tiere, wie den Hummer, den gewaltigen Räubern anheimfallen läßt. Unter den Schnecken besitzt die *Purpurschnecke* (Murex) in ihrem Purpursaft ein auch Wirbeltieren schädliches Nervengift.

Tödliche Vergiftungen durch den Genuß der *Miesmuscheln* (Mytilus edulis) kommen vor, auch wenn das Tier ganz frisch und unzersetzt genossen wurde. Dieses gelegentliche Giftigwerden der ein beliebtes Nahrungsmittel bildenden Muschel kann sehr verschiedene Ursachen haben. So kann die Muschel während ihrer Befruchtungszeit und durch Krankheiten giftige Eigenschaften annehmen, ferner kann sie durch Aufnahme schädlicher Nahrungsmittel, durch Resorption von Kupfer aus den Schiffsbeschlägen und durch Anhäufung von Jod oder Brom aus dem Meerwasser giftig werden. Auch bei frischen *Austern* scheint ähnliches vorzukommen, doch wird die Mehrzahl der Austernvergiftungen durch Fäulnisgifte hervorgerufen.

Sehr zahlreich sind die Gifttiere unter den *Gliederfüßern*, den Arthropoden. Die Klasse der *Insekten* allein umfaßt eine ganze Reihe von Arten, welche eigentliche Giftdrüsen und Vorrichtungen zur Einimpfung des Giftes besitzen. Am bekanntesten sind die *Hymenopteren* mit den Bienen, Wespen und Hornissen. Ihr Giftapparat enthält zwei Giftdrüsen, von denen die eine langgestreckte und in ein Reservoir auslaufende ein saures, die andere kürzere ein alkalisches Sekret liefert. Das Gift steht dem der Cobra nahe und ist ein ausgesprochenes Nervengift; da es jedoch nur in sehr geringer Menge beim Stich übertragen wird, ist dieser, obwohl sehr schmerzhaft, für den Menschen ungefährlich, nur bei zahlreichen Stichen, wie sie Überfälle durch Schwärme, besonders solche von Hornissen, mit sich bringen, und beim Eindringen des Giftes in ein größeres Blutgefäß werden schwere Allgemeinerscheinungen, ja selbst Todesfälle beobachtet. Immunisierung gegen das Gift gelingt im Tierexperimente leicht, sie erklärt die Tatsache, daß Imker, welche oft gestochen wurden, gegen Bienenstiche mehr oder weniger unempfindlich zu werden pflegen.

Unter den Myriapoden, den Tausendfüßern, sind die Bandasseln, *Scolopender*, sämtlich Träger von Giftapparaten. Ihr zweites Fußpaar ist zu einer kräftigen Zange umgebildet, deren klauenartige Spitzen aus einer feinen Öffnung Gift in die Wunde fließen lassen. Der Biß der großen tropischen Arten ist sehr schmerzhaft, bedingt hochgradige Schwellungen und bisweilen heftige Allgemeinerscheinungen, führt jedoch beim Menschen nicht zum Tode. Nur eine in Indien heimische Art, welche eine Länge von zwei Fuß erreichen soll, tötet angeblich durch ihren Biß auch Menschen. Wie wirksam das Gift selbst unserer kleinen einheimischen Arten ist, geht daraus hervor, daß die Erdassel (*Geophilus longicornis*) einen zehnfach größeren Regenwurm zu bewältigen vermag.

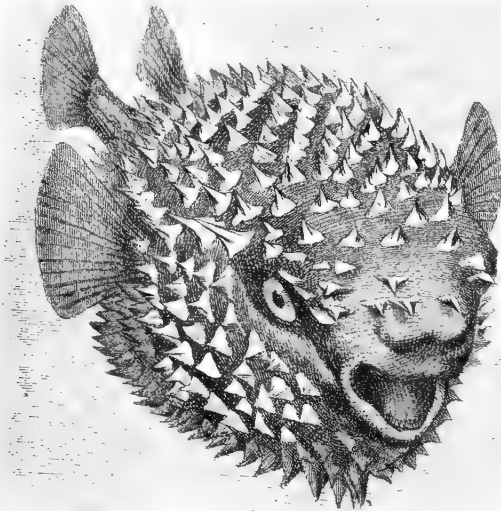


Fig. 5. Igelfisch (*Diodon hystrix* L.) in aufgeblasenem Zustande. (Nach Brehm.)

uns einen beliebten Handelsartikel der Naturalien-geschäfte bilden. Figur 5 zeigt eines dieser Tiere, den Igelfisch, *Diodon hystrix*. Er wie seine Verwandten besitzen mannigfache Apparate zur Abwehr ihrer Feinde, denn außer aufrichtbaren Stacheln und scharfen Schnabelrändern vermögen sie den Angreifer noch dadurch zu schrecken, daß sie durch Füllung ihrer dehnbaren Speiseröhre mit Luft sich kugelförmig aufblasen und unter lautem Geräusch die Luft wieder ausstoßen. Einige Arten zeichnen sich auch durch eine karminrote Absonderung der Haut im Momente der Gefahr aus. Vor allem aber ist das *Fleisch* fast aller Kugelfische in hohem Maße giftig; durch das Fugugift der japanischen Tetradon- und Diodonarten, welches besonders auf das Zentralnervensystem wirkt, kommen jährlich zahlreiche Todesfälle vor.

Steigen wir in der Tierreihe weiter hinunter, so finden wir bei den Wirbellosen in der Klasse der *Weichtiere* (Mollusca) vereinzelte gift-

Diese langen, schmalen Hundertfüßer werden auch gelegentlich für die menschliche Pathologie bedeutungsvoll, da sie Leuten, die auf der Erde schlafen, durch die Nasenlöcher in die Stirnhöhlen kriechen und ein schweres, mit unerträglichen Kopfschmerzen einhergehendes Leiden hervorrufen können.

Sehr bekannte, von Märchen und Sagen umwobene Gifttiere umfaßt die Klasse der Spinnentiere in den *Skorpionen*-, *Walzen*- und *Webspinnen*. So gibt es wenige Tiere, über welche derart gefabelt worden ist, wie über die *Skorpione*, die „allerdings ihrem ganzen Wesen nach geeignet sind, als Sinnbild giftsprühender Tücke zu gelten“. Griechische Philosophen lassen die Skorpione aus faulenden Krokodilen entstehen, *Plinius* behauptet, sie gingen aus begrabenen Seekrebsen hervor, aber nur dann, wenn die Sonne durch das Zeichen des Krebses gehe; die Zahl der Märchen ließe sich beliebig vermehren¹⁾. In der Tat sind die Skorpione (Fig. 6), namentlich die großen tropischen Arten,

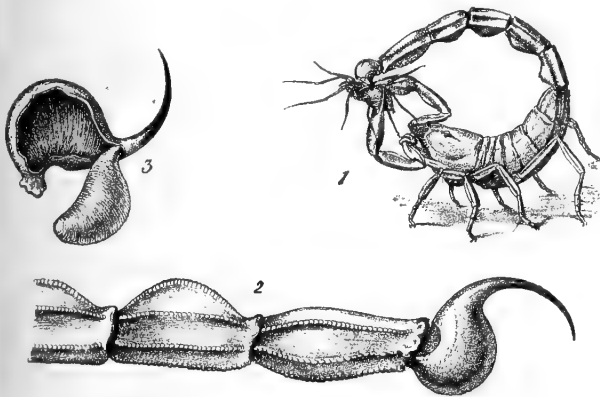


Fig. 6. Feldskorpion (*Buthus occitanus*).
Südeuropa.
(Nach Calmette.)

recht ernst zu nehmende Schädlinge. Sie besitzen in dem gekrümmten Giftstachel am Hinterleibe (Fig. 6, 2) eine Waffe, welche für Geschöpfe ihresgleichen absolut tödlich ist, aber auch größeren Tieren, ja selbst dem Menschen gefährlich werden kann. In der Literatur findet sich eine beträchtliche Zahl tödlicher Vergiftungen unter Wundstarrkrampf-ähnlichen Erscheinungen durch die afrikanischen und indischen Arten *Androctonus funestus*, *Androctonus occitanus* und *Buthus afer*. Die Insekten und Spinnen, von denen sie leben, werden mit den Scheren gefaßt, emporgehoben und durch einen Stich mit dem über den Kopf nach vorn gebogenen Schwanzende getötet (Fig. 6, 1). Die Giftdrüsen sind paarig, sie liegen in dem bauchig verdickten Teile des den Stachel tragenden Endgliedes (Fig. 6, 3). Das Gift löst rote Blutkörperchen auf, wirkt lähmend auf das Nervensystem und steht dem Brillenschlangengifte sehr nahe. Das Tier selbst ist, wie die meisten Gifttiere, gegen das Gift der eigenen Art hochgradig immun; die auch heute noch verbreitete Annahme, der

Skorpion töte sich in Feuersgefahr selbst, gehört ins Reich der Fabel. Der Mensch wird durch wiederholte Stiche immunisiert, die äußerst heftigen Schmerzen, die schweren örtlichen und allgemeinen Störungen werden bei jedem neuen Stich geringer, um schließlich fast ganz auszuweichen.

Auch die *Spinnen* sind sämtlich Träger von Giftapparaten, sie besitzen am Kieferfühler ein klauenförmiges, einschlagbares Endglied, welches gleich dem Giftzahne der Schlangen durchbohrt ist und das aus zwei blindsackförmigen Drüsen stammende Gift in die Wunde einimpft. Das Gift, welches durch Hitze zerstört wird, löst rote Blutkörperchen auf und ist vom Blute aus sehr wirksam, bei Einführung in den Verdauungskanal aber unschädlich. Für den Menschen sind unsere in Deutschland heimischen Arten, auch die Kreuzspinne, gänzlich ungefährlich, wohl aber gibt es schon im südlichen Europa Spinnen, vor allem die gefürchtete „Malmignate“ (*Latrodectus tredecim-*

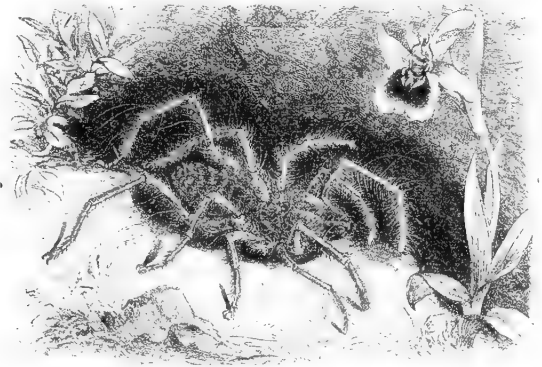


Fig. 7. Gemeine Walzenspinne, Karakurte (*Solpuga araneoides*).
Südrussland.
(Nach Taschenberg.)

guttatus), deren Biß unangenehme, wenn auch nicht gefährliche Folgen hat. Ernster sind die Giftwirkungen des im tropischen Amerika lebenden *Latrodectus mactans*, und des in Neuseeland heimischen *Latrodectus Scelio*, des „Katipo“ der Eingeborenen. Todesfälle scheinen jedoch auch hier nicht vorzukommen, ebenso wenig bei der höchst aggressiven, selbst Eidechsen und kleine Säugetiere nicht schonenden südrussischen Karakurte, einer großen Walzenspinne, *Solpuga araneoides* (Fig. 7), deren äußerst schmerzhafter Biß starke Entzündungserscheinungen, Ohnmachten und vorübergehende Lähmung hervorruft. Die Kalmücken fürchten die Karakurte so, daß sie Gegenden verlassen, in denen sich das Tier mehrfach gezeigt hat; als Gegenmittel legen sie auf die Bißwunde Lunge und Herz, welche einem lebenden schwarzen Tiere entnommen wurden.

Während die Furcht vor der Karakurte eine durchaus begründete ist, hat man die südeuropäische *Tarantel* zu Unrecht übel beleumundet. Unendliches ist über dieses Tier gefabelt worden, es gibt wenig Formen krankhaften oder lächerlichen menschlichen Gebarens, die man nicht

¹⁾ Vgl. Taschenberg, Brehms Tierleben, Bd. IX.

auf den Tarantelstich zurückgeführt hätte. Ich erinnere auch an die Tarantella und an die Redewendung „wie von der Tarantel gestochen“, welche selbst bei uns, wo das Tier nicht vorkommt, in den allgemeinen Sprachgebrauch übergegangen ist. In Wirklichkeit ist die Tarantel ein ganz harmloses Geschöpf, dessen Biß zwar Schwellung und Juckreiz, aber keine eigentlichen Vergiftungserscheinungen hervorruft.

In den Klassen der *niederen Tiere* sind Gifte ebenfalls verbreitet. Für die menschliche Pathologie ist nur das Gift gewisser Seerosen, der *Sagartien*, von Interesse, weil es bei den Schwamm-

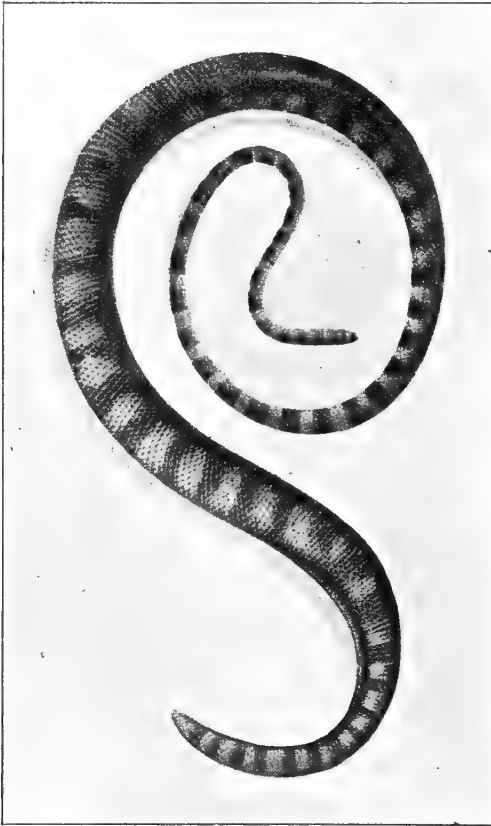


Fig. 8. Giftige Seeschlange (*Hydrophis coronatus*).
Indischer Ozean.
(Nach *Fayrer*.)

fischern des Mittelmeers eine Art Berufskrankheit verursacht. Diese Leute tauchen nackt und kommen mit den in der Nachbarschaft der Schwämme hausenden *Sagartien* vielfach in Berührung. Meist bleibt es bei einem starken Jucken und Brennen, wie es die Quallen unserer Meere hervorrufen; zu bestimmten Jahreszeiten jedoch, besonders im August, ist das Gift einiger Arten so wirksam, daß die Haut unter fieberhaften Allgemeinerscheinungen brandig wird und tiefe, sehr langsam heilende Geschwüre entstehen. Eine dünne, auf die Haut aufgetragene Fettschicht soll einen genügenden Schutz gewähren gegen die Gifte dieser Coelenteraten, aus denen man zwei, wie Toxin und Antitoxin sich verhaltende Stoffe, das Thalassin und das Kongestin isoliert hat.

Alle bisher erwähnten Geschöpfe treten an Bedeutung völlig in den Hintergrund gegenüber den verderblichsten aller Gifttiere, den *Giftschlangen*. Berücksichtigt man die oben erwähnten Zahlen, so wird man *Brehm* Recht geben müssen, wenn er sagt, daß in so schwer betroffenen Ländern wie Indien alle übrigen gefährlichen Tiere, alle Tiger, Panther und Wölfe, neben den Giftschlangen zu bedeutungslosen Wesen herabsinken. Nicht nur, daß die Schlangen über die furchtbarsten tierischen Gifte verfügen, die wir überhaupt kennen, sie besitzen auch die vollkommensten Einrichtungen zur Übertragung des Giftes, Apparate, die man geradezu mit Injektionsspritzen vergleichen kann.

Das Gift wird abgesondert von zwei Drüsen, welche der Parotis, der Ohrspeicheldrüse der Säugetiere entsprechen und zu beiden Seiten des Kopfes nach unten und hinten von den Augen gelegen sind. Bei den Viperiden verursachen sie eine deutliche äußere Vorwölbung und tragen dazu bei, dem Kopfe eine charakteristische Dreieck- oder Herzform zu geben, wie sie z. B. die afrikanische

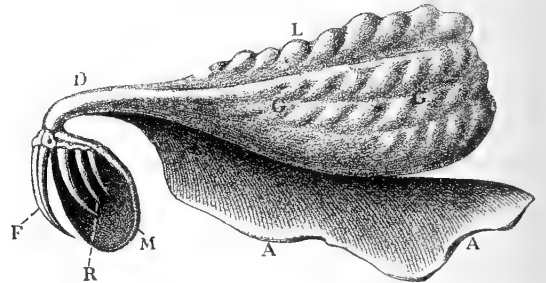


Fig. 9. Giftapparat der Brillenschlange (nach *Fayrer*).

Puffotter in ausgesprochenem Maße zeigt. Es wäre jedoch ein verhängnisvoller Irrtum, an dieser Kopfform die Giftschlange erkennen zu wollen, denn die andere große Gruppe, die der giftigen Colubriden, besitzt kleine zierliche Köpfe, welche sich von denen giftloser Schlangen nicht unterscheiden. Die Kleinheit des Köpfchens kann sogar höchst auffallend sein und z. B. bei den sehr giftigen tropischen Seeschlangen (Fig. 8) in hohem Maße mit dem breiten Ruderleib kontrastieren. Trotzdem ist die Giftdrüse der Colubriden oft außerordentlich entwickelt; bei den durch ihre Farbenpracht ausgezeichneten asiatischen Schmuckottern (*Callophis*), welche sehr harmlos aussehen, erstreckt sie sich sogar weit über den Kopf hinaus bis fast zur Mitte des Leibes.

Eine derartige Größe der Giftdrüsen ist indes die Ausnahme, im allgemeinen überschreiten sie auch bei den gefährlichsten Arten nicht das Volumen einer Mandel, bei unseren europäischen Ottern sind sie sogar nur linsen- bis erbsengroß. Fig. 9 zeigt den Giftapparat der Brillenschlange. Aus der großen länglichen Drüse (*G*) geht der Ausführungsgang (*D*) hervor, welcher das Gift zu den für die Einimpfung bestimmten durchbohrten Giftzähnen führt.

Der ganze Giftapparat der Schlangen ist eine der merkwürdigsten und zweckentsprechendsten

Vorrichtungen, die wir in der Natur kennen. Bei den Viperiden liegen die nadelförmigen spitzen Giftzähne in der Ruhe fast horizontal am Oberkiefer; in dem Momente jedoch, in welchem die Schlange sich zum Beißen anschickt, wirft sie bei weit geöffnetem Rachen mit Hilfe eines komplizierten Muskelapparates den Oberkiefer zurück, richtet dadurch die Giftzähne auf und vermag sie sogar weit aus dem Maule vorzustrecken. Zugleich aber üben die Kaumuskeln und besondere Schnürmuskeln, welche die Giftdrüse umgeben, auf diese einen Druck aus, und wenn nun die Schlange zuschlägt, spritzt in kräftigem Strahl das Gift in die von den Zähnen gesetzte Wunde hinein. Beim Beißen wirft die Giftschlange, gestützt auf das hintere Drittel des Leibes, den übrigen Körper mit großer Gewalt vor, um nur selten ihr Ziel zu verfehlen.

Die Giftzähne selbst sind verschieden gestaltet; sie stellen echte Impfnadeln dar und sind entweder

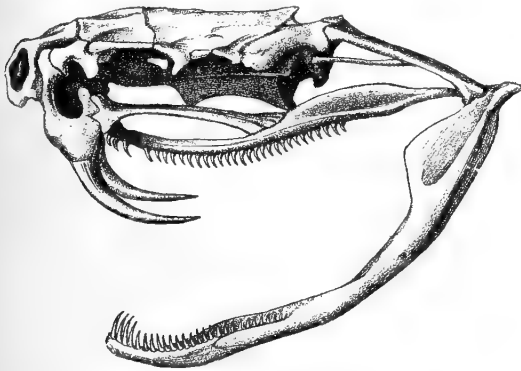


Fig. 10. Schädel der Klapperschlange mit großen Giftzähnen (nach Calmette).

in ganzer Länge gefurcht, oder sie sind geschlossen und der in ihrem Innern gelegene Kanal besitzt nur eine obere und eine untere Öffnung für den Ein- und Austritt des Giftes. Die letztere Art von Zähnen finden wir bei den solenoglyphen Viperiden, bei denen sie, wie der Klapperschlangenschädel auf Fig. 10 zeigt, eine außerordentliche Größe und Stärke erreichen können. Für die Colubriden dagegen sind die gefurchten feststehenden Zähne charakteristisch, sie sind viel kürzer und setzen oberflächlichere Wunden, welche jedoch infolge der außerordentlichen Wirksamkeit des Giftes dieser Schlangen, z. B. der Kobraarten, den von Solenoglyphen herrührenden an Bedeutsamkeit nicht nachstehen. Bemerkt sei noch, daß es auch Schlangen gibt, welche Giftzähne besitzen und doch dem Menschen nicht gefährlich werden. Es sind dies die opisthoglyphen Coluber-Arten, die sogenannten *Trugnattern*. Ihre Giftzähne sitzen nicht, wie die der Proteroglyphen, im vorderen Teile des Oberkiefers, sondern in dessen hinteren Abschnitten; sie treten nur in Funktion, wenn die Schlange ihr Opfer verschlingt, und dienen dazu, dessen Abwehrbewegungen zu lähmen und die Verdauung zu erleichtern. Von europäischen Arten gehört in diese Gruppe die in Südfrankreich und

Italien vorkommende Eidechsenmutter, *Coelopeltis monspessulana*, und die in Dalmatien heimische Katzenschlange, *Tarbohis vivax*.

An der *Bißfigur* (Fig. 11), welche auf der Haut des betroffenen Menschen durch Blutpunkten sichtbar wird, kann man leicht erkennen, ob es sich um eine giftlose oder giftige Schlange gehandelt hat. Die am weitesten links stehende Figur zeigt die gleichmäßig feinen Punkte, welche von den Zähnen einer aglyphen, giftlosen Natter herrühren; die beiden übrigen Figuren stellen Giftschlangengebisse dar, für welche die außerhalb der feinen reihenförmigen Blutpunkte stehenden tiefen Bißlöcher der Giftzähne charakteristisch sind.

Das Gift selbst ist eine klare, visköse, hell- bis dunkelgelbe, auch grünliche, opaleszierende Flüssigkeit. Es wird je nach Größe und Gefährlichkeit der Schlange in sehr verschiedener Menge abgefordert; während man unserer Kreuzotter nur durchschnittlich 10 Zentigramm Gift auf einmal ab-

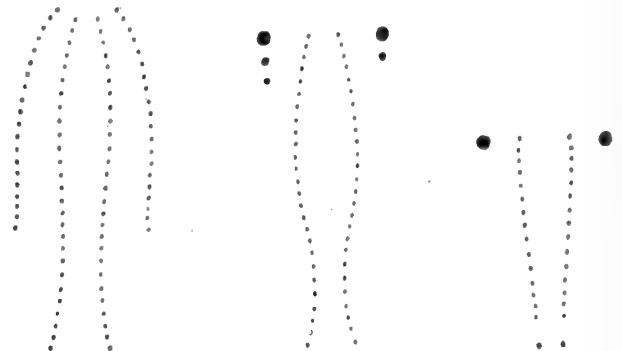


Fig. 11. Schlangenbißfiguren auf der Haut des Menschen (nach Fayrer).

nehmen kann, liefert eine Brillenschlange die zehnfache Menge. Beim Trocknen kristallisiert das Gift aus und bleibt in diesem Zustande bei sorgfältiger Konservierung unbegrenzt haltbar. Ich besitze Kobragift, welches ich vor 12 Jahren aus Ceylon mitgebracht habe, und welches noch heute eine unverminderte Wirksamkeit zeigt. Überhaupt zeichnet sich das Schlangengift durch eine außerordentliche Haltbarkeit aus; es ist selbst an Spirituspräparaten noch wirksam, wie der Tod eines Assistenten des Petersburger Museums bewiesen hat. Die chemische Zusammensetzung des Giftes ist eine sehr komplizierte, aus den zahlreichen Untersuchungen geht hervor, daß die wirksamen Substanzen Toxalbumine und zwar Proto- und Hetero-Albumosen sind. Im homöopathischen Arzneischatze spielen Schlangengifte eine wichtige Rolle.

Die *Wirkung des Giftes* auf Warmblüter und also auch auf den Menschen — von den Kaltblütern wollen wir absehen — ist eine sehr verschiedenartige, je nach der Art der beißenden Schlange, und zwar unterscheiden sich die beiden großen Gruppen der Viperiden und Colubriden auch in dieser Hinsicht sehr wesentlich voneinander. Die Wirkung des Schlangengiftes ist einmal eine örtliche und zweitens eine allgemeine. Während nun die örtlichen Erscheinungen an der Bißstelle bei

den Viperiden — Typus Kreuzotter, Klapperschlange, Lanzenschlange (*Lachesis*) — sehr ausgesprochen sind, fehlen sie bei den Colubriden — Typus Brillenschlange — fast vollständig, dagegen sind bei diesen wiederum die Allgemeinerscheinungen schwerer und setzen rascher ein als bei den Viperiden. Auch darin unterscheiden sich die beiden Gifte, daß das der Coluberarten, vom Munde aus aufgenommen, fast unschädlich ist, während größere Mengen des örtlich wirksameren Viperidengiftes schwere Entzündungen des Magen-Darmkanals hervorrufen, ohne allerdings die bei Einbringung ins Blut auftretenden Wirkungen zu erreichen.

Nehmen wir als Beispiele den Biß einer Klapperschlange und einer Naja, jener bekannten Schlange mit dehnbarem Halsschild, welche in zahlreichen Arten über Afrika und Asien verbreitet ist.

Der Biß einer *Naja*, etwa der indischen Brillenschlange, der Cobra capel, ist nach der Schilderung von *Calmette*, die ich auf Grund eigener Beobachtung bestätigen kann, nicht sehr schmerzhaft, auch fehlen fast alle örtlichen Entzündungserscheinungen; charakteristisch dagegen ist das sofort einsetzende Gefühl einer erstarrenden Lähmung, welche von dem getroffenen Körperteil, also meist der unteren Extremität, den ganzen Körper beschleicht. Menschen, welche mit dem Leben davorkamen, geben an, sie hätten den Tod an sich emporkriechen fühlen. Unüberwindliche Schlafsucht und zunehmende Atemnot zwingen den Gebissenen bald, sich niederzulegen. Der zuerst beschleunigte Puls wird langsamer und schwächer, Speichelfluß, Erbrechen, unwillkürlicher Abgang von Urin und Kot folgen, schließlich tritt tiefe Benommenheit ein, welche in den Tod übergeht. Das ganze Drama spielt sich in zwei bis sieben Stunden ab, selten vergeht längere Zeit.

Im Gegensatz hierzu ist der Biß einer solenoglyphen Schlange, z. B. einer *Klapperschlange* enorm schmerzhaft, und es setzen sofort die schwersten Entzündungserscheinungen an der Bißstelle ein, welche sich weit verbreiten und durch den Erguß blutig-seröser Flüssigkeit in das Zellgewebe charakterisiert sind. Mikroskopisch findet man die Blutgefäße in großer Ausdehnung geradezu zerrissen, woraus es sich erklärt, daß in serösen Höhlen der Erguß ein fast rein blutiger wird. Auch Blutungen auf die Oberfläche der Schleimhäute sind häufig, sie führen zu blutigem Erbrechen, Darm- und Blasenblutungen. Gleichzeitig setzen Erscheinungen von Atemnot und Herzschwäche ein, welche mit der ausgedehnten Zerstörung roter Blutkörperchen zusammenhängen, schließlich folgt tiefe Benommenheit und der Tod, der weit qualvoller ist, als bei den Coluberarten. Der Zeitpunkt des Todes ist sehr verschieden. Trifft der Biß einer großen Schlange mit langen Giftzähnen direkt eine blutreiche Vene und gelangt auf diese Weise ein beträchtliches Quantum Gift unmittelbar in den Kreislauf, so kann infolge ausgedehntester Haemolyse der Tod in wenigen Minuten ein-

treten. Von diesen schweren Fällen bis zu den leichtesten, bei denen die einzigen Vergiftungserscheinungen in einer beträchtlichen Schwellung und Rötung um die Bißstelle bestehen, gibt es alle Übergänge; sie sind abhängig von der Größe der Schlange und ihrer Giftzähne, von der Giftmenge, die dem Tiere im Moment des Bisses zur Verfügung steht, von der Jahreszeit, von der Bekleidung oder Nacktheit des betroffenen Körperteiles und anderen Umständen mehr.

Diesen Phänomenen des Klapperschlangenbisses entsprechen in milderer Form auch die Giftwirkungen unserer sämtlichen europäischen Giftschlangen, die ebenfalls zu den Viperiden gehören. Die bekannteste und verbreitetste ist die *Kreuzotter* (*Pelias berus*), die einzige in Deutschland vorkommende Giftschlange. Ihr steht die in Frankreich, Italien und Österreich-Ungarn verbreitete *Vipera ursinii* sehr nahe. Ebenfalls südeuropäische Giftschlangen sind die *Vipera Redii*, die „Viper“ der alten römischen und griechischen Dichter, ferner die in Spanien heimische *Vipera latastii* und die *Sandviper*, *Vipera ammodytes* (Fig. 1), welche an einem kleinen Horn auf der Schnauzenspitze leicht zu erkennen ist. Alle diese europäischen Giftschlangen erreichen selten mehr als 50 cm Länge; an Gefährlichkeit sind sie mit den großen tropischen und subtropischen Arten nicht zu vergleichen, wie denn überhaupt unser kühles Klima der Entwicklung der kaltblütigen Reptilien wenig günstig ist. Die gefährlichste der europäischen Schlangen ist noch die Sandviper. Wir konnten bei zahlreichen Giftentnahmen feststellen, daß ihre Giftmenge etwa doppelt so groß ist als die der Kreuzotter, und auch bei Tierversuchen fanden wir regelmäßig eine weit raschere Wirkung ihres Giftes. An und für sich sind die Gifte der europäischen Schlangen überhaupt sehr wirksam, es genügt z. B. um ein Meerschweinchen zu töten, die minimale Menge von 0,0004 g Kreuzottergift, während von dem Gifte der afrikanischen Kobra mehr als die siebenfache (0,003), vom *Lachesis*-gifte sogar die fünfzigfache (0,02) Menge notwendig ist. Daß trotzdem die letztgenannten Arten so viel gefährlicher sind, liegt nur daran, daß sie eine unvergleichlich größere Menge von Gift zu übertragen vermögen. Es sind überhaupt nur wenige Schlangengifte wirksamer als das unserer Kreuzotter, so vor allem das der indischen Brillenschlange, von deren Gift ein einziges Gramm genügt, um 165 Menschen im Durchschnittsgewicht von 60 kg zu töten.

Der Biß unserer einheimischen Kreuzotter führt nur sehr selten den Tod herbei, weit seltener, als man den Zeitungsnotizen nach annehmen sollte. Wir sind in dem letzten Sommer, der sich durch ein ganz besonders zahlreiches Auftreten der Kreuzotter in Schlesien auszeichnete, allen von der Tagespresse gemeldeten Todesfällen durch Anfragen bei den behandelnden Ärzten nachgegangen, und es hat sich herausgestellt, daß stets falsche Nachrichten vorlagen. Einzelne Ärzte aus den schlimmsten Kreuzottergegenden, die jährlich zahlreiche Bisse zu behandeln haben, teilten uns mit,

sie hätten niemals Todesfälle gesehen. Daß sie vorkommen, ist sicher, doch sind nur Kinder, namentlich beim Beerensammeln, ernstlich gefährdet. Einen sehr schweren Fall, der ein kleines Mädchen betraf, sah ich vor einigen Jahren; hier gelang es nur mit allen Hilfsmitteln der Klinik, der höchst bedrohlichen Herzschwäche Herr zu werden. Auch bei diesem Kinde war, außer den hochgradigen örtlichen Veränderungen, das Phänomen der rasch einsetzenden Schläfrigkeit und Benommenheit sehr ausgeprägt. Das Mädchen fing bald nach dem Bisse an zu taumeln und sank nach 400 m zur Erde, eine auf den neurotoxischen Komponenten des Giftes beruhende Wirkung, welche für die Schlange eminent praktisch ist, weil sie ihr die Erbeutung eines gebissenen Nahrungstieres erleichtert. Erwähnen möchte ich noch, daß in Bosnien nach Sandviperbissen hartnäckige Geschwüre ohne jede Heiltendenz beobachtet worden sind, aus denen sich später Krebs entwickelte.

(Schluß folgt.)

Unsere gegenwärtigen Anschauungen über die Natur des Erregungsvorganges im Nerven.

Von Dr. Fritz Verzár, Budapest.

Es gibt kaum eine bestrickendere Frage in der Physiologie als die nach dem Wesen der Funktionen des Nervensystems. Hier berührt sich auf engem Raume Anatomie, Physiologie, Psychologie und Metaphysik; diese Fragen wurden häufig schon als die Grenzfragen unseres Wissens, ihre Lösung als eine an sich unmögliche Sache angesprochen. Aus jenem großen Betriebe, aus dem sich die Tätigkeit des Nervensystems zusammensetzt, ergreifen wir nur eine Erscheinung. Wir wollen hier nicht die Frage behandeln, wie die Funktion jener nervösen Zentren zustande kommt, die Gedanken, Willen, Assoziationen und Reflexe bewirken, sondern unser im folgenden zu behandelndes Thema betrifft nur jenen mehr sekundären Punkt: was geschieht in der Nervenfaser, wenn dieselbe jene Erregung, die ihr auf natürlichem Wege von einer Nervenzelle des Gehirns oder Rückenmarks oder von einer sympathischen Ganglienzelle mitgeteilt wird, fortleitet —, oder wenn ein anderer Nerv von einem Sinnesorgan eine Erregung dem Zentralnervensystem zuführt —, oder wenn drittens irgendein Nerv, sei es ein efferenter oder afferenter, d. h. leite er vom oder zum Gehirn, künstlich, z. B. durch einen elektrischen Stromstoß, erregt wird?

Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen geschieht in allen diesen Fällen im Nerven das gleiche. Der Nerv spezialisiert nicht. Er gelangt nur in Erregung und leitet diesen Erregungsvorgang weiter. Es soll hier bloß ganz kurz bemerkt werden, daß es noch ein Gegenstand der Diskussion ist, ob der Vorgang, der bei lokaler, künstlicher Reizung im Nerven entsteht, mit jenem der als Erregungsvorgang dann weiter geleitet wird, identisch ist. Untersuchungen von Lucas und Adrian scheinen

darauf hinzuweisen, daß es sich um zwei verschiedene Vorgänge handelt. Gegenüber älteren, nicht beweisenden, diesbezüglichen Versuchen haben sie gefunden, daß zwei so schwache Reize, die beide keine Erregung bewirken und sich nicht im Nerven fortpflanzen, wenn sie in kurzem Zeitintervall hintereinander dieselbe Nervenstelle treffen, dennoch eine Erregung zur Folge haben. Es muß also der erste Reiz, ohne eine Erregungswelle im Nerven in Gang gebracht zu haben, lokal doch eine gewisse Reaktion hervorgeufen haben, welche sich mit der nächsten summiert.

Wir fragen nun nach der physikalisch-chemischen Natur jenes Vorganges, der dem im Nerven sich fortpflanzenden Erregungsvorgang entspricht.

Das sicherste Zeichen der Erregung ist natürlich der physiologische Effekt, z. B. die Zuckung eines Muskels bei Reizung seines Nerven, oder das subjektive Gefühl, wenn ein Gefühlsnerv gereizt wird. Außer diesen natürlichen Zeichen der Erregung kennen wir jedoch nur gar wenige objektive Äußerungen derselben.

Das frappanteste Zeichen der Erregung ist der seit etwa 70 Jahren, seit *Du Bois-Reymonds* Entdeckung bekannte Aktionsstrom. Wenn ein Nerv auf irgendeine Weise gereizt wird, so wird jede in Erregung befindliche Stelle (nach der physiologischen Nomenklatur) elektronegativ gegenüber jeder nicht in Erregung befindlichen, d. h. im äußeren Stromkreis fließt ein elektrischer Strom gegen die erstere. Die auf diese Weise ableitbaren Ströme besitzen eine Kraft bis zu 0,03—0,04 Volt, sind also recht beträchtlich. Diese Negativität läuft — wie das *Bernstein* vor langer Zeit schon gezeigt hat — mit einer gewissen, für die entsprechende Tierart charakteristischen, von der Temperatur stark beeinflussten Geschwindigkeit durch den Nerven. Es gab Zeiten, in denen man gerade in diesen elektrischen Strömen das Wesen der Erregung sah, wo man sich vorstellte, daß die elektrische Welle die Nerven entlang wandernd, das Organ ebenso reizt, wie man z. B. durch einen elektrischen Schlag einen Muskel zur Kontraktion bringen kann. Dieser Standpunkt ist längst verlassen, wohl hauptsächlich wegen jener schwerwiegenden Bedenken, daß man sich die streng isolierte Fortleitung eines elektrischen Stromes in einem feuchten Leiter — wie es der Nerv ist — nicht vorstellen kann, während wir ja andererseits wissen, daß die Erregung peinlichst isoliert geleitet wird. Man denke nur an die feine Perception von Gesichtseindrücken und die hierzu nötige streng isolierte Leitung in den Fasern des Sehnerven¹⁾.

Nichtsdestoweniger steht auch heute noch der Aktionsstrom im Vordergrund unseres Interesses und gibt als die weitaus auffallendste Äußerung des Erregungsvorganges die Grundlage zu allen Erklärungen desselben. Die Untersuchungen des letzten Dezenniums haben uns gezeigt, daß die bioelektrischen Ströme, also auch die Aktionsströme des

¹⁾ Noch viel mehr gilt dasselbe Bedenken — die Unmöglichkeit einer isolierten Leitung — jenen neuerdings aufgetauchten Ideen gegenüber, nach welchen (*Bose, Wilke*) die Erregung sich als mechanische Erschütterungswelle im Nerven fortsetzen soll.

Nerven, als Konzentrationsströme zu betrachten sind. Der Beweis hierfür wurde von *Bernstein* dadurch erbracht, daß er ihre Proportionalität mit der absoluten Temperatur nachwies, was unter den in Betracht kommenden Stromquellen nur den Konzentrationsketten zukommt. Es muß allerdings hier bemerkt werden, daß dieser Beweis nur für die von ruhenden Organen ableitbaren Ströme erbracht ist. Es besteht aber bisher kein Grund, der uns zwingen würde anzunehmen, daß die Aktionsströme nicht denselben Ursprung haben wie jene.

Nach der *Bernsteinschen* Theorie der bioelektrischen Ströme, die auf Beobachtungen von *W. Ostwald* über die Polarisation an semipermeablen Membranen basiert ist und welcher sich, sie modifizierend, *Cremer* und, mit neuen Beweisen versehend, neuerdings auch *Loeb* und *Beutner* angeschlossen haben, kommen die bedeutenden elektromotorischen Kräfte in den Organen dadurch zustande, daß semipermeable Membranen gewisse Ionen (möglicherweise Elektrolyt-Moleküle) nicht durchlassen, so daß zwischen den beiden Seiten einer solchen Membran derartige Konzentrationsunterschiede vorhanden sind, welche genügen, um die beobachteten großen elektromotorischen Kräfte zu erklären. Ohne derartige trennende Membranen anzunehmen, läßt es sich unmöglich supponieren, daß solche außerordentlich große Konzentrationsunterschiede innerhalb der Organe vorhanden sein sollen. Nach *Bernsteins* Theorie wird dadurch, daß man einen Nerven verletzt, das „Innere“ freigelegt so, daß, wenn man nun mit Elektroden von der inneren und der äußeren Seite (verletztem und unverletztem Teil) ableitet, den starken Ruhestrom oder Demarkationsstrom erhält.

Bei Erregung des Nerven verschwindet nun der Ruhestrom (negative Schwankung) beziehungsweise bei Ableitung von zwei unverletzten Stellen des Nerven wird die erregte Stelle negativ und es entsteht ein Strom. Das muß nach obigem so erklärt werden, daß die Permeabilität jener Membran, welche im ruhenden Nerv Konzentrationsunterschiede aufrechterhält, sich ändert, und zwar so, daß die Membran permeabel für die Ionen oder Elektrolyte wird. Der Aktionsstrom ist in diesem Lichte betrachtet nur der Ausdruck jener Permeabilitätsänderung. — Permeabilität und Änderung der Permeabilität spielen bekanntlich eine große Rolle in der Erklärung physiologischer Erscheinungen, so daß dieses Bild sich recht gut in den Rahmen unserer allgemeinen Anschauungen fügt.

Wir sind aber auch noch im Besitze eines Versuches, welcher als direkter Beweis dieser Permeabilitätsänderung bei der Erregung angesehen werden muß, was aber bisher noch nicht geschah. *Hermann* hat nämlich gezeigt, daß durch die Erregung die Polarisierbarkeit des Nerven vermindert wird. Da wir die große Polarisierbarkeit des Nerven auf Grund unserer gegenwärtigen physikalisch-chemischen Vorstellungen nur so erklären können, daß sie sich an semipermeablen Membranen (oder, was damit dem Wesen nach wohl gleichbedeutend ist, an der Grenzfläche zweier verschiedener Phasen) abspielt, so ist diese Abnahme der

Polarisierbarkeit der direkte Beweis jener oben zur Erklärung des Aktionsstromes nur supponierten Permeabilitätsänderung.

Über das Wesen dieser Permeabilitätsänderung läßt sich wohl annehmen, daß es sich dabei um eine kolloidale Zustandsänderung handelt, welche zu einer größeren Durchlässigkeit der Membran führt. Daß bei der Erregung derartige kolloide Vorgänge vorhanden sind, hat *Höber* damit wahrscheinlich gemacht, daß er zeigte, daß Salze, entsprechend ihrer Fähigkeit Kolloide zu fällen, die Erregbarkeit vermindern und auch einen Alterationsstrom hervorrufen. Letzteres wurde von *Straub* und seinen Mitarbeitern für einige giftige Substanzen, wie Filixsäure, Muscarin usw., nachgewiesen: parallel mit der Aufhebung der Erregbarkeit geht die Fähigkeit, einen Alterationsstrom hervorzurufen. Die Erregbarkeit hängt also von der Permeabilität gewisser Membranen ab und die Aufhebung der Semipermeabilität, deren Ausdruck der Alterationsstrom ist, hebt auch die Erregbarkeit auf¹⁾.

Während *Cremer* und *Höber*, die beiden Forscher, die sich in letzter Zeit am ausführlichsten mit den bioelektrischen Strömen befaßten, auf dem Boden dieser Vorstellungen stehen, muß erwähnt werden, daß besonders *Haber* die bioelektrischen Ströme als Phasengrenzkräfte, und *Pauli* mit Hilfe von Säureeiweißketten erklärt. Die Auffassung als Phasengrenzkraft, wobei es sich bei der Erregung nicht um verschiedene Permeabilität, sondern um verschiedene Löslichkeit von Elektrolyten in verschiedenen „Phasen“ handelt, kann möglicherweise mit den bisherigen Auffassungen und bekannten Erscheinungen vereinigt werden, doch ist das — wie es auch *Höber* in einer kritischen Besprechung hervorhebt — bisher noch nicht geschehen. Gegenüber der Säure-Eiweißketten-Theorie *Paulis* muß bemerkt werden, daß diese nur für die Aktionsströme des Muskels berechtigt wäre (für diese wurde sie auch von ihrem Verfasser benutzt), daß es aber andererseits sehr unwahrscheinlich ist, daß die Aktionsströme des Nerven denselben Ursprung haben wie jene des Muskels. Beim Muskel wird bei der Erregung tatsächlich Säure gebildet, beim Nerven jedoch konnte das niemals nachgewiesen werden, so daß die Bildung von Säure schwerlich als Quelle des Aktionsstromes hingestellt werden kann.

Außer dem Aktionsstrom des Nerven ist bisher kaum etwas vollkommen Sicheres über den Erregungsvorgang im Nerven bekannt. Während die bisher behandelte rein physikalisch-chemische Auffassung des Erregungsvorganges sämtliche Erscheinungen ohne Zuhilfenahme von Stoffwechselvorgängen erklärt, hat insbesondere *Verworn* und seine Schule zu zeigen gesucht, daß ebenso wie das Wesen aller sonstigen Lebensvorgänge entsprechend unseren heutigen Auffassungen Oxydationen sind, so auch der Erregungsvorgang des Nerven auf Oxydationen beruht. In *Verworns* Laboratorium hat zuerst

¹⁾ Diese Untersuchungen sind zum Teil am Muskel und Herz und nicht am Nerven ausgeführt. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß der Erregungsvorgang in diesen dem Wesen nach der gleiche Vorgang ist wie im Nerven,

v. Baeyer gezeigt, daß der Nerv eines Frosches, wenn er stundenlang in sauerstofffreier Atmosphäre liegt, seine Erregbarkeit verliert, dieselbe jedoch sogleich wiedergewinnt, wenn man Sauerstoff hinzutreten läßt. Hieraus konnte allerdings mit recht großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß der Sauerstoff zum Erregungsvorgang notwendig ist, daß also bei demselben Oxydationen vor sich gehen.

Eine interessante weitere Stütze dieser Annahme hat A. Fröhlich gegeben, der zeigte, daß die sogenannte refraktäre Periode eines Froschnerven im Sauerstoffmangel außerordentlich verlängert wird. Reizt man einen Froschnerven zum Beispiel durch einen elektrischen Schlag, so verstreicht darnach eine kurze Zeit (einige tausendstel Sekunden), ehe ein neuer Reiz wieder wirksam wird. Diese am Nerven zuerst von Gotch beobachtete Periode wird die refraktäre Periode genannt. Nur nebenbei sei bemerkt, daß jedes reizbare Organ, z. B. Herz und Muskel, eine refraktäre Periode besitzt. — Im Sauerstoffmangel wird nun die refraktäre Periode bis zu 0,1 Sekunde lang. Auch das weist darauf hin, daß der Sauerstoff irgendeine Rolle beim Erregungsprozeß spielt und es läßt sich wohl denken, daß hier der Erholungsprozeß, welcher nach dem eigentlichen Erregungsvorgang dem Aktionsstrom folgt, und während dessen der Nerv noch nicht seine normale Reizbarkeit erreicht hat, durch den Sauerstoffmangel verzögert wird.

Allerdings fehlt in der ganzen Beweiskette, nach welcher im Erregungsvorgang des Nerven ein Oxydationsprozeß enthalten sein soll, bisher noch das Hauptglied, nämlich der sichere Beweis, daß der Nerv bei der Erregung tatsächlich mehr Sauerstoff verbraucht. Haberlandt hat versucht, diese Frage experimentell zu lösen. Der Sauerstoffverbrauch des Nerven bei der Erregung ist aber sicherlich so außerordentlich gering, daß er durchaus an der Grenze der Meßbarkeit liegt. Der Autor glaubt zwar, in einigen Fällen bei lang dauernder Reizung eine minimale Volumabnahme des Gases im Respirometer, entsprechend einem vergrößerten Sauerstoffverbrauch, bei der Erregung beobachtet zu haben, jedoch steht er selbst seinem Resultat etwas skeptisch gegenüber, und man ist deshalb gegenwärtig wohl berechtigt, die Frage mangels entsprechend empfindlicher Methoden noch nicht als endgültig gelöst zu betrachten.

Auch jene oben erwähnten Versuche über die Wirkung von Sauerstoffmangel auf den Erregungsvorgang beweisen nicht zwingend, daß der Sauerstoff zum Erregungsvorgang selbst notwendig ist. Denn — wie A. V. Hill treffend bemerkt — kann die Unentbehrlichkeit des Sauerstoffs ebensogut auch so erklärt werden, daß der Sauerstoff zu dem Ruhestoffwechsel des Nerven nötig ist und daß er den Nerv in jenem Zustand erhält, welcher zum Zustandekommen der Erregung unentbehrlich ist. Es ist möglich, daß der Sauerstoff nur eine ähnliche Rolle im Erregungsprozeß spielt, wie das Öl in der Maschine, das zur guten Funktion zwar unentbehrlich ist, aber nicht direkt verbraucht wird wie die Kohle.

Tatsache ist, daß es noch niemals gelang, auf einwandfreie Weise irgendein Stoffwechselprodukt bei der Nervenregung nachzuweisen. So konnte weder Kohlensäure, noch andere Säuren gefunden werden. Auch eine Wärmeproduktion, wie sie mit Oxydationen Hand in Hand zu gehen pflegt, ist bei der Erregung nicht nachgewiesen, selbst von A. V. Hill nicht, der mit einer so empfindlichen Methode gearbeitet hat, daß er selbst eine Erwärmung um $\frac{1}{1000000}^{\circ}\text{C}$ hätte konstatieren können, und daraus berechnet, daß, wenn in einem μ^3 ein Molekül O_2 verbraucht worden wäre, die entsprechende Wärmemenge meßbar gewesen wäre. Allerdings kann auch gegen diesen negativen Befund jener Einwand erhoben werden, den Garten älteren derartigen Untersuchungen gegenüber schon äußerte: wenn neben einem exothermischen Prozeß im Nerven auch ein endothermischer bei der Erregung abläuft, so könnte die Wärmeproduktion dadurch verdeckt werden.

Eine neuere Beobachtung weist aber doch wieder darauf hin, daß dem Sauerstoff eine Rolle bei der Erregung zukommt. Sochor hat in Gartens Laboratorium gefunden, daß bei Sauerstoffmangel sehr bald die sogenannte positive Nachschwankung verschwindet. Hering hatte vor geraumer Zeit beobachtet, daß nach dem eigentlichen Aktionsstrom oder negativen Schwankung noch eine zweite elektrische Welle von entgegengesetzter Richtung folgt, die er als positive Nachschwankung bezeichnete. Diese ist nicht so regelmäßig wie die eigentliche Aktionsstromwelle, auch nicht immer zu beobachten und von wechselnder Stärke und Länge. Hering nahm an, daß die negative Schwankung einer Dissimilation, die positive Nachschwankung dagegen einer Assimilation entspricht. Während der negativen Schwankung würde Substanz zerfallen und während der positiven Nachschwankung würde diese wieder aufgebaut. Diese Anschauung wird nun tatsächlich durch Sochors Befunde sehr gestützt. Im Sauerstoffmangel kann die Dissimilation, die negative Schwankung, noch geraume Zeit vor sich gehen, während die Assimilation mangels Sauerstoff bald aufhört.

Von einem ähnlichen Gesichtspunkt wäre auch der Befund von Vészi und von Dittler zu erklären, nach denen während der positiven Nachschwankung ein neuer Reiz einen kleineren Effekt hat als vorher. Auch das weist darauf hin, daß während der positiven Nachschwankung ein Restitutionsprozeß abläuft und bis dieser nicht beendet ist, kehrt die volle Erregbarkeit nicht zurück. Wahrscheinlich gehört hierher auch der Befund Verzárs, daß die Polarisierbarkeit des Nerven nach einem Reiz bis über eine Sekunde vermindert ist, die verminderte Permeabilität also erst langsam restituiert wird.

Man hat natürlich auch gesucht, morphologische Veränderungen während der Nervenreizung zu finden. Höber und ebenso Wilke haben versucht, mit dem Ultramikroskop jene supponierte kolloidale Zustandsänderung im Nerven direkt zu beobachten, jedoch ohne Erfolg. Unlängst hat Stübel an Hand von Mikrophotographien gezeigt, daß bei lange gereizten Nerven konstante Strukturveränderungen zu sehen sind. Es vergrößert sich das die Neurofibrillen zu-

sammenhaltende Netzwerk. Vielleicht kann dieser Befund einst noch mit den physikalisch-chemischen Tatsachen vereint werden, vielleicht ist er der Ausdruck einer Quellung der Fibrillen bei der Erregung.

Fassen wir nun kurz das zusammen, was als gut begründet von diesen Erscheinungen gelten darf. Sicher ist die Negativität der erregten Stelle (der Aktionsstrom), die positive Nachschwankung, die Abnahme der Polarisierbarkeit und die refraktäre Periode. Wahrscheinlich — jedoch in Einzelheiten noch nicht geklärt — ist auch ein Oxydationsprozeß, und ferner eine kolloidale Zustandsänderung im Erregungsvorgang enthalten.

Wenn wir nun versuchen, diese verschiedenen Tatsachen unter einen möglichst einheitlichen Gesichtspunkt zu bringen, so können wir uns etwa das folgende Bild vom Erregungsvorgang im Nerven machen, wie er durch einen Reiz irgendwelcher Abstammung zustande kommt:

Im Nerven grenzen verschiedene Phasen kolloidaler Stoffe aneinander. Histologisch wissen wir, daß der Achsenzylinder von einer myelinen Hülle umgeben ist. Im Achsenzylinder selbst wieder liegen die Neurofibrillen in eine Bindesubstanz eingebettet. Wir haben also auch histologisch genügend Grundlagen dafür, um verschiedene Phasen zu supponieren, doch können wir allerdings bis heute nicht entscheiden, welcher von diesen morphologischen Strukturen die Leitung zukommt. Diese kolloidalen Phasen können, um den Bildern der Membrantheorie zu entsprechen, auch als Membranen aufgefaßt werden, und entweder durch die Semipermeabilität dieser Membranen oder auf Grund von Phasengrenzkraften bestehen starke Elektrolyt-Konzentrationsunterschiede an den beiden Seiten der Membran oder zwischen beiden Phasen.

Die Erregung bewirkt nun primär eine kolloidale Zustandsänderung jener Membran, so daß ein Ausgleich des Elektrolyt-Konzentrationsunterschiedes zustande kommt, was sich in der negativen Schwankung bzw. Aktionsstrom äußert. Die Änderung der Salzkonzentration bewirkt aber andererseits auch in der nächsten Umgebung eine weitere Ausfällung von Kolloiden und so breitet sich die kolloidale Zustandsänderung im Nerven weiter aus, immer eine „Permeabilitätsänderung“ hervorruhend. Beim elektrischen Reiz ist wohl die Salzkonzentrierung das Primäre und erst durch diese folgt die kolloidale Zustandsänderung. Bei der Fortpflanzung der Erregung spielen nach dem soeben Gesagten auch wohl die Elektrolyte die Hauptrolle, während andererseits gerade die kolloidale Zustandsänderung zur Elektrolytkonzentrationsänderung führt. Beim Reiz (local excitatory process) ist die Salzkonzentrierung, bei der Fortpflanzung der Erregung dagegen (propagated disturbance) die kolloidale Zustandsänderung das Primäre. Hieraus geht schon hervor, daß zwischen diesen beiden Dingen ein inniger Zusammenhang und dennoch ein wesentlicher Unterschied ist. So erklärt sich auch, daß nach K. Lucas mehrere schwache Reize, die selbst keine Erregungswelle in Gang setzten, nacheinander auf eine Stelle des Nerven appliziert, dennoch eine Reizwelle hervorgerufen, wenn sie nämlich zusammen eine genügend große

Elektrolytkonzentrierung hervorbringen, um das Kolloid auszufällen.

Der direkte Beweis für die Permeabilitätsänderung von Membranen ist die Abnahme der Polarisierbarkeit des Nerven in der Erregung. Da diese aber den eigentlichen Erregungsvorgang sehr lange überdauert, so geht hieraus hervor, daß eine vollkommene Restitution der kolloidalen Zustandsänderung erst langsam erfolgt.

Die refraktäre Periode ist wohl jene Zeit, in welcher die kolloidale Zustandsänderung unter Sauerstoffverbrauch restituiert wird. Um das Kolloid wieder in feine Verteilung zu bringen, muß wegen der außerordentlichen Vergrößerung der Oberflächenenergie von außen dem System Energie zugeführt werden; ebenso wie eine kolloidale Platinlösung z. B. im elektrischen Lichtbogen unter bedeutendem Energieverbrauch hergestellt wird. Der Ausdruck dieses Energieverbrauches ist der Sauerstoffverbrauch des Nerven; im Sauerstoffmangel wird ebendeshalb auch die refraktäre Periode verlängert; die Restitution geht langsamer vor sich.

Dieser energieliefernde Vorgang muß außerhalb des bisher behandelten zweiphasigen Systems liegen und wird durch die Kolloidfällung ausgelöst. Er ist um so stärker bzw. um so länger, je stärker die kolloidale Zustandsänderung und verläuft nach der Art physiologischer Stoffwechselprozesse unregelmäßig mit wechselnder Stärke. Dieser Prozeß bedingt eine elektrische Erscheinung ganz anderer (unbekannter) Natur, nämlich die positive Nachschwankung. Hieraus wird verständlich, daß die positive Nachschwankung im Sauerstoffmangel sehr bald verschwindet.

Nach diesen Anschauungen, die sich auf Darstellungen von *Verworn*, *Höber*, *Lucas* und anderen stützen, ist also der Erregungsvorgang zusammengesetzt aus zwei verschiedenen Prozessen. Zu dem ersten, dem eigentlichen Erregungsvorgang, gehört die kolloidale Zustandsänderung mit ihren Folgen, wie Aktionsstrom und Polarisierbarkeitsabnahme; hierauf folgt allerdings bereits während des Aktionsstroms der zweite, die Restitution, unter Sauerstoffverbrauch, mit der refraktären Periode, der Nachwirkung der verminderten Polarisierbarkeit und der positiven Nachschwankung.

Dieses Bild ist — das wollen wir nicht verschweigen — noch sehr hypothetisch, man muß es aber bereits als einen großen Fortschritt betrachten, daß wir heute fähig sind, die beobachteten physiologischen Tatsachen mit solchen physikochemischen Modellen zu vergleichen, welche prinzipiell im Organismus verwirklicht sein können.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1912.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg,
Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In den Heften 8, 10, 12 und 14 dieser Zeitschrift ist in vier größeren Artikeln die Tätigkeit

der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in den ersten 25 Jahren ihres Bestehens geschildert worden. Ein Bericht über die Tätigkeit in jedem Kalenderjahre wird alljährlich seitens des Präsidenten der Anstalt dem Kuratorium erstattet und erscheint alsdann im Auszug in der der Reichsanstalt nahestehenden „Zeitschrift für Instrumentenkunde“. Auch über die Tätigkeit im Jahre 1912 ist ein solcher Bericht in der genannten Zeitschrift S. 84–98, 111–130, 153–172 veröffentlicht worden, dem das Folgende entnommen ist. Dabei ist auf die Prüfungstätigkeit der Reichsanstalt, deren Umfang aus jenen vier genannten Artikeln ersichtlich ist, im allgemeinen hier nicht mehr eingegangen.

Wir beginnen mit der Besprechung der Tätigkeit der ersten, physikalischen Abteilung, die von Prüfungsarbeiten ganz frei ist und sich nur der wissenschaftlichen Forschung zu widmen hat.

Unter den Arbeiten aus dem Gebiete der *Mechanik* und *Wärmelehre* werden zuerst diejenigen erwähnt, die sich auf den weiteren Ausbau der praktischen Temperaturskala beziehen. Es sind das Vergleichen von Widerstandsthermometern mit dem Wasserstoffthermometer zwischen 0° und –190°. Da in diesem Bereich der Widerstand des Platins eine verwickelte Funktion der Temperatur ist, so war es nicht ausreichend, die Vergleichung in den leicht herstellbaren Bädern der flüssigen Luft und des Gemisches aus fester Kohlensäure und Alkohol vorzunehmen. Es gelang einen für den vorliegenden Zweck geeigneten Flüssigkeitsthermostaten zu konstruieren, der jede Temperatur zwischen 0° und –150° zu erzeugen und beliebig lange auf 0,02° bis 0,03° konstant zu halten gestattet. Die absolute Genauigkeit der gasthermometrischen Temperaturmessung betrug dann mindestens 0,04°. Vier mit dem Wasserstoffthermometer verglichene Platinwiderstandsthermometer lieferten bis auf 0,1% übereinstimmende Werte für das Verhältnis $R = r/r_0$ der zu den Temperaturen t° und 0° gehörigen Widerstände. Die von *Callendar* aufgestellte quadratische Beziehung zwischen Widerstand und Temperatur erwies sich bis zu –40° als gültig. Unterhalb dieser Grenze liefert sie zu niedrige Temperaturen und zwar bei –100° um etwa 0,2°, bei –200° um etwa 2°. Bei Benutzung weniger reinen Platins zeigte es sich, daß die Größen R der einzelnen Thermometer bei tiefen Temperaturen um so mehr voneinander abweichen, je mehr dies bei 100° der Fall ist, d. h. also, je mehr sich ihre zwischen 0° und 100° gemessenen mittleren Temperaturkoeffizienten

$$\alpha = \frac{r_{100} - r_0}{100 r_0}$$

unterscheiden. Beträchtlich vermindert erscheinen die Unterschiede, wenn man die Platintemperaturen

$$t_p = \frac{R - 1}{\alpha}$$

miteinander vergleicht; bei den untersuchten Platinthermometern betrugen diese Differenzen bis zu 0,5%. Zur Reduktion verschiedener Thermometer aufeinander ließ sich innerhalb der Grenzen der

Beobachtung zwischen ihren Platintemperaturen t_p' und t_p die Beziehung

$$(t_p' - t_p) = c t_p (t_p - 100)$$

aufstellen, wo c eine Konstante ist, die experimentell ermittelt werden muß. Aus der vorstehenden Gleichung leitet man für den Unterschied $R' - R$ des Widerstandsverhältnisses zweier Platinthermometer den Ausdruck

$$R' - R = A(R - 1) + B(R - 1)^2$$

ab, wenn man

$$A = \frac{\alpha'}{\alpha} (1 - 100c) - 1 \quad \text{und} \quad B = \frac{\alpha'c}{\alpha}$$

setzt. Diese Beziehung ermöglicht es, nach eingehender Eichung eines Thermometers sofort eine Eichungstabelle für jedes bei nur einer Temperatur mit ihm verglichene andere Thermometer aufzutellen. — Einige mit Bleiwiderstandsthermometern angestellte Versuche lehrten, daß im Gegensatz zum Platin bei diesen durch Abkühlen und Erwärmen permanente Änderungen des Widerstandes auftreten, die sich bei dem einen Material auf einige Hunderttausendstel beliefen. Das andere wegen seines um 1,5% kleineren Temperaturkoeffizienten als weniger rein angesehene Blei zeigte besonders beim Erwärmen auf 100° erheblich stärkere Änderungen.

Über Versuche betreffend die spezifische Wärme von Gasen in tiefer Temperatur soll in einem besonderen Artikel in einem der kommenden Hefte dieser Zeitschrift berichtet werden. Dagegen sei über Messungen der spezifischen Wärme von Gasen bei hohen Drucken folgendes mitgeteilt. Die Versuche zur Bestimmung der mittleren spezifischen Wärme der Luft zwischen 20 und 100° wurden zunächst bis zum Druck von 50 at durchgeführt. Um die Unterschiede im Wärmeverlust des Kalorimeters bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten zu bestimmen, wurde das Temperaturgefälle, sowohl im Eintrittsrohr wie im Austrittsrohr des Kalorimeters mit Thermoelementen gemessen. Aus dem Temperaturgefälle längs der Rohrwand und ihrem Wärmeleitvermögen ergibt sich die Veränderlichkeit der Ableitung, die von der größten Strömungsgeschwindigkeit (36 kg Luft/Stunde) bis zur kleinsten (8 kg/Stunde) um etwa 2 kcal/Stunde variiert. Ebenso sind die Wärmemengen, die durch die auf den Rohren angebrachte Isolierschicht hindurchgehen, bei den verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten um etwa 1 kcal/Stunde veränderlich, was ebenfalls berücksichtigt wurde. Der unveränderliche Teil der Wärmeverluste betrug etwa 5 kcal/Stunde, während im ganzen 200 bis 700 kcal/Stunde elektrisch zugeführt wurden. Bisher sind 21 Versuche angestellt, nämlich 6 bei 1 at, 9 bei 25 at und 6 bei 50 at. Sie ergeben im Mittel für die Temperatur von 60° eine Zunahme der spezifischen Wärme von 1‰ für eine Drucksteigerung von 1 at. Dies Ergebnis ist mit den Beobachtungen von *Regnault* vereinbar. Die Genauigkeit seiner Versuche, die bei Drucken zwischen 1 und 12 at angestellt wurden, ließ allerdings mit Sicherheit keine Veränderung

mit dem Druck erkennen. Die Beobachtungen von *Lussana* ergeben einen viel größeren Wert: für Drucke zwischen 1 und 50 at fand er 6 ‰ Zunahme auf die Atmosphäre.

Als Vorarbeiten für die Bestimmung der Zustandsgleichung von Argon sind mit der schon früher beschriebenen Apparatur mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{2}$ ‰ die Isothermen von trockener, kohlenäurefreier Luft bei 0° für Drucke zwischen 19 und 152 m Quecksilber und bei 100° für Drucke zwischen 19 und 76 m Quecksilber festgelegt worden. Alle Drucke sind mit der Druckwage gemessen. — Zur Kontrolle des Hochdruckvolumens wurden bei 0° die $p v$ -Werte mit zwei verschiedenen Piezometern bestimmt. Zur Kontrolle des Niederdruckvolumens und der Niederdruckmessung wurde mit dem Glaskolben die Isotherme von Luft bei 15° zwischen $\frac{1}{2}$ m und 1 m Quecksilber ermittelt. Die Resultate stimmen auf 0,1 ‰ mit den Chappuisschen Werten für Stickstoff von 15° überein. Die Grenze der Genauigkeit der vorliegenden $p v$ -Bestimmung liegt hauptsächlich darin, daß der wirksame Querschnitt der Druckwage nur auf rund 0,3 ‰ genau zu erhalten ist.

Unter den *elektrischen Arbeiten* sind Widerstandsmessungen an Normalen erwähnenswert. Normalwiderstände des Bureau of Standards in Washington sind, nachdem sie inzwischen in England, Frankreich und Amerika verglichen worden waren, abermals an die Reichsanstalt gelangt, von wo sie über Frankreich und England wieder nach Amerika zurückgesandt wurden. Die Messungen in den verschiedenen Laboratorien zeigen eine so gute Übereinstimmung, als man es erwarten kann, so daß hieraus ein Rückschluß auf die Unveränderlichkeit und Übereinstimmung der Widerstandseinheiten der vier in Betracht kommenden Länder gezogen werden kann.

Von Messungen internationalen Charakters an Normalelementen wurde im Berichtsjahr nur eine ausgeführt, indem eine Anzahl Normalelemente des Laboratoire Central d'Electricité in Paris mit der Spannungseinheit der Reichsanstalt verglichen wurde. Die Abweichungen der Elemente überstiegen nicht die gewohnten Grenzen von wenigen Hunderttausendsteln, so daß auch hier auf eine ausreichende Unveränderlichkeit der Einheiten in beiden Ländern geschlossen werden darf.

Eine andere Arbeit elektrischen Charakters beschäftigt sich mit der Ausarbeitung eines Verfahrens, welches das magnetische Verhalten des Eisens für hohe Frequenzen quantitativ zu untersuchen gestattet. Die Notwendigkeit, bei diesen Untersuchungen einen zuverlässigen, mit photographischer Registrierung versehenen Hochfrequenz-Oscillographen für kleine Schwingungsamplituden zu verwenden, führte zur Berechnung und Konstruktion einer Braunschen Röhre unter Benutzung der neuesten Erfahrungen. Der Oscillograph ist außerordentlich empfindlich und gestattet Momentaufnahmen bis zu $\frac{1}{10}$ Sekunde, erlaubt also, auch labile Schwingungsvorgänge photographisch zu fixieren.

Für die photochemische Desozonisierung wurde das Verhältnis der zerstörten Ozonmenge zu der ab-

sorbierten Strahlung bestimmter Wellenlängen untersucht, wobei die Ozonkonzentration zwischen 0,5 und 11 Vol. % variierte. Die höheren Ozonkonzentrationen erhielt man durch Ozonierung in Siemensröhren bei -79° . Das genannte Verhältnis ergab sich, mit der Ozonkonzentration von 1 % Konzentration ab aufwärts wachsend, größer in feuchtem als in trockenem Gas, in trockenem Gas um so größer, in je höherem Maß der Sauerstoff durch Stickstoff ersetzt wurde. Eine Lösung von Ozon in nahezu reinem Stickstoff erhielt man, indem man Ozon bei -175° verflüssigte, den Sauerstoff durch Stickstoff vertrieb und alsdann unter Temperatursteigerung mittels einer Heizspule das Ozon in einen Stickstoffstrom hinein verdampfte.

Die Diffusion von Metallen in Glas, über deren experimentelle Beobachtung weiter unten berichtet wird, wurde unter bestimmten Annahmen theoretisch untersucht.

Von den Arbeiten aus dem Gebiete der *Strahlung* ist diejenige über die Bestimmung der Konstanten c des Strahlungsgesetzes schwarzer Körper abgeschlossen und veröffentlicht. Für Normalbestimmungen kommt nur die Methode der Isochromaten in Betracht. Bei Versuchen mit dem offenen Strahler nach *Lummer* und *Kurlbaum* wurden immer dieselben Temperaturen T_1 und T_2 thermoelektrisch reproduziert, dabei das im Strahler befindliche Thermoelement nach Bedarf an ein als unveränderlich erwiesenes Normalthermoelement angeschlossen. Es war $T_1 = 1337^\circ \pm 1^\circ$, nämlich um $1,2^\circ$ höher als der Goldschmelzpunkt, für welchen nach *Day* und *Sosman* $T = 1335,8^\circ$ angenommen wurde. T_2 wurde nicht, wie bisher üblich, unabhängig von T_1 , sondern aus T_1 nach dem Verschiebungsgesetz radiometrisch bestimmt. Dies hat den wichtigen Vorteil, daß Fehler in c wegen unrichtiger Bestimmung von T_1 im Verhältnis $(T_2 - T_1) / T_2$ verkleinert werden. Ebenso vermindern sich die Fehler wegen unvollkommener Schwärze, welche sowohl T_2 wie das Intensitätsverhältnis q_{21} bei T_2 und T_1 zu groß erscheinen lassen, so daß zwei Fehler sich teilweise kompensieren. Aus Versuchen mit Quarzprismen ergab sich $T_2 = 1673,4^\circ \pm 0,6^\circ$. Photometrisch wurde für $\lambda = 0,6563$ gefunden $\log q_{21} = 1,431$, woraus $c = 14\,385$ folgt. Im Mittel ergibt sich aus dem Wert bei $\lambda = 0,6563$ und Werten bei vier Wellenlängen im Ultrarot mit einem Quarzprisma von 60° $c = 14\,381$. — Mit diesem Prisma wurden auch Versuche bei höheren Temperaturen unter Anwendung eines Vakuum-Kohlestrahlers vorgenommen. Die Einstellung des Kohlestrahlers auf T_1 erfolgte, indem man das Verhältnis der prismatischen Intensitäten bei zwei Wellenlängen ($\lambda = 1,132$ und $1,709$) in ihm auf denselben Wert brachte, welchen der offene Strahler nach thermoelektrischer Einstellung auf $1673,4^\circ$ zeigte. Das Ergebnis war

$$c = 14370 \pm 40 \text{ und } \lambda_m T = 2894 \pm 8.$$

Die Unsicherheit $\pm 40^\circ$ rührt besonders von Unsicherheiten in T_1 und T_2 her. — Die c -Werte aus Isothermen stimmen hiermit hinreichend überein, scheiden aber für Normalbestimmungen aus. Die folgende Tabelle dient zur Vergleichung des ge-

gefundenen c -Wertes mit der Day-Sosmanschen Skale, indem aus dem Helligkeitsverhältnis beim Palladium- und Goldschmelzpunkt die Temperatur des ersteren mit $c = 14\,370$ berechnet ist:

λ	q_{21}	T_2	t_2
0,5893	131 \pm 2,6 (Nernst u. v. Wartenberg)	1822,5 ⁰ \pm 3 ⁰	1548,9 ⁰ \pm 3 ⁰
0,6563	80,5 (Hoffmann u. Meißner)	1824,1 ⁰	1550,5 ⁰
"	81,5 (Hoffmann u. Meißner, neuere Bestimmung)		1552,4 ⁰
			Mittel: 1550,6 ⁰

t_2 bezieht sich auf die Day-Sosmansche Stickstoffsskale, welche bei Reduktion auf die absolute Skale am Palladiumschmelzpunkt um + 0,5⁰ zu korrigieren ist. Day und Sosman finden $t_2 = 1549,2^0$.

Die vorstehend skizzierten Versuche sind mit Quarzprismen angestellt und zeigen also untereinander und mit gashermometrischen Messungen gute Übereinstimmung. Versuche mit Flußspatprismen lieferten in beiden Hinsichten auch nicht annähernd so befriedigende Ergebnisse. Diese Tatsachen lassen den Flußspat vorläufig nicht als einwandfreies Material für c -Bestimmungen erscheinen und haben dazu geführt, die Ergebnisse der Flußspatversuche zu verwerfen.

Von anderen Arbeiten aus dem Gebiete der Strahlung werden solche über die Struktur der Hauptlinie von Hg $\lambda\,5461$ genannt, wobei frühere Resultate bestätigt wurden, ferner Versuche über die Struktur der Linien der Alkalimetalle. Die Untersuchung der an keilförmigen Platten bei beliebigen Einfallswinkeln gefundenen scharfen Interferenzstreifen wurde abgeschlossen. Danach ist als feststehend zu erachten, daß bei verschiedenen Anordnungen die bisherigen hohen Anforderungen an die Güte der planparallelen Platten in einem Punkte, nämlich hinsichtlich der Parallelität, nachgelassen werden können, da ein geringer Keilwinkel zwischen den ebenen Oberflächen der Platten nicht stört, wenn das Licht in der Hauptebene der Keilplatte läuft. Z. B. wird das früher angegebene Interferenzprisma technisch nunmehr leichter herstellbar sein als früher, da die Forderung außerordentlich genauer Parallelität der gegenüberliegenden Flächen wahrscheinlich nicht mehr erhoben zu werden braucht.

Die ersten Versuche mit dem neuen großen Beugungsgitter haben befriedigende Resultate ergeben. Photographische Aufnahmen der Bogen-spektren von Eisen, Nickel und Mangan zwischen $\lambda\,4000$ bis 6500 ließen erkennen, daß die praktisch erhältliche Auflösung des Gitters nicht hinter der theoretisch berechneten zurücksteht (die Dispersion beträgt in 1. Ordnung pro 1 mm 2 A.-E.). Hier-nach ist zu erwarten, daß den Anforderungen der International Union for Cooperation in Solar Research, betreffend die Herstellung von Wellen-längennormalen 3. Ordnung genügt werden kann, und daß sich eine Ergänzung der bisher vorliegen-

den Wellenlängentabellen wird geben lassen.

Es wurden sehr langsame Kanalstrahlen (bis hin-ab zu ca. 50 Volt) hergestellt und gezeigt, daß diese noch immer imstande sind, im Gase Leuchten und Ionisation hervorzurufen. Bezüglich der Anoden-fälle in Halogendämpfen wurde gefunden, daß in elektronegativen Gasen, wie Chlor, Jod, eine be-trächtliche Abhängigkeit des Anodenfalls von der Größe der Anodenoberfläche stattfindet, ein Ver-halten, das in Parallele steht zum Verhalten der Kathode in gewöhnlichen Gasen; man hat also in elektronegativen Gasen einen normalen und einen anormalen Kathodenfall.

Bei Versuchen mit Kathodenstrahlen wurde be-merkt, daß an den Übergangsstellen vom Gase zu einem metallischen Leiter elektrische Doppelschich-ten von großer Variabilität auftraten, welche die Messung des von den Strahlen durchlaufenen Po-tentialgefälles sehr behindern. Die Untersuchung dieser Doppelschichten ist begonnen worden. Dabei wurde gefunden, daß die Farbe eines Kathoden-strahls von seiner Geschwindigkeit abhängt, und daß sich die verschiedenfarbigen Teile einer Gasent-ladung durch Kathodenstrahlen verschiedener Ge-schwindigkeiten erhalten lassen. Man kann auf diese Weise verschiedene Spektren eines Gases von-einander trennen.

Mit der Einrichtung eines *Laboratoriums für Arbeiten auf dem Gebiete der Radioaktivität* wurde im Oktober 1912 begonnen. Es sind eine Reihe von Apparaten für radioaktive Messungen aufgestellt, unter anderem eine Anordnung zur genauen Ge-haltsbestimmung von Radiumpräparaten und Vor-richtungen für die häufig wiederkehrende Aufgabe, Radiumemanation von Radium abzutrennen und zu konzentrieren. Das Laboratorium führt jetzt auch die Erledigung der Anträge auf Prüfung radioaktiver Präparate aus.

Wir wenden uns jetzt zu wissenschaftlichen Ar-beiten der zweiten, technischen Abteilung. Im Prä-zisionsmechanischen Laboratorium sind Versuche darüber im Gange, wie sich kugelige Endmaße, wenn sie unter Druck aneinander geschoben werden, de-formieren. Der diese Erscheinung darstellenden Theorie von H. Hertz liegt die Voraussetzung zu-grunde, daß bei nahezu gleichem Elastizitätsmodul der Materialien beider Kugeln die durch gegenseitige Abplattung entstehende Berührungsfläche eine Ebene sei. Dies dürfte hinreichend genau zutreffen, wenn die Radien der beiden Kugeln einander nahe gleich sind, bei erheblicher Ungleichheit aber ist es wahrscheinlich, daß die stärker gekrümmte Fläche in die schwächer gekrümmte eindringt.

Seitens des *Starkstromlaboratoriums* sind wissen-schaftliche Untersuchungen in größerer Zahl aus-geführt. An erster Stelle wird über die groß an-gelegte absolute Ohmbestimmung berichtet, die in Gemeinschaft mit dem *Schwachstromlaboratorium* unternommen wird. Nachdem mehrere Spulen großer Dimensionen absolut ausgemessen und auf Grund hiervon deren Selbstinduktion berechnet worden war, wurden jetzt die Verhältnisse dieser Selbstinduktionen experimentell nachgeprüft. Es zeigte sich, daß teilweise noch geringe Differenzen

zwischen Rechnung und Beobachtung bestehen bleiben, die aufzuklären sind.

Weitere Arbeiten des Starkstromlaboratoriums haben wesentlich elektrotechnisches Interesse und mögen darum hier nur kurz aufgezählt werden: Verwendung eines Wandlers vor dem Nullinstrument einer Wechselstrombrücke, Messung des Phasenwinkels von Widerständen, Bau eines Normal-Luftkondensators, Untersuchungen über den Energieverlust in Dielektriken, Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten fester Körper mit Hilfe eines Dreipplatten-Kondensators mit geerdeten äußeren Belegungen, dessen Kapazität unabhängig von der Umgebung, also eindeutig definiert ist; ferner Untersuchung von Ferraris-Meßgeräten, Untersuchung über den Einschaltstromstoß und Vorkontaktwiderstand beim Transformator, Konstruktion eines magnetischen Spannungsmessers, Messung zusätzlicher Verluste, Untersuchung der Boasschen Eichmaschine, Einfluß der Kurvenform auf die Fehlerkurve eines Zählers, Bau einer Wirbelstrombremse und von Torsions-Dynamometern, bei denen die von Brodhun für die Photometrie benutzte Anordnung eines während der Rotation ablesbaren Sektors nutzbar gemacht wird. — Der Wellenlängenbereich der zur Prüfung eingesandten Wellenkurven ist entsprechend den Bedürfnissen der drahtlosen Telegraphie gegen früher beträchtlich erweitert. Es wurden Apparate für Wellenlängen bis zu 25 000 m geeicht. Die hierdurch geforderte Erweiterung der den Messungen zugrunde liegenden Wellenlängen-Skala geschah durch Beschaffung weiterer Normalkreise, deren Eigenwellenlänge sich aus ihrer Selbstinduktion und Kapazität berechnen läßt.

Die Untersuchungen über die Widerstandszunahme von Spulen bei schnellen Schwingungen sind nach verschiedenen Richtungen hin ausgedehnt worden. Es wurden vor allem Spulen aus Kupferbändern untersucht, und zwar zunächst kurze einlagige Zylinderspulen mit dicht nebeneinander liegenden Windungen. Wie zu erwarten war, trat bei den Bandspulen bereits bei einer erheblich niedrigeren Frequenz als bei den Spulen aus runden Drähten die früher beobachtete Erscheinung ein, daß ihr Widerstand kleiner als der entsprechender Litzenspulen war. Wegen der weiteren Resultate muß auf den Bericht selbst verwiesen werden.

Die Versuche über die elektrolytische Ventilwirkung wurden durch das Studium des elektrochemischen Verhaltens des Eisens in Schwefelsäure fortgesetzt, wobei sich interessante Resultate ergaben. Störungen, die bei der elektrolytischen Einführung von Silber aus geschmolzenem Silbernitrat in Glas beobachtet wurden, wurden verfolgt und es wurde als ihre Ursache eine sich über die Elektrolyse lagernde Diffusion von Silber in Glas erkannt. Das Silber diffundiert in Form freier Ionen aus dem geschmolzenen Silbernitrat in das Glas, und für jedes eintretende Silberion tritt ein Natriumion aus dem Glase aus. Die Leitfähigkeit des benutzten Thüringer Glases wurde durch den Ersatz des Natriums durch Silber auf das 1,5 fache erhöht. Die in das Glas diffundierende Silbermenge ist der Wurzel der Diffusionsdauer und der Wurzel aus

der Leitfähigkeit des Glases multipliziert mit der absoluten Temperatur proportional. Die Konzentration des Silbers im Glase nimmt mit zunehmender Tiefe geradlinig ab. — Auch aus geschmolzenem Chlorsilber und Bromsilber diffundiert Silber in Glas. Die aus diesen Schmelzen in Glas einwandernden Silbermengen nehmen stark ab, wenn den Schmelzen Chlornatrium oder Bromnatrium zugesetzt wird. Aus der als Funktion dieser Zusätze gemessenen Silbereinwanderung läßt sich mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes der Dissoziationsgrad von reinem, geschmolzenem Chlorsilber und Bromsilber berechnen und zwar ergab sich der Dissoziationsgrad für Chlorsilber bei 461° zu $1,3 \cdot 10^{-3}$, für Bromsilber bei 450° zu $2,4 \cdot 10^{-4}$.

Im Jahre 1912 sind 16 *Prüfungen neuer Zähler-systeme* oder Ergänzungen zu früher zugelassenen Systemen angemeldet worden. 13 Anträge wurden zugelassen, 3 abgelehnt, 1 zurückgezogen. 11 Bekanntmachungen über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfümter sind herausgegeben worden, welche die Nummern 67 bis 76 tragen.

Im *Magnetischen Laboratorium* ergaben Untersuchungen über den Induktionsfluß und die Streuungsverhältnisse bei einem Ring aus magnetisch weichem Flußeisen die Unrichtigkeit der verbreiteten Ansicht, daß es zur Erzielung eines bestimmten Induktionsflusses im magnetischen Kreis im wesentlichen nur auf die *Anzahl* der Amperewindungen ankomme, nicht aber auf deren Anordnung.

Zur Untersuchung des Einflusses von Erschütterungen auf die magnetischen Eigenschaften von Dynamoblech wurden sechs Paare von Probebündeln aus geglühtem Dynamoblech verschiedener chemischer Zusammensetzung im Joch untersucht. Sodann wurde die eine Hälfte etwa 100 Stunden lang in einer rotierenden Blechtrommel geschüttelt, während die zur Kontrolle dienende andere Hälfte der Bündel ruhig lagerte. Die noch nicht abgeschlossenen Versuche ergaben tatsächlich einen deutlichen Einfluß der Erschütterungen.

Versuche haben ergeben, daß es mittels einer Kombination von Joch- und Isthmusmethode möglich ist, Feldstärken von 3000 bis 4000 Gauß innerhalb der Jochspule zu erzielen und daß in dieser Anordnung die gewöhnlichen Stäbe von 6 mm Durchmesser auch bis zur Sättigung untersucht werden können.

Aus dem *Laboratorium für Wärme und Druck* wird berichtet, daß am 1. Oktober 1912 in den Prüfungsbestimmungen für die ärztlichen Thermometer Verschärfungen eingetreten sind. Danach werden nur noch Thermometer zugelassen, die oben zugeschmolzen sind und deren Kapillarende freisichtbar ist; ferner dürfen die Unterschiede, welche die Maximumthermometer in der betreffenden Temperatur und nach dem Erkalten zeigen, nicht mehr als 0,10° C betragen; endlich wird für die Minutenthermometer gefordert, daß sie die Temperatur eines Wasserbades von 41° in längstens zehn Sekunden annehmen. — Die Nachprüfung von 70 aus Krankenanstalten eingeforderten Thermometern

hat ergeben, daß von diesen durch einen Gebrauch von 3 bis 10 Wochen 17 Stück unzulässig geworden sind, d. h. 24 % genügten nicht mehr strenge den Forderungen der Prüfungsbestimmungen. Es wird also die Frage erwogen werden müssen, ob nicht nach einer gewissen Zeit eine Nachprüfung der ärztlichen Thermometer gefordert werden sollte.

Bezüglich der elektrischen Widerstandsthermometer wurde der Schwefelsiedepunkt daraufhin untersucht, wieweit seine Konstanz von der Versuchsanordnung, insbesondere der Art der Schutzhülle abhängig ist, mit der die Widerstandsspule umgeben sein muß. Die Verhältnisse sind jetzt genügend geklärt.

Über die Vergleichung von hochgradigen, fundamental bestimmbaren Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas 59 III und Jenaer Verbrennungsröhrenglas mit dem Widerstandsthermometer ist eine ausführliche Veröffentlichung erschienen. Aus der durch die Untersuchung gewonnenen relativen Ausdehnung des Quecksilbers in Glas 59 III wurde weiter die absolute Ausdehnung des Quecksilbers in Temperaturen zwischen 300 und 550° C ermittelt.

Die Beobachtungen über das Helligkeitsverhältnis der Strahlungen beim Palladium- und Goldschmelzpunkt sind fortgesetzt und zum vorläufigen Abschluß gebracht worden. Über die Resultate vgl. weiter oben (Hoffmann und Meißner).

Daß mehrere Arbeiten bezüglich der Apparate zur Untersuchung der Erdöle (Petroleumprober, Zähigkeitsmesser, Siedeapparate) ausgeführt wurden, mag hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Die internationale Einführung des Abel-Penskyschen Apparates für die Bestimmung der unterhalb 50° C liegenden Entflammungspunkte von Leuchtölen gewinnt dadurch noch an Bedeutung, daß neuere Versuche in der Reichsanstalt dargetan haben, daß der Abel-Penskysche Apparat auch noch bis mindestens 104° C brauchbar ist, wenn der Mantel des Heizbades aus hartgelötetem Material hergestellt und zur Füllung Palmin benutzt wird.

Im Anschluß an Versuche von Endell und Riecke wurde die Schmelztemperatur des Cristobalits neu bestimmt. Der Cristobalit ist eine Modifikation der Kieselsäure, die sich beim Erhitzen des Quarzes oberhalb 1000° bildet und die nach Day und Sosman bei etwa 1600° schmilzt. Es zeigte sich jedoch, daß Proben der Substanz beim Erhitzen im Iridiumofen bei 1600° noch unverändert bleiben, während sie bei 1700° zu einem völlig klaren Glase schmolzen. Durch Einengen dieser Grenzen ließ sich der Schmelzpunkt zu etwa 1685° ermitteln, wobei der Fehler der Temperaturmessung mit einem durch Schmelzpunkte des Goldes, Palladiums und Platins geeichten Thermolemente aus Iridium-Iridiumruthenium $\pm 10^\circ$ nicht überschreiten wird.

Im Optischen Laboratorium bieten photometrische Messungen bei zwei verschiedenen Spannungen an 12 Metallfadenlampen des National Physical Laboratory in England Interesse, welche nach Erledigung der Messungen an das Laboratoire Central in Paris weitergesandt wurden. Unter Zugrunde-

legung des Umrechnungswertes 1 engl. Kerze = 1,11 HK ergab sich zwischen den Messungen des National Physical Laboratory und denen der Reichsanstalt für die niedrigere bzw. die höhere Spannung Übereinstimmung bis auf 0,2 bzw. auf 0,4 %.

Ein von der Reichsanstalt konstruiertes Zuckerrefraktometer wurde von der Firma Carl Zeiß gebaut und hat sich gut bewährt. Objektivuntersuchungen, die im Laboratorium ausgeführt wurden, bieten manches Interessante. Interessenten müssen aber auf den Originalbericht verwiesen werden.

Auch das Chemische Laboratorium hat wieder eine Reihe von Aufgaben bearbeitet, die sich auf die Prüfung des Glases, Bestimmung der Borsäure im Glase, technische Normalmetalle, Probiermethoden zur Erkennung der Metalle, Metallbeizen, chemischer Angriff der Platingeräte, Schwefelbestimmung im Leuchtgas und Ersatzmittel für Platin erstreckt. Versuche über die Herstellung von reinem Nickel sind über den analytischen Teil, der sich mit den Verunreinigungen beschäftigt, noch nicht hinausgekommen. Das Reinnickel der Technik hat meist mehr als 1 % Gesamtverunreinigung; wesentlich reiner ist Nickel „Kahlbaum“ mit einer Gesamtverunreinigung von ca. 0,16 %, darunter auch Platin.

Der Bericht gibt dann noch eine Übersicht über die rege Tätigkeit, welche die Werkstatt im Interesse der von der Reichsanstalt ausgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen und Prüfungen entfaltet, und liefert in einem Anhang ein Verzeichnis der im Berichtsjahr aus der Reichsanstalt hervorgegangenen Veröffentlichungen. Von diesen haben 49 Nummern amtlichen Charakter, 47 weitere Nummern sind Veröffentlichungen, welche der privaten Initiative der einzelnen Beamten entstammen und in mehr oder weniger engem Zusammenhang mit der amtlichen Tätigkeit derselben stehen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die Erforschung des Erdinnern mit elektrischen Wellen.

Zu dem Referat (Heft 28, pag. 680) der Arbeit von Leimbach und Mayer (über die Beeinflussung der Antennenkapazität durch die Dielektrizitätskonstante und Leitfähigkeit ihrer Umgebung) erlaube ich mir zu bemerken, daß die Verwendung von Kapazitäts- und Dämpfungsmessungen zur Erforschung des Erdinnern von mir vorgeschlagen wurde (vgl. H. Löwy, Verfahren zur Erforschung von Gesteinsschichten innerhalb von Bergwerken D. R. P. Nr. 254 478), was auch in der Einleitung der Arbeit von Leimbach und Mayer hervorgehoben ist.

Zürich, den 16. Juli 1913.

Dr. H. Löwy.

Besprechungen.

Kleinschmidt, O., Die Singvögel der Heimat. 86 farbige Tafeln mit systematisch-biologischem Text nebst Abbildung der wichtigsten Eier- und Nestertypen, letztere

meist nach Naturaufnahmen in Schwarzdruck. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. X, 108 S. Preis geb. M. 5,40.

Der Verfasser, der sich durch faunistische und systematische Arbeiten einen guten Namen in der Fachliteratur geschaffen, kommt in dem vorliegenden Buche als populärer Schriftsteller und, um es gleich zu sagen, mit großem Geschick. Man ist gewohnt, in den Kleinschmidtschen Veröffentlichungen eine Fülle origineller Ideen zu finden, die meist weitgehende Anregungen bieten, wenn man ihnen auch nicht immer beizustimmen vermag. Auch die ganze Anlage und Durchführung des vorliegenden Buches ist ein Schritt vom Wege gewohnter schematischer Darstellung. Es bietet eine gute Einführung in die Kenntnis unserer deutschen Singvögel mit Ausschluß der rabenartigen Vögel. *Kleinschmidt* bildet 83 Arten ab. Zu einer jeden derselben gibt er eine Beschreibung, die nie eine Druckseite übersteigt. Einer kurzen allgemeinen Charakteristik folgen Angaben über Namen, Vorkommen, Artmerkmale, Größe, Weibchen und Junge, beziehungsweise verschiedene Kleider, Lockton, Gesang, Eier, Nest, Nistplatz, Nahrung und Zug. Alle diese Angaben sind knapp, aber treffend. Jede umfaßt meist nur eine Zeile. Der Aufzählung der einzelnen Arten folgt ein Abschnitt über seltenere Formen und Ausnahmeerscheinungen der deutschen Singvogelwelt. Auf zwei Tafeln werden die Köpfe von 21 solcher Arten abgebildet. Hieran schließen sich Tafeln mit Eierabbildungen, Mitteilungen über den verschiedenartigen Nestbau, Naturaufnahmen des Geländes als Wohnort einzelner Arten und dergleichen mehr. Ein Rückblick auf das Singvogelleben in der Gesamtheit schließt das Buch. Die Abbildungen der Vögel, vom Verfasser gezeichnet, sind gut, wenn auch bei einzelnen die Farbtöne in der Druckwiedergabe nicht getroffen sind, worauf *Kleinschmidt* in der Vorrede bereits selbst hingewiesen hat.

Ich wünsche dem trefflichen Buche eine weite Verbreitung. Für spätere Auflagen möchte ich dem Verfasser anheimgeben, die Bemerkungen über die Zugehörigkeit der einzelnen Arten zu dem von ihm in die Wissenschaft eingeführten, aber nicht allgemein angenommenen Begriff der „Realgattung“ fortzulassen. Der Anfänger in der Vogelkunde, für welchen das Buch doch in erster Reihe bestimmt ist, weiß nichts damit anzufangen, wenn er z. B. bei der Schwanzmeise, *Aegithalus caudatus*, liest, daß sie zur „Realgattung *Parus acrodula*“ gehört. Es würde sich ferner empfehlen, das Rubrum Vorkommen in Aufenthalt und Verbreitungsgebiet zu spalten. Die Angaben des Verfassers über das letztere sind oft entweder zu allgemein oder aber zu eng gefaßt. Da sein Buch die Singvögel der Heimat, also Deutschlands, behandeln soll, so sind z. B. die Mitteilungen über das Vorkommen von *Cinclus aquaticus*, *Acanthis spinus*, *Pyrrhula europaea*, *Motacilla boarula*, *Lanius senator*, alles Arten, die in vielen Gebieten Deutschlands als Brutvögel fehlen, unbedingt zu allgemein gehalten. An Stelle des nordischen *Parus cristatus*, der nur im äußersten Osten Deutschlands vorkommt, dürfte eher *Parus mitratus*, welcher als die charakteristische Haubenmeise Deutschlands zu bezeichnen ist, aufzuführen sein.

H. Schalow, Berlin.

Rosenthal, Josef, Praktische Röntgenphysik. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1913. 39 Seiten. Preis M. 3,—.

Die kleine Schrift ist ein Sonderabdruck aus dem Lehrbuch der Röntgenkunde von *Rieder* und *Rosenthal*. Sie soll den Praktiker, vor allem also den Mediziner, mit den Vorgängen im Röntgenrohr und den wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Strahlen bekannt

machen. Zunächst versucht *Rosenthal* unter Benutzung mechanischer Analogien die elektromagnetische Ausstrahlung von Elektronen während ihrer Bremsung zu erläutern, ohne in dem gegebenen Rahmen der Schrift den Zusammenhang zwischen Impuls (akustisch: Knall, optisch: weißes Licht) und homogener Strahlung (akustisch: Ton, optisch: Spektralfarbe) im einzelnen durchführen zu wollen. Im weiteren hält sich *Rosenthal* dann erfreulicherweise an die drei Röntgenschen Originalarbeiten und führt durch ausführliche Zitate dem Leser vor Augen, in welcher großartiger Weise in diesen klassischen Abhandlungen die Mehrzahl der physikalischen Eigenschaften der Röntgenstrahlen klar gestellt ist. Doch berücksichtigt *Rosenthal* auch alle neueren Arbeiten in geschickter Auswahl, vielleicht für den Mediziner noch etwas zu wenig die Untersuchungen englischer Autoren über homogene Sekundärstrahlen, die in den Kreisen der Ärzte entschieden nicht hinreichend bekannt sind.

Den Schluß bildet eine längere Darstellung der Schattenprojektion durch die Röntgenstrahlen, da ja die richtige Deutung des Bildes in der Praxis die wichtigste Aufgabe bildet. An Hand vortrefflich reproduzierter Negative erläutert *Rosenthal*, wie wir im Röntgenbild keineswegs eine einfache geometrische Umrissprojektion zu sehen haben, sondern Bilder mit ausgesprochen plastischer Wirkung erhalten, weil die einzelnen abgebildeten Körperelemente bei der Exposition verschiedenen großen Abstand von der photographischen Platte besitzen. U. a. spricht hierbei natürlich die Abhängigkeit der linearen Vergrößerung vom Abstand mit, ferner die Ausbildung von Halb- und Kernschatten bei endlichem Durchmesser des Brennfleckes auf der Antikathode, aber man braucht sich bloß das optische Analogon räumlich gruppierter, selektiv absorbierender, dazu fluoreszierender und — wie wässrige Milch — diffus zerstreuer Körper vorzustellen, um sich klar zu machen, daß eine Beleuchtung mit weißem Licht durchaus keine Umrissprojektion ergibt, sondern ein Bild mit komplizierten Abschattierungen, das unserem Auge als plastische Zeichnung erscheint. Natürlich kann die Plastizität des Röntgenbildes nicht der wahren räumlichen Gruppierung entsprechen, im Negativ erscheinen, dank ihrer schärferen Zeichnung, diejenigen Teile am meisten nach vorn, zum Beschauer hin, vorspringend, die bei der Exposition dem Focus abgewandt der Platte anlagen, die räumlich gesehenen Bilder sind den Objekten enantiomorph. Hier steht das Röntgenbild im Gegensatz zu dem der photographischen Kamera, das bei einer Fokussierung auf ein Objekt im Vordergrund auch dies Objekt, dank seiner größeren Schärfe, plastisch nach vorn heraustreten läßt. — Seltsam und ohne Wiederholung des Versuches nicht sicher zu deuten ist in Fig. 11 das Bild einer 5 mm dicken Bleikugel, deren kreisrunder Schatten von angenähert kreisförmigen hellen Streifen durchzogen erscheint. Um der ausgezeichnet reproduzierten plastischen Röntgenbilder willen sei es auch Physikern geraten, die Rosenthalsche Schrift zur Hand zu nehmen.

R. Pohl, Berlin.

Giuffrida-Ruggeri, V., Homo sapiens. Einleitung zu einem Kurse der Anthropologie. Autorisierte Übersetzung aus dem Italienischen. Wien und Leipzig, Hartlebens Verlag, 1913. 198 S. u. 7 Abbild. Preis geb. M. 6,—.

Der bekannte italienische Führer der „Neomonogenisten“ *V. Giuffrida-Ruggeri*, bringt eine Einleitung zu einem Kurse der Anthropologie, in der er als einer der Hauptkämpfer in dem gegenwärtig tobenden Streit über die Entstehung der Menschheit mitten aus dem

Kämpfe heraus, und darum begreiflicher Weise mehr subjektiv als von objektiver Erwägung getragen die grundlegende Schlußfolgerung zu beweisen sucht, daß die heutigen, besser charakterisierten Menschengruppen Elementararten darstellen, welche alle in der Kollektivspezies *Homo sapiens* enthalten sind.

In den einleitenden Kapiteln bespricht er von allgemein biologischen Gesichtspunkten aus die Art und den Wert der Vererbung und der Veränderung der Formen, indem er den genotypischen Erbteil und die Bastarde, die Mutationen und Fluktuationen, die Konvergenz, die Wiederholung der Formen und den relativen Wert der taxinomischen Eigenschaften zum Gegenstand besonderer Erörterungen macht. Dabei leitet er allmählich auf die Verhältnisse bei den Menschenrassen über und deutet auf die Wichtigkeit der Isolierung und die ethnischen Randbildungen hin. Als in den Anfängen der Menschheit dieselbe begann, sich über die Erde zu verbreiten, wobei die einzelnen Gebiete gewissermaßen leere Räume darstellten, die besiedelt werden konnten, war hierin der Grund für das Einsetzen einer geographischen Variation gegeben. „Damals oder nie wieder gab es eine wirkliche Phase der Mutation.“ Als solche leeren Räume kamen nicht nur die großen Kontinente in Betracht, sondern auch andere Gebiete der Erde, z. B. der südliche pazifische Ozean mit seinen zahllosen kleinen Inseln. Sodann weist Verf. darauf hin, daß selbst ein bewohntes Gebiet einem tatsächlich leeren Raume mitunter gleichwertig sein kann (siehe Tasmanien; auch in Australien wird sich in Bälde wohl ähnliches zeigen). Die Menschenrassen, welche sich bei einer ersten Besiedelung der Erde gebildet hatten, besonders solche, welche sich nicht in Randzonen, auf Inseln, Gebirgsknoten oder Waldungen zu retten vermochten, wurden wohl meist arg dezimiert, nur selten werden einige dabei gewonnen haben. Auf solche Weise, also nicht durch ein paläontologisches Gesetz, wie man meist annimmt, sondern durch eine ihm den Raum und das Leben wegnehmende höhere Kulturstufe, soll nach dem Verf. auch die sogenannte Neandertrasse ausgerottet worden sein.

Dieser Vorgang der gewaltsamen Ausrottung erklärt die gestörte geographische Variation, ferner den ethnischen Anschein einer Völkerschichtung (Stratifikation), welche da fehlt, wo sich die ersten Ansiedler halten konnten, und endlich wird durch ihn die große Fruchtbarkeit der Menschen als Lebewesen begreiflich. Die großen Kontingente sind demnach mehrere Male ex novo bevölkert worden, mit Ausnahme einiger unwegsamer Landstriche — hohe Berge, Tundren oder Wüsten — und mit Ausnahme auch mancher Länder, welche so übermäßig bevölkert waren, daß den neuen Ankömmlingen nichts anderes als eine bedeutungslose Durchdringung möglich war. So erklärt es sich z. B., wie Hindostan nicht von den Weißen erworben werden konnte und den Dravida blieb.

Verf. verbreitet sich weiter über die Rangordnung der gegenwärtigen und die morphologische Inferiorität der fossilen europäischen Menschenrassen und kommt dann auf seine eigentliche Theorie, den orthogenetischen Mutationismus oder Neomonogenismus, wie er sie nennt, zu sprechen, wobei er sich mit den Anschauungen anderer Forscher, vor allem mit denen *Morsellis* auseinandersetzt. Die indomalaiische Provinz ist wohl ohne Bedenken als die Wiege der Menschheit und der Anthropoiden anzusehen. Der *Pithecanthropus* und die erste Verteilung der Menschheit werden erörtert, das Problem der Besiedelung der neuen Welt (Neogaea) und der *Homo pampaeus* kritisch besprochen. Vor allem wird die Auffassung *Ameghinos*, daß der letztere als eine allgemeine Stammform anzusehen sei, zu widerlegen versucht.

Die neuerdings von *Klaatsch* aufgestellte Theorie,

nach welcher aus einer ursprünglichen Gruppe von Primaten, den *Propithecantropi*, einerseits die Neandertrasse und der Gorilla, andererseits die Aurignacrasse und der Orang-Utan, außerdem möglicherweise auch noch je eine Rasse mit dem Schimpansen und dem Gibbon hervorgegangen seien, sucht Verf. ebenso wie daran anschließende Behauptungen *Rutots* als unhaltbar zu erweisen. Auch die Hypothese *Rosas* von der Hologenese, die erklären soll, wie Seitenäste unabhängig von einem sehr entfernten Verwandten abstammen können, kann den Ansichten von *Klaatsch* keine Hilfe bringen.

Verf. beschäftigt sich nun mit der Sammelart *Homo sapiens* und ihrer systematischen Unterteilung. Er stellt vorläufig acht Elementararten des Menschen auf, nämlich den *Homo sapiens australis*, *pygmaeus*, *indo-africanus*, *niger*, *americanus*, *asiaticus*, *oceanicus* und *indoeuropaeus*, deren Verteilung eine beigelegte Erdkarte veranschaulicht. Eine besondere Schwierigkeit bereitet dabei der Umstand, daß sich auch nicht eine Eigenschaft für jede Elementarart angeben läßt, welche ausschließlich ihr zu eigen wäre. Der Forscher ist daher vor das Dilemma gestellt, entweder auf die großen Gruppen zu verzichten, oder sich darein zu finden, daß man der Reihe nach gewisse Eigenschaften, auch solche des Skelettes, beiseite läßt. Auch wenn man verschiedene Sammelarten annehmen wollte statt der einen, so würde das doch nichts für die Behauptungen der Polygenisten beweisen, denn „man würde in der Tat nicht verstehen, warum die zwei Typen nicht von einem einzigen ‚Urmenschen‘ hätten abstammen können“. Es gibt kein zoologisches Kriterium, das uns zwingt, verschiedene systematische Arten anzunehmen. Das physiologische Kriterium spricht für eine einzige systematische Art, und das morphologische genügt nach dem Verf. nicht für den Beweis des Gegenteils.

Wenn nun auch diese vielleicht etwas streitlustige Arbeit des Verf. dem Kampfe zwischen Monogenismus und Polygenismus keinen Abschluß bringen wird, so muß doch hervorgehoben werden, daß sie schon allein infolge der Fülle der verarbeiteten Literatur, auf die überall durch besondere Anmerkungen hingewiesen wird, dazu angetan ist, demjenigen, der sich in dem weiten Gebiete der Anthropogenese zurecht finden will, ein Wegweiser zu sein. In diesem Sinne ist das Buch wirklich, wie sein Titel sagt, eine Einleitung zu einem Kurse der Anthropologie. *Hempelmann, Leipzig.*

Schäfer, G. A., Das Leben. Sein Wesen, sein Ursprung und seine Erhaltung. Deutsch von *Charlotte Fleischmann*. Berlin, Julius Springer, 1913. V, 67 S. Preis M. 2,40.

Die kleine Schrift stellt die Erweiterung einer Rede dar, die *Schäfer* als Präsident der „British Association for the advancement of science“ bei der Eröffnung der Tagung des vergangenen Jahres hielt und wendet sich damit an einen sehr großen Leserkreis nicht nur naturwissenschaftlich Gebildeter. Der Wert einer derartigen Darstellung allgemeiner Probleme der Lebenslehre sollte in klarer Formulierung der wesentlichen Fragen und scharfer Umgrenzung der verwendeten Begriffe liegen, aber in dieser Hinsicht wird nicht stets das Erwünschte gegeben. Am besten gelungen und zur Orientierung zu empfehlen sind die Ausführungen über die Regulation der Prozesse im Zellverbände durch nervöse und vor allem die durch nicht nervöse, chemische Koordinationsmechanismen, welche in ein Gebiet modernster physiologischer Forschung hineinführen. Den deutschen Leser muten einige Wendungen, die wie Verbeugungen vor der Kirche wirken, etwas eigentümlich an. Sie sind nur aus den Verhältnissen in England und besonders in Schottland heraus richtig zu verstehen. Auf's höchste

setzt die Tatsache in Erstaunen, daß diese sachliche kleine Schrift, die es durchaus vermeidet, Dinge der religiösen Empfindung polemisch zu berühren, in England zum Gegenstand leidenschaftlicher Angriffe von kirchlicher Seite geworden ist.

Die Übersetzung ist stellenweise unzureichend.

A. Pütter, Bonn.

Hamburger, Franz, Die Tuberkulose des Kindesalters.

2. verm. Aufl. Leipzig u. Wien, Franz Deuticke, 1912.

VII, 233 S. Preis M. 6,—.

Die in den letzten Dezentennien allerwegen besonders eifrig und intensiv betriebene Tuberkuloseforschung hat Resultate gezeitigt, die eine gründliche Revision unserer Anschauungen über Entstehung, Bedeutung und damit auch über die Bekämpfung der menschlichen Tuberkulose notwendig machen. Sie hat insbesondere die höchst wichtige und bedeutsame Erkenntnis gebracht, daß in der genauen Kenntnis der Kindertuberkulose der Schlüssel für das Verständnis der Schwindsucht der Erwachsenen liegt, daß — wie *Behring* es ausdrückt — die Lungenschwindsucht das Ende vom Liede ist, das dem Säugling an der Wiege gesungen worden. Um so freudiger müssen wir das in dem relativ kurzen Zeitraume von 3 Jahren nunmehr schon in 2. wesentlich vermehrter Auflage erschienene Buch *Hamburgers* begrüßen, in welchem die Fülle neuer, namentlich durch experimentelle Forschungen, aber auch auf dem Obduktionstische und in der Klinik gewonnener Tatsachen auf dem Gebiete der Tuberkulosepathologie des Kindesalters in dankenswerter Klarheit und meist — selbst für den Laien — leichtverständlicher Form zusammengefaßt erscheint.

In dem 1., theoretischen Teile, seines Buches bespricht *Hamburger* zunächst die *Tatsachen* der Tuberkulosepathologie, wie sie sich aus tierexperimentellen Studien, aus der Verwertung der Sektionsbefunde bei Kindertuberkulose, aus den Studien der mannigfachen Formen und Verhältnisse der Tuberkulinreaktion und aus den Studien über Tuberkulosehäufigkeit ergeben, und verwendet die so gewonnenen Tatsachen zur eingehenden Besprechung von Tuberkulose-Disposition, -Infektion und -Pathologie. Besonders hervorgehoben seien die höchst bedeutsamen Schlußsätze aus der Besprechung der Tuberkulosehäufigkeit: 1. Die Häufigkeit einer am Lebenden nachweisbaren Tuberkuloseinfektion steigt im Kindesalter von Jahr zu Jahr. 2. Im Pubertätsalter sind *fast alle* Kinder der ärmeren Stadtbevölkerung bereits tuberkuloseinfiziert.

Im 2., praktischen Teile, beschäftigt sich *Hamburger* eingehend mit der klinischen Symptomatologie und speziellen Diagnostik der Kindertuberkulose und hat hier Gelegenheit, seine reiche persönliche Erfahrung auf diesem Gebiete zur Geltung zu bringen.

Das hier angeschlossene Kapitel über Tuberkulindiagnostik bringt eine eingehende Besprechung über die diagnostische Verwertbarkeit und praktische Bedeutung der verschiedenen Formen der Tuberkulinreaktion (kutane-, subkutane-, perkutane- und Ophthalmoreaktion). — Die nun folgenden Kapitel über Prognose, Prophylaxe und Therapie der Kindertuberkulose sind in der vorliegenden 2. Auflage des *Hamburgerschen* Buches neu hinzugekommen und bilden sicherlich eine dankenswerte Bereicherung der ganzen Monographie.

Aus der an die Spitze der Monographie gestellten „Übersicht“ sind die Richtlinien und praktischen Ergebnisse des ganzen Buches und damit unserer modernen Tuberkulosepathologie überhaupt am besten erkennbar. Deshalb seien die bedeutsamsten und charakteristischsten Sätze dieser Übersicht hier auszugsweise wiedergegeben:

Die Tuberkulose ist ein chronischer Infektionsprozeß, der *fast jeden* Kulturmenschen von der Kindheit bis zum

Tode begleitet. Die Tuberkulose zeigt die weitest gehende Ähnlichkeit mit der Syphilis. Wie bei dieser finden wir bei der Tuberkulose ein *Primärstadium* mit Primäraffekt und regionärer Lymphdrüsenkrankung, ein durch mehrere Jahre sich hinziehendes *Sekundärstadium* und ein tertiäres *Spätstadium* (*Lungenschwindsucht*).

Die Tuberkuloseinfektion geschieht gewöhnlich von Mensch zu Mensch, durch Einatmung und gewöhnlich schon im Kindesalter. Jeder Mensch ist zur Tuberkulose disponiert. Die 1. Tuberkuloseinfektion ruft eine gewisse Immunität gegen neue Infektion und eine Tuberkulinempfindlichkeit hervor; sie erzeugt entweder *manifeste* Erscheinungen oder kann auch ohne jegliche Krankheitssymptome, also *latent* verlaufen. Bei Kindern, die sich in den ersten Lebensjahren infizieren, verläuft die Tuberkulose gewöhnlich *manifest*, bei solchen, die sich später infizieren, gewöhnlich *latent*. Bei manifestem Verlauf kann die Tuberkulose entweder kurze Zeit nach der Infektion zum Tode führen oder nach mehr oder weniger schweren Krankheitserscheinungen für immer ausheilen oder nach vorübergehender Ausheilung zu Rezidiven führen. Die Lungenschwindsucht ist eine Spätform oder die tertiäre Form der Tuberkulose. Durch die Lungenschwindsucht erfolgt die Weiterverbreitung der Tuberkulose. — Die *Prognose* der Tuberkulose hängt einerseits vom Alter des Kindes, andererseits von den hygienischen Verhältnissen und damit von der Wohlhabenheit ab. — Die *Tuberkuloseprophylaxe* muß in den ersten 2—3 Lebensjahren eine *Expositionsprophylaxe* sein (d. h. die Kinder müssen in diesem Alter ganz besonders vor der Infektion i. e. vor dem Verkehre mit Schwindsüchtigen bewahrt werden), in den späteren Lebensjahren mehr eine *Dispositionsprophylaxe* (d. h. man wird vor allem alle jene Schädlichkeiten fern zu halten suchen, die erfahrungsgemäß die Disposition zur Tuberkuloseexazerbation erhöhen). Die *Therapie* der Kindertuberkulose soll in erster Linie eine allgemeine physikalisch-diätetische sein.

F. Spieler, Wien.

Bjerknes, V., Dynamische Meteorologie und Hydrographie. Zweiter Teil: Kinematik der Atmosphäre und der Hydrosphäre. Von V. Bjerknes, Th. Hesselberg und O. Devik. Deutsche Übersetzung von F. Kirchner. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1913. 40. VII, 172 S. Preis M. 20,—.

Der erste Band dieses umfangreichen Werkes, welcher die Statik der Atmosphäre behandelt (Besprechung in dieser Zeitschrift Heft 11, p. 266), verfolgte besonders den Zweck, die Vorzüge einer konsequent auf das absolute Maßsystem aufgebauten Betrachtungsweise zu zeigen. Sein Schwergewicht lag darin, durch bequeme Formeln und Tabellen den Übergang zu den Bjerknes'schen Methoden zu erleichtern. Spezielle Fragen aus der Statik der Atmosphäre oder Hydrosphäre, von denen ja ohnehin nur wenige größeres mathematisches Interesse bieten, traten gegen die allgemeineren Betrachtungen stark zurück.

Ähnlich ist es in dem vorliegenden zweiten Bande; auch hier herrscht die Methodik vor, und der meteorologische und hydrographische Anteil beschränken sich auf Beispiele. Mancher Meteorologe wird dadurch etwas enttäuscht sein; es dürfte jedoch verfrüht sein, vor Abschluß des ganzen Werkes über die Zweckmäßigkeit seines Aufbaus zu urteilen, ganz abgesehen davon, daß allen denjenigen, welche die Bjerknes'schen Methoden anwenden wollen, eine solche ganz spezielle Behandlungsweise sehr erwünscht sein wird.

Bjerknes beginnt mit allgemeinen Betrachtungen über Gegenstand und Methoden der dynamischen Meteorologie und Hydrographie. Zur Beschreibung atmosphärischer

oder hydrographischer Zustände brauchen wir die Kenntnis von mindestens fünf Feldern, d. h. die Kenntnis der räumlichen Verteilung von mindestens fünf Elementen (Druck, Masse, Temperatur, Feuchtigkeit, beziehungsweise Salzgehalt und Bewegung). Je nachdem man die Koordinaten konstant hält und die Zeit variieren läßt oder in einem bestimmten Zeitpunkt die Änderung der meteorologischen Elemente mit dem Ort untersucht, unterscheidet er die klimatologische und die dynamische Methode. Jede von ihnen hat drei Teilprobleme: die Organisation der Beobachtungen, die Diagnose, d. h. die Aufgabe, den augenblicklichen Stand festzulegen, und die Prognose, d. h. die Ableitung kommender Zustände aus den vorhergehenden. Die Prognose bezeichnet der Verfasser als das Endziel der Meteorologie; um seiner Lösung näher zu kommen, muß jede eingeführte Gleichung auf ihren diagnostischen und prognostischen Wert geprüft werden. Der erste Schritt zur Lösung ist die Bestimmung der Verschiebungen der bewegten Teilchen auf rein kinematischen Wege. Unter Benutzung des „Zeit-differentials“ — in den durchgerechneten Beispielen beträgt dies meist drei Stunden — gelangt man zur kinematischen Prognose (Kapitel 12). Zuweilen ist es vorteilhaft, die Prognose gewissermaßen umzukehren, d. h. auf zwei zurückliegende Zustände zu beziehen und daraus die Beschleunigung kinematisch zu bestimmen, welche uns dann wieder zur Kenntnis des Reibungswiderstandes usw. führt. Wie man sieht, ist der Weg bis zur Lösung des Bjerknesschen Problems noch recht weit, aber die Expedition zur Erreichung dieses Ziels ist gut vorbereitet und ausgerüstet.

Nach einem kurzen Kapitel, welches einige praktische Fragen, z. B. die synoptische Darstellung von Windbeobachtungen, die Bearbeitung von Pilotballonvisierungen, ihre Gruppierung nach Hauptniveau- und Hauptisobarenschichten und dergleichen betrifft, folgen sieben Kapitel, in denen das mathematische Rüstzeug zur Behandlung meteorologischer Aufgaben sehr gründlich erklärt wird. Hier behandelt Bjerknes z. B. die solenoiden Felder und ihre Bedeutung für Bewegungen von Luft- und Wasserteilchen, ihre Darstellung, durch ebene Zeichnungen (wichtig für graphische Darstellung der Strömungslinien), Beschreibung der Sandströmschen Integrationsmaschinen, ferner in zwei großen Kapiteln, deren Umfang etwa ein Drittel des ganzen Buches einnimmt, die graphische Algebra und die graphische Differentiation beziehungsweise Integration. Meteorologen und Hydrographen, welche die Vektoranalysis nicht schon vorher beherrscht haben, werden sich nur langsam durch diese Kapitel hindurcharbeiten; die Darstellung ist auch wohl hauptsächlich als Anweisung für denjenigen gedacht, der die Methoden praktisch verwenden will.

In Kapitel 10 (erzwungene Vertikalbewegungen an den Grenzflächen) kommen wir der Meteorologie wieder näher. Methodisch wird hier die bisher behandelte Diagnose der horizontalen Bewegungen auf vertikale Strömungen ausgedehnt. „Erzwungen“ ist z. B. die Bewegung längs der Gelindeformationen; ihre Darstellung setzt daher die Kenntnis der Topographie des Gebietes voraus. Bjerknes hält dies für sehr wichtig und hat auf 24 Tafeln des dem ersten Bande beigegebenen Atlas eine Erdkarte mit „idealisierter“ Topographie im Maßstabe 1:10 Millionen gegeben, welche praktische Arbeiten erleichtern soll. Für den Ozean wird die bathymetrische Weltkarte des Fürsten von Monaco in gleichem Maßstabe empfohlen, da eine entsprechende idealisierte Karte noch fehlt.

Bjerknes geht dann zur Vertikalbewegung im freien Raum über und vollendet damit gewissermaßen die kinematische Diagnose. Rein meteorologisch ist es wohl das

wichtigste Kapitel, denn es wird an praktischen Beispielen gezeigt, wie man die einzelnen Kartenbilder zusammensetzt und schließlich ein vollständiges Bild der Strömungsverhältnisse bekommt. Ziemlich kurz wird dann die kinematische Prognose behandelt und gezeigt, daß man sich dabei vorläufig auf die Bestimmung der Massenverlagerung der Luft beschränken muß. Für andere Zwecke, z. B. für die Vorherberechnung der unteren Druckverteilung, reicht die Genauigkeit unserer jetzigen Windgeschwindigkeitsbestimmung bei weitem nicht aus. Das Schlußkapitel gibt noch einige Anwendungen der Rechnung, nämlich die Luftbewegung im Cirrusniveau, die Darstellung des sommerlichen Südwestmonsuns in Indien, die tatsächlichen Luftströmungen an bestimmten Tagen und die Oberflächenbewegung des Wassers im mexikanischen Golf. Die Beispiele zeigen im allgemeinen, daß für eine erfolgreiche diagnostische Behandlung in der Regel eine Reihe wichtiger Forderungen noch nicht erfüllt sind, vor allem fehlen streng simultane Beobachtungen in ganz gleichen, mindestens dreistündigen Intervallen. Von einer zweckmäßigen Organisation verspricht sich Bjerknes große Erfolge; es ist daher äußerst erfreulich, daß die meisten Mitglieder der internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt den Bestrebungen von Bjerknes viel Interesse entgegenbringen und seine Wünsche möglichst zu berücksichtigen suchen.

R. Süring, Potsdam.

Astronomische Mitteilungen.

Die neue Berliner Königliche Sternwarte, deren großartige Einrichtungen außerhalb der Stadt auf einem besonders geeigneten Terrain in Neubabelsberg ihrer Vollendung entgegengehen, ist vom 1. Juli ab nach ihrer Verlegung aus der Stadt bereits in Tätigkeit getreten und ihr verdienstvoller Direktor Professor H. Struve teilt in den *Astron. Nachr.* als neue Adresse für die Sternwarte und ihre Astronomen die Bezeichnung: Königliche Sternwarte, Berlin-Neubabelsberg mit.

Eine neue Sonnenwarte wird in Neuseeland im Orte Nelson, wo ein für astrophysikalische Messungen ganz besonders günstiges Klima herrscht, demnächst errichtet werden. Die Mittel dazu sind von einem reichen Bürger der Stadt Nelson, Mr. Thomas Cawthron, bewilligt worden, nach dem das neue, für die astrophysikalische Forschung auf der südlichen Erdhalbkugel hoffentlich sehr nützliche Institut auch „Cawthron Solar Observatory“ genannt werden soll.

Die Ergebnisse des internationalen Breitendienstes für 1912 teilt wie in den früheren Jahren auch diesmal Professor Th. Albrecht in Nr. 4665 der *Astron. Nachr.* mit. Von den sechs internationalen, im Auftrage der Erdmessung arbeitenden Breitenstationen Mizusawa (Japan), Tschardjui (asiatisches Rußland), Carloforte (Sardinien), Gaithersburg, Cincinnati und Ukiah (Nordamerika) liegen fortlaufende Polhöhenbestimmungen nach der Horrebow-Talcott-Methode (Messung der Differenzen von Meridianzenitdistanzen identischer Sternpaare) vor. Sämtliche Beobachtungsstationen befinden sich bis auf wenige Bogensekunden innerhalb desselben nördlichen Breitenparallels von durchschnittlich $39^{\circ} 8' 10''$, und die Bearbeitung aller Messungen auf dem Zentralbureau der Internationalen Erdmessung zu Potsdam ergibt in durchaus befriedigender Übereinstimmung den gesamten Verlauf der durch Erdsachsenschwankung hervorgerufenen Polbewegung im Jahre 1912. Mit Hilfe der daraus hergeleiteten Tabelle lassen sich alle Messungen der geographischen Koordinaten von Erdorten (Breite, Länge und Azimut) auf die gleiche Zeitepoche reduzieren und unmittelbar vergleichbar machen. Der ganze Ausschlag

in der Bewegung des Pols der Erde ist von 1911 auf 1912 etwas kleiner geworden, beträgt aber immer noch etwas über 0,3 Bogensekunden oder rund 10 m.

Zwei sehr helle Meteore sind am 14. Juni in England beobachtet und von dem ausgezeichneten Meteorforscher W. F. Denning in der *Nature* vom 26. Juni d. J. näher beschrieben worden. Beide Meteore, die in Form von Feuerkugeln auftraten, waren wesentlich heller als der Mond; das eine erschien noch bei Tageslicht kurz nach 8 Uhr abends, und das andere trat etwa zwei Stunden später am Himmel auf. Beide Erscheinungen wurden über der See von der englischen Küste aus wahrgenommen, und man hörte dabei deutlich, daß beim Verschwinden derselben nach einem Fluge von mehreren Minuten Dauer eine heftige Detonation erfolgte, die sich mit einem donerähnlichen Geräusch vergleichen ließ. Aus einer großen Zahl von Wahrnehmungen hat Denning folgende Daten mit Sicherheit herleiten können: für das erste Meteor eine Höhe von 150 km beim Aufleuchten, von 60 km beim Verschwinden, eine Bahnlänge von 120 km mit einer Sekundengeschwindigkeit von etwa 40 km; beim zweiten Meteor eine Höhe von 110 km für Aufleuchten und Verschwinden, eine Bahnlänge von fast 1000 km und eine Sekundengeschwindigkeit von rund 50 km. Es ist von ganz besonderem kosmogonischen Interesse, daß die Bahn des zweiten hellen Meteors fast genau horizontal verlief, wobei es nach Denning möglich wäre, daß ein derartiger großer Meteorkörper, ohne ganz in der Luft zu verbrennen, wieder aus der Erdatmosphäre in den Weltenraum austreten kann.

Merkwürdige Wahrnehmungen auf dem dritten Jupitermond teilt J. Guillaume in den *Comptes rendus* mit, die sich auf Beobachtungen jenes größten aller acht Satelliten des Jupiters während seines Vorüberganges vor der Planetenscheibe beziehen. Der Trabant zeigte statt seiner sonst kreisrunden Scheibe vielmehr eine höckerige Form und zugleich, ähnlich wie der Planet Mars, am nördlichen Pol eine weiße Polarkappe. Es wäre von großem Interesse, diesem größten und hellsten aller Jupitermonde weitere Beachtung zu schenken, um auch in ganz großen Teleskopen die von Guillaume gemachten Wahrnehmungen betreffend die weiße Polarkappe zu bestätigen, die einen ersten Schritt zur Topographie des Mondes eines anderen Planeten darstellen und im vollständigen Gegensatz zu den beim Erdmonde erzielten Wahrnehmungen stehen, dessen Konstitution bekanntlich in sehr deutlicher Weise das Fehlen einer Atmosphäre erkennen läßt.

Wichtige Wahrnehmungen am Saturn teilt H. H. Kritzinger in Nr. 4665 der *Astron. Nachr.* mit, die besonders bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen auf die Scheibe und das Ringsystem jenes letzten unter den mit bloßem Auge sichtbaren Planeten erzielt wurden. Von besonderem Interesse ist die auch von Kritzinger wahrgenommene bikonkave Form des Schattens, den die Saturnkugel auf dem Ringsystem abzeichnet. Zur Erklärung dieser Erscheinung könnte man annehmen, daß die Ebenen der einzelnen Ringe um den Planeten Saturn gegeneinander etwas geneigt sind, eine Frage, die H. H. Kritzinger mit Recht als eine sehr wichtige, weiterer Untersuchung dringend bedürftige bezeichnet. A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Verwendung von Kohlensäureschnee in der Heilkunde. Wenn man flüssige Kohlensäure schnell aus einer Stahlbombe ausströmen läßt, tritt bekanntlich

infolge der Verdampfung der Kohlensäure an der Auströmestelle eine so starke Abkühlung ein, daß ein Teil der Kohlensäure zu fester Kohlensäure, sog. Kohlensäureschnee, erstarrt. Dieser Schnee läßt sich zu Stäbchen pressen, die in der letzten Zeit in der Dermatologie mit Erfolg angewandt wurden. Leider steht die Unbeständigkeit der festen Kohlensäure, die bei Zimmertemperatur ziemlich rasch verdampft, einer allgemeinen Einführung dieses Mittels in die ärztliche Praxis entgegen, so daß vorläufig nur Kliniken und solche Spezialärzte davon Gebrauch machen können, die sich flüssige Kohlensäure in Stahlflaschen stets vorrätig halten. Wie wir in *Mercks Jahresbericht über Neuerungen auf den Gebieten der Pharmakotherapie und Pharmazie*, 26. Jahrgang, S. 285, lesen, hat F. Röppler bei einigen Fällen von Trachom an Stelle der üblichen Behandlung mit Silbernitrat eine Kohlensäureätzung der Augen bei den Patienten vorgenommen, ohne allerdings bessere Resultate damit zu erzielen. Bei Lidkavernomen, einer anderen Augenkrankheit, hat Capauner ebenfalls die Ätzung mit Kohlensäurestoffen versucht und je nach der Dauer der Einwirkung eine mehr oder weniger starke Reaktion beobachtet, die jedoch um so schwächer wurde, je öfter die Behandlung mit Kohlensäure wiederholt wurde. Man beginnt daher mit einer kurzen Einwirkungsdauer und verlängert diese allmählich.

Eine neue Anwendungsweise, die jedoch noch eingehender Prüfung bedarf, ist die Behandlung von Hämorrhoiden mit fester Kohlensäure. Anderson, der hierüber Versuche anstellte, ließ unter Äthernarkose etwa 20 Sekunden lang auf die Knoten feste Kohlensäure einwirken und konstatierte bei den mit Erfolg behandelten Patienten, daß die Knoten Entzündungserscheinungen, Infiltrate und Bindegewebswucherungen aufwiesen. Noch bei einer Reihe von anderen Hautkrankheiten wurden mit der Kohlensäurebehandlung kosmetisch gute Resultate erzielt, womit zugleich Schnelligkeit der Wirkung und Gefahrlosigkeit der Behandlung verbunden war. Bei der Behandlung der Hautkrebs wurde beobachtet, daß mit der Größe der mit Kohlensäure behandelten Fläche die Tiefenwirkung zunimmt. Man darf auf Grund dieser Ergebnisse erwarten, daß der Kohlensäureschnee in der Dermatologie bald weitere Bedeutung gewinnen wird. 8.

Häufig finden wir, daß bei den Säugetieren von den beiden Sinnen Geruch und Gesicht der eine über den anderen überwiegt. Man hat geglaubt, daß sogar immer entweder der eine oder der andere Sinn gut entwickelt ist und danach die Säugetiere in „Augen- und Nasentiere“ einteilen wollen. Das ist weit über das Ziel geschossen, denn es gibt einmal sowohl Tiere, bei denen beide Sinne gut entwickelt sind, als solche, bei denen beide schlecht ausgebildet sind. Allerdings kann man bei einer Anzahl von Tieren feststellen, daß offenbar der eine von beiden Sinnen der wichtigere ist: das Gesicht bei den „Augentieren“, der Geruch bei den „Nasentieren“. Diese sogenannten „Nasentiere“ verlassen sich mehr auf die Wahrnehmung ihrer Nase, als auf die der Augen. Alle Tiere mit feuchtem Nasenfeld sind solche Nasentiere, wie z. B. die Hunde. Trotzdem ist der Windhund ein Hund, der nur mit Hilfe der Augen den fliehenden Hasen verfolgt. Man könnte nun sagen, hier sei es die Bewegung des laufenden Hasen, welche seine Wahrnehmung durch das Auge ermögliche. Daß aber Hunde auch ruhende Gegenstände recht wohl unterscheiden und erkennen können, davon wurde ich vor einigen Tagen Zeuge. Ein auf der Straße vor mir gehender Herr führte einen Airedale-Terrier — also eine durch besonders gute Nase ausgezeichnete Rasse — an der Leine. Der Herr ging an einem Kürschnerladen

vorbei, in dessen Schaulenster sich ein ausgestopfter Fuchs befand. Plötzlich stürzte sich der Hund, ohne von dem Herrn dazu irgendwie angeregt zu sein, auf den Fuchs. Dann machte sich der Herr allerdings das Vergnügen, an das Schaulenster heranzutreten, wo der Hund eine Zeitlang weiterbellte und an der Glasscheibe kratzte. Da in diesem Falle eine Geruchswirkung ausgeschlossen ist, hat der Hund allein vermittels der Augen durch die Glasscheibe den bewegungslosen und gar nicht einmal besonders gut ausgestopften Fuchs erkannt.

Dr. M. Hilzheimer.

Temperatursinn des Frosches. Über die Temperatursinne bei Tieren wissen wir so gut wie nichts. Dies liegt zum Teil daran, daß es an geeigneten Methoden zur Untersuchung dieser Sinne fehlt. Babak (*Zeitschrift für Sinnesphysiologie*, II. Abt. 1912, Bd. 47, p. 34—45) fand, daß großhirnlose Frösche, die monatelang am Leben blieben, nach guter Verheilung der Operationswunde, Atembewegungen zeigten, die sich einerseits durch eine ganz außerordentliche Konstanz bei gleichbleibenden äußeren Bedingungen auszeichnen, andererseits schon bei geringfügigen Veränderungen der Außenbedingungen deutlich beschleunigt oder verlangsamt werden, so daß sie als Zeichen für wirksam gewordene Reize auf die verschiedensten Sinnesorgane dienen können. Mit dieser Methode gelang der Nachweis einer Temperaturempfindlichkeit der Froschhaut, die nach den Schätzungen des Autors nicht hinter diejenigen des Menschen zurückbleibt. Zur Temperaturreizung wird ein Thermästhesiometer verwendet, das mit verschieden temperiertem Wasser durchströmt und 1 mm von der Haut entfernt angebracht ist. Die Fläche, welche Wärme ausstrahlt, beträgt 0,5 cm². Unter solchen Bedingungen empfindet der Mensch eine Temperatur von 30° im Ästhesiometer eben noch als Wärme (nicht an allen Hautstellen), 10° als Kälte. Beim Frosch tritt bei 30° (Hauttemperatur 22° C.) eine deutliche Beschleunigung der Atmung ein, bei 10° eine deutliche Verlangsamung. Höhere bzw. tiefere Temperaturen lassen noch deutlicher erkennen, daß eine ganz lokale Erwärmung der Haut die Atmung beschleunigt, Abkühlung sie verlangsamt. Mit der bekannten Wirkung der Temperatur auf die Geschwindigkeit des Ablaufes chemischer Reaktionen darf diese Wirkung nicht identifiziert werden, es handelt sich vielmehr um eine reflektorische Beeinflussung der Atmung auf dem Wege durch die Temperatur-Sinnesorgane. Ob aus der gegensinnigen Reaktion bei Kälte und Wärme auf die Existenz eigener Kälte- und Wärme-Sinnesorgane geschlossen werden darf, wie sie beim Menschen vorhanden sind, mag dahinstehen. P.

Die von verschiedenen Seiten unternommenen Versuche zur **Reindarstellung von Diastase** hatten bisher zu keinem positiven Ergebnis geführt. Um so größeres Interesse verdienen die Untersuchungen *Fränkels* und seiner Mitarbeiter, denen zum ersten Male die Isolierung dieses Enzyms gelang. Das zuerst angewandte ziemlich komplizierte Verfahren bestand darin, daß mittels Bleiazetat gereinigte und durch Pukallfilter geschickte Malzauszüge durch Reinkulturen von *Frohberghefe* vergoren wurden. Die vergorene Lösung wurde im Vakuum konzentriert. Eine so dargestellte Diastase zeigt unter dem Ultramikroskop nur eine Aufhellung des Gesichtsfeldes, was beweist, daß in reinen Diastaselösungen nur ganz kleine, durch das Ultramikroskop nicht mehr auflösbare Teilchen vorhanden sind. Der hohe Dispersitätsgrad von Diastaselösungen folgt auch aus dem Umstande, daß dieselben quantitativ durch Kolloidfiltrationsapparate filtrierbar sind. Reine Diastase

zeigt, entgegen der Ansicht mancher Forscher, welche die Fermente nur als ein besonders aktives Eiweiß ansehen, keine Eiweißreaktionen. Ferner wurde beobachtet, daß die Diastase aus einer Reihe von Enzymen besteht, die als Stufenenzyme auf Stärke wirken und die sich durch ihre Geschwindigkeit bei der Dialyse voneinander unterscheiden. Im Verlaufe der weiteren Untersuchungen wurde eine Methode zur technischen Darstellung von Reindiastase ausgearbeitet. Dieses einfache Verfahren beruht darauf, daß man gewöhnliche Maische mit Hefen, die Milchsäurebazillen enthalten, vergärt und die entstehende Milchsäure mit kohlensaurem Kalk neutralisiert. Nach Abdestillieren des Alkohols, der als wertvolles Nebenprodukt gewonnen wird, fällt aus der eingedampften Lösung milchsaurer Kalk aus, der den größten Teil der Diastase mitreißt. Der im Sirup zurückbleibende Rest kann leicht zu Ende gereinigt werden. Man erhält so eine Diastase, die häufig inaktiv ist und erst durch Wasserstoffionen aktiviert werden muß. Die reine Diastase läßt sich durch Koagulation in ein stickstoffhaltiges Koagulum und in ein stickstofffreies Filtrat trennen. Der stickstoffhaltige Anteil, der 15 % des Gewichts der Diastase ausmacht, zeigt die Eigenschaften eines tyrosinhaltigen abiureten Polypeptides, während der stickstofffreie Anteil die Reaktionen einer polymeren Kohlehydratsäure gibt. (*Oesterr. Chem. Ztg.* 1913, S. 175.) O. F.

Auf Grund seiner Untersuchungen über die **Entflammbarkeit kohlenstoffhaltiger Staubsorten** und ihre Fähigkeit, Explosionen fortzupflanzen, unterscheidet *R. V. Wheeler* drei Arten von Staub, der sich in Werkstätten und Lagerräumen bilden kann: 1. Staub, der entzündbar ist und eine Flamme leicht fortzuleiten vermag und hierzu einer nur verhältnismäßig geringen Wärmequelle bedarf, z. B. eines Zündholzes; 2. Staub, der leicht entzündbar ist, hierzu aber einer Wärmequelle von beträchtlicher Größe und von hoher Temperatur bedarf (z. B. eines elektrischen Lichtbogens); 3. Staub, welcher unter gewöhnlichen Umständen nicht fähig erscheint, eine Flamme fortzuleiten, weil er entweder nicht leicht Wolken in der Luft bildet oder mit einer großen Menge unverbrennlicher Substanz vermischt ist, oder weil der den Staub entwickelnde Stoff nicht rasch genug verbrennt. Die diesen drei Staubarten entsprechenden Stoffe sind: 1. Zucker, Dextrin, Stärke, Kakao, Reismehl, Zuckerabfall, Kork, Holzmehl, Getreidemehl (in Mühlen und Lagerräumen), Mais, Tee, Rübsamen, Bricketts, Grammophonplattenstaub; 2. Kopalgummi, Leder, Kokosnußöl, Sägespäne, Ölkuchen, Kleie, Hornmehl, Senf, Wollabfall, Schellackmischungen; 3. Tabak, Pfeffer, Baumwollensamen, Soyabohnen, Knochenmehl, Gußformkohle, Sackleinen, Holzkohle, Mineral- und Elfenbeinschwärze. — Die Proben wurden vor den Versuchen eine Stunde lang auf 107° getrocknet und durch ein Sieb von 200 Maschen (auf den Zoll) geseiht. Dann wurde der durchgeseibte Staub auf elektrisch geheizte Spiralen aus Platin oder Kupfer geblasen, deren Temperaturen gemessen wurden. Die Zündtemperaturen lagen im allgemeinen zwischen 540 und 670°. Höhere Temperaturen zeigten Leder (740°), Kopalgummi und Grammophonplattenstaub (750°) und Schellack (780°). Handelskreise werden über die weite Ausdehnung solcher explosionsfähiger Stoffe im allgemeinen erstaunt sein. (*Engineering* 95, 606, 1913.) Mk.

Über die **Angreifbarkeit** der im Handel befindlichen **Aluminiumsorten durch Wasser und Kochsalzlösungen** hat *S. H. Bayley* Untersuchungen angestellt. Der Reinheitsgrad der untersuchten Proben schwankte zwischen

96,58 und 99,65 %, doch hatten die meisten Sorten einen Reingehalt von 99—99,5 %. Die Untersuchung führte zu folgenden Schlüssen: 1. Wasser und Salzlösungen wirken um so weniger auf Aluminium ein, je größer dessen Reingehalt ist. 2. Die Anwesenheit von Kupfer und Natrium erhöht die Angreifbarkeit in hohem Maße. 3. Bei einem höheren Prozentgehalt an Silicium als an Eisen tritt die Wirkung weniger stark in Wasser und Säuren, in Alkalien dagegen stärker hervor. 4. Wasser und Kochsalzlösungen, die frei von Luft sind, üben keine angreifende Wirkung aus. 5. Die Angreifbarkeit wird durch Temperaturerhöhung und durch Unreinigkeiten im Wasser, besonders durch Alkalien, verstärkt. 6. Nicht ausgeglühtes Metall wird stärker angegriffen als ausgeglühtes. (Dies ist auch von der Königl. Preuß. Versuchsanstalt festgestellt worden.) 7. Die mit Säuren oder Alkalien gefundenen Resultate sind nicht bestimmend für das Verhalten des Aluminiums im Wasser oder in wässrigen Lösungen. (*Engineering* 95, 274, 1913.) *Mk.*

In einem vor der Institution of Metals in London gehaltenen Vortrage über Metallfadenlampen teilte *Alexander Siemens* mit, daß ein Wolframdraht von $\frac{1}{20}$ mm Durchmesser noch 500 g zu tragen vermag. Die **Zerreißfestigkeit** $\frac{1}{10}$ mm starker **Wolframdrähte** beträgt 180 Tons per Quadratzoll (283,5 kg per qmm) und für Drähte von $\frac{1}{60}$ mm Durchmesser 380 Tons (598,5 kg per qmm). (*Engineering* 95, 273, 1913.) *Mk.*

In Nordamerika erzeugt man neuerdings **Nickelröhren** durch starke Vernickelung von Formen aus Aluminium auf galvanischem Wege. Der Aluminiumkern wird dann durch Schmelzen oder durch Auflösen in kaustischen Alkalien entfernt. (*Scient. Amer.* 108, 239, 1913.) *Mk.*

In Heft 8 dieser Zeitschrift wurde über Untersuchungen von *Robin* berichtet, nach denen Stellen im Material, welche bei der Bearbeitung stark deformiert und so gehärtet wurden, im Falle nachfolgender Erwärmung auf ihre Umgebung eine schädigende Fernwirkung ausüben. Dies wird bestätigt durch Beobachtungen von *C. Bach* über die Entstehung von **Rissen in der Rohrwand von Lokomobil- und ähnlichen Kesseln**. Diese Risse treten nämlich auf, ohne daß das Material zur Beanstandung Veranlassung gibt, wenn man die Lochwandung beim Aufwalzen des Rohres sehr weit über die Streckgrenze anstrengt und dadurch die Zähigkeit des Materials der Lochwandung bedeutend vermindert wird, und wenn außerdem im Betriebe der nachteilige Einfluß der Erwärmung der Rohrwand auf die Zähigkeit des Materials hinzutritt. (*Z. d. Ver. d. Ing.* 57, 461, 1913.) *Mk.*

Da Licht von sehr kurzer Wellenlänge ($< 190 \mu\mu$) oft entgegengesetzte chemische Wirkungen zeigt wie solches von größerer Wellenlänge, und da der Anteil des kurzwelligen Lichtes an der Gesamtstrahlung einer Lampe um so geringer ist, je höher ihre Spannung, so hat *A. Tian* eine **Lampe von niedriger Spannung** folgendermaßen konstruiert. Ein Probierrglas aus durchsichtigem Quarz wurde durch eine Glasplatte verschlossen, in welche die Stromzuführungen eingeschmolzen waren. Etwas Quecksilber am Boden des Probierrglases diente als Kathode, welcher der Strom durch einen in der Achse des Glases befindlichen und durch ein Quarzröhrchen ge-

schützten Eisendraht zugeführt wurde. Die Anode war ein kleiner Eisenzylinder. Bei Anwendung von Wechselstrom muß man zwei Anoden von kleinen Eisenblättern anbringen, die durch ein Glimmerblättchen zu trennen sind, und eine dritte Eintrittsstelle für den Strom durch den Glasverschluß vorsehen. Die Lampe wird in einem Halter aus Kupfer angebracht, der durch seine Leitfähigkeit zur Abkühlung dient und ihr freie Beweglichkeit nach allen Richtungen gestattet, so daß sie in allen Lagen von der vertikalen bis nahe an die horizontale benutzt werden kann. (*C. R.* 156, 1063, 1913.) *Mk.*

Über Todesfälle, die durch Blitzschläge oder durch einen elektrischen Strom verursacht wurden, hielt *A. J. Jee-Blake* vor dem Royal College of Physicians einen Vortrag, bei dem er auch die in Amerika gebräuchlichen **Hinrichtungen durch Elektrizität** beschrieb. Diese werden ausgeführt, indem man einen hochgespannten Wechselstrom mittels großer Elektroden, die am Kopf, dem Nacken, an den Armen, den Beinen oder an anderen Stellen angebracht werden, auf den Körper des Verbrechens einwirken läßt. Der Stromschluß wird bei jeder Hinrichtung mehrere Male ausgeführt, und hierbei beträgt die jedesmalige Dauer des Stromschlusses bis zu 70 Sekunden und mehr, so daß die Gesamtdauer einer Hinrichtung zwischen $3\frac{1}{2}$ und 8 Minuten schwankte. An Unglücksfällen, bei denen durch Elektrizität der Tod herbeigeführt wurde, hat man in den ersten 10 Jahren dieses Jahrhunderts in England und Wales 183 gezählt, während die jährliche Zahl dieser Fälle für ganz Europa ungefähr 200 beträgt. (*Electrician* 70, 953, 1913.) *Mk.*

Auf einer im Auftrage der mexikanischen Regierung ausgeführten geologischen Forschungsreise durch den südlichen Teil der kalifornischen Halbinsel hat *E. Wittich* festgestellt, daß im Laufe der Zeit in dortiger Gegend **der Stille Ozean** seinen Spiegel bedeutend **gesenkt**, oder daß dort eine entsprechende Landhebung stattgefunden hat. So fand er auf der Insel Magdalena in 210 Meter Höhe in Menge die Reste von Seetieren. Auch zeigten alle Höhen, ebenso wie die schluchtenartigen Täler, Auswaschungsercheinungen, Brandungsformen, Pilzfelsen usw., die sich bis zum Meeresufer fortsetzen. Die Küstenzonen selbst umsäumen mehrere breite Küstenterrassen in etwa 15 bis 25 Meter Höhe, die sich an manchen Stellen bis zu 500 Meter Breite ins Innere der Insel erstrecken und eine Unmasse von Subfossilien enthalten. Überall läßt sich dort ein Rückzug des Stillen Ozeans beobachten. (*Pet. Mitt.* 59, 141, 1913.) *Mk.*

Eine Beziehung zwischen der **Absorption der Atmosphäre** und der **Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes** hat *A. Boutaric* festgestellt, indem er an drei aufeinanderfolgenden Tagen zu verschiedenen Tagesstunden gleichzeitig die Polarisation und die Intensität *I* der Sonnenstrahlung in g-Kalorien per qcm per Minute maß; er fand

	18. 6. 1912	19. 6. 1912	20. 6. 1912
Polarisation:	0,64	0,57	0,41
<i>I</i> :	9h 0m 1,246	8h 42m 1,191	8h 56m 1,014
	12h 2m 1,340	11h 56m 1,279	10h 28m 1,120
	16h 43m 1,026	16h 51m 0,924	16h 29m 0,806

Hiernach ändert sich die Absorption der Luft im umgekehrten Sinne wie die Polarisation. (*C. R.* 156, 1289, 1913.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 32.

8. August 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die giftigen Tiere und ihre Bekämpfung. Von *Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hermann Küttner, Breslau.* (Schluß.) S. 753.

Neuere Untersuchungen über das Sehorgan. Von *Dr. V. Franz, Leipzig-Marienhöhe.* S. 757.

Gewerbliche Vergiftungen. Von *Privatdozent Dr. Rambousek, Prag-Smichow.* S. 760.

Die periodisch verlaufenden chemischen Reaktionen und ihre Analogie mit biologischen Vorgängen. Von *Prof. Dr. Robert Kremann, Graz.* S. 762.

Entwicklungsziele der Elektrizitätsversorgung Deutschlands. Von *Dipl.-Ing. Leyser, Berlin.* S. 766.

Bericht über die Tagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik in Berlin vom 4. bis 7. Juni 1913. S. 769.

Das Problem internationaler Kongresse auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. Von *Privatdozent Dr. H. Großmann, Berlin.* S. 771.

Besprechungen. S. 773.

Astronomische Mitteilungen. S. 774.

Kleine Mitteilungen. S. 775.

Einführung in die Vererbungswissenschaft

In zwanzig Vorlesungen für Studierende, Ärzte, Züchter

von

Dr. Richard Goldschmidt

a. o. Professor der Zoologie an der Universität München

Mit 161 Abbildungen im Text

XI u. 502 S. Gr. 8. Geheftet M. 11.—; in Leinen geb. M. 12.25

... Ich stehe nicht an, das Goldschmidtsche Buch an die erste Stelle zu setzen und zur ersten Einführung besonders zu empfehlen. ... *Archiv f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie.*

... Goldschmidts Buch wird sich vor allem den Lesern empfehlen, die sachliche und gleichmäßige Belehrung über das Gesamtgebiet der Erblchkeitslehre wünschen, dem noch ganz Unbefahrenen wird es eine sehr brauchbare Einführung, aber auch dem Forscher ein handliches Hilfsmittel zum Nachschlagen und Einordnen neuer Erfahrungen sein. *Archiv für mikr. Anatomie.*

... Doch ist dieses Buch noch mehr als eine bloße Einführung für Lernende. Es ist die erste das Gebiet wirklich umspannende Gesamtdarstellung der experimentellen Vererbungslehre, die auch demjenigen Fachbiologen, dem die Vererbungsfragen bisher ferner gelegen haben, einen zuverlässigen Führer bietet, der ihn bei aller Selbständigkeit des Urteils in keiner Weise bevormundet, und die selbst demjenigen, der sich seit Jahren eingehend mit diesen Fragen beschäftigt hat, Neues und Anregendes zu sagen hat. *Biologisches Centralblatt.*

Das menschliche Gehirn

nach seinem Aufbau und seinen wesentlichen Leistungen

Gemeinverständlich dargestellt von

Dr. R. A. Pfeifer

Mit 81 Abbild. im Text. Lex. 8. V u. 155 S. M. 3.—

Die geopsychischen Erscheinungen

Wetter, Klima u. Landschaft in ihrem Einfluß auf das Seelenleben

Dargestellt von

Willy Hellpach

Dr. phil. et med. Professor der Psychologie in Karlsruhe
VI u. 368 S. 8. Preis M. 6.—, in Leinen geb. M. 7.20

VERLAG von WILHELM ENGELMANN in LEIPZIG und BERLIN

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

WILH. JACOBSON & CO., Antiqu. für Naturw., Breslau V, offer. gegen Nachnahme in vorzügl. Haltung gut gebundene (meist kolorierte) Kupfertafelwerke!
Buch der Welt, 29 Bde. (Neupr. ca. 250 M.) f. 75 M. — Arnold, Vogel Europas (24 M.) f. 15 M. — Berge, Conchylienbuch, selten! 15 M. — Schmidt, Mineralien u. Petrefactenbuch, 2 Bde., selten! 15 M. — Berg-Schmidt, offiz. Pflanzen, (142 kol. Taf.) (75 M.) f. 25 M. — Bloch, ausländische Fische, selten! 18 M. — Sammlg. von 300 fein. altcolor. Tafeln, Botanik 10 M., Zoologie 10 M. — Humboldt's Kosmos, vergriffene vollständ. Ausgabe in Groß-Octavo, 5 Bde. nebst Atlas 25 M. — Naumann, grosses Vogelwerk, 12 eleg. Halbfranzbde. (Neupr. 175 M.) f. 80 M. — Francé, Pflanze, 5 Bde. (statt 70 M.) (f. 50 M. — Krünitz, Encyclopädie, Bde.: 1—159, 1770—1840 (bis Buchst. S, mit ca. 1000 Kpfrn.) 100 M. — Näheres üb. obige Werke in uns. Katalog 250 (auf Wunsch gratis). Ferner ein großes Konvolut von 50 Bdn. aus allen Gebieten der Naturwissenschaft aus d. J. 1850—1900 (Neupr. ca. 200 M.) für 20 M. —

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Die Lichtbehandlung des Haarausfalles

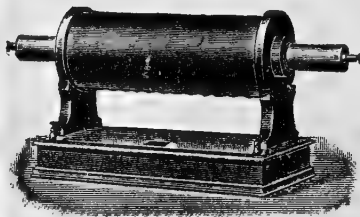
Von Dr. Franz Nagelschmidt, Berlin

Mit 87 Abbildungen

Preis M. 3.20; in Leinwand gebunden M. 3.80

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Neu! Neu! Neu! Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden ca. 230 Mark
5 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.
Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von Ascaris megaloc (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

Zeugnisse von Staatsanstalten und Preislisten kostenfrei.

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:
MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Wilh. Jacobsohn & Co., Breslau: Seite II — Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischhausen, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite II.

Die giftigen Tiere und ihre Bekämpfung¹⁾.

Von Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Hermann Küttner,
Breslau.

(Schluß.)

Die geringe Gefährlichkeit der europäischen Gifttiere ist die Ursache, warum in unseren Breiten ihrer *Bekämpfung* wenig Bedeutung beigelegt wird. Ganz anders in Ländern, welche, wie Indien und Brasilien, alljährlich ungeheure Einbußen an Menschenleben und wirtschaftlichen Werten durch Gifttiere, vor allem Giftschlangen, erleiden. Hier hat nun in den letzten Jahren eine großzügige systematische Bekämpfung auf wissenschaftlicher Grundlage eingesetzt, welche bereits die erfreulichsten Resultate gezeitigt hat. Die Durchführung der Abwehrmaßregeln ist schwerer, als man annehmen sollte, denn es gilt, eine Fülle nicht nur von Indolenz, sondern auch von Vorurteil und Aberglauben zu überwinden, welche von gewissenlosen Ausbeutern der tiefstehenden Bevölkerung konsequent genährt werden. Man sollte annehmen, nichts wäre einfacher, als die Menschheit zur zielbewußten Vertilgung solch furchtbarer Schädlinge anzuregen, wie es z. B. die großen Giftschlangen sind. Weit gefehlt! Der Malabare, in dessen Haus eine Kobra ihr Wesen treibt, bricht ihr nicht mit einem gutgezielten Stockschlage die Wirbelsäule, sondern bittet sie freundlichst, hinauszugehen, hält ihr Speisen vor, um sie fortzulocken, und ruft, wenn auch dies nichts hilft, den berufsmäßigen Zauberer und Schlangenbeschwörer, welcher gegen entsprechende Entschädigung der Schlange rührende Vorstellungen oder bittere Vorwürfe macht. *Fayrer* und *Brehm* berichten, daß auch heute noch zahlreiche Hindus unter keinen Umständen eine Brillenschlange töten. Viele füttern den Eindringling und schützen ihn, weil sie fürchten, es bringe dem Hause Unglück, wenn ihm ein Leids geschehe. Selbst wenn die Schlange ein Mitglied der Familie getötet hat, wird sie nicht umgebracht, sondern weiter mit Rücksicht und Achtung behandelt, höchstens läßt man sie durch den Gaukler einfangen und in eine entlegene Gegend bringen, wo sie zu Nutz und Frommen der Mitmenschen in Freiheit gesetzt wird. Kein Wunder, daß hier Schwindler und Betrüger ein weites Feld haben, und daß in Indien, Afrika und Südamerika die Schlangenbeschwörer und Zauberer eine eigene Berufsklasse bilden, welche mit ebensoviel Applomb wie geringem Erfolge auch die Behandlung der Vergiftungen in die Hand nimmt.

Die mit der afrikanischen Aspis und der indischen Kobra gaukelnden Haus- und Modaris sind durch Schaustellungen fremder Völker auch in Europa bekannt; ihr Spiel ist eindrucksvoll und aufregend, allerdings fehlen den

Schlangen, wie ich mich in Ceylon und Sansibar wiederholt persönlich überzeugt habe, meist die Giftzähne, und nur selten unternimmt es ein besonders Geübter und Erfahrener, auch mit der giftzahnbewehrten Schlange zu gaukeln. Übrigens ist für diese Schaustellungen nur die in der Gefangenschaft ziemlich schüchterne Aspis und die Brillenschlange zu brauchen, fast niemals wagt sich ein Beschwörer an andere große Schlangen heran, vor allem nicht an die gefürchteten übrigen Kobraarten, wie die von mir mehrfach erlegte afrikanische Speischlange (*Naja nigricollis*), die mehrere Meter lange afrikanische Mamba (*Naja*



Fig. 12. Kranichgeier (*Gyropogon serpentarius* Illig).
Südafrika.
(Nach *Brehm*.)

melanoleuca) und die indische Königshutschlange (*Naja bungarus*).

Eine systematische Bekämpfung der Giftschlangen muß dreierlei Ziele verfolgen:

Erstens muß sie für *möglichste Verminderung der den Schlangen zur Nahrung dienenden Tiere* Sorge tragen. Da sich gerade die gefährlichsten Arten, und besonders diejenigen, welche die Nähe menschlicher Wohnungen aufsuchen, von Mäusen und Ratten nähren, so ist die an und für sich wünschenswerte Vertilgung dieser Nager gleichzeitig ein vorzügliches Mittel, um Giftschlangen aus der Nähe der Behausungen zu bannen und ihnen die Lebensbedingungen ungünstig zu gestalten.

Auch auf andere Weise muß den Schlangen die Existenz nach Möglichkeit erschwert werden. In Indien sind die in der Nähe der Eingeborenen-

¹⁾ Nach einem in der Biologischen Gesellschaft zu Breslau gehaltenen Vortrag.

Bungalows befindlichen Stein- und Schutthaufen ein vorzüglicher Schlupfwinkel für die giftigen Reptile. Die konsequente Beseitigung dieser Haufen würde die Gefahr erheblich vermindern, scheint aber nicht erreichbar zu sein.

Zweitens müssen *die Tiere mit allen Mitteln gehegt und gepflegt werden, welche Vertilger von Giftschlangen sind.* Sehr einsichtig in dieser Beziehung waren die Regierungen der ehemaligen, sonst nicht gerade waidgerechten Burenrepubliken. Ganz abgesehen davon, daß es für eine unumgängliche Pflicht galt, bei Entdeckung einer Schlange — fast alle südafrikanischen Arten sind giftig — vom Pferde zu steigen und sie umzubringen, war die Tötung aller nützlichen, und also auch der schlangenvertilgenden Tiere mit hohen Strafen belegt. So kam es, daß der eigenartige Kranichgeier oder Sekretär, *Gypogeranus serpentarius*, der jede, auch die größte und stärkste Giftschlange

Schwein, der Igel und der Mungo zu nennen. Das *Schwein*, welches in Nordamerika zur Vertilgung der jungen Klammerschlangen abgerichtet wird, besitzt eine erhebliche Resistenz gegen Schlangengift, welche allerdings zum Teil durch das dicke, die Aufsaugung des Giftes erschwerende Unterhautfettpolster bedingt ist. Wissenschaftlich sichergestellt ist die Immunität unseres auch durch sein Stachelkleid geschützten *Igels*, eines großen Kreuzottervertilgers, gegen das Gift der europäischen Vipern. Gegen Kobragift ist er, wie mich eigene Beobachtungen lehrten, nicht geschützt, sondern geht zugrunde, wenn auch langsamer als andere Tiere. Selbst der größte der Schlangenjäger, der zu den Schleichkatzen gehörige *Mungo* (*Herpestes griseus*), den Fig. 13 im Kampfe mit einer Kobra zeigt, ist zwar weit resistenter gegen das Gift dieser Schlange, als z. B. das Kaninchen, aber auch er ist nach den Untersuchungen *Cal-*



Fig. 13. Mungo (*Herpestes griseus* Ogilby) im Kampfe mit einer Kobra. Indien. (Nach Calmette.)

mit einer höchst merkwürdigen Technik überwältigt, von einer entzückenden Vertrautheit war, und inmitten der Steppe, wie ich es oft beobachtet habe, selbst den bewaffneten Menschen auf wenige Schritte herankommen ließ, um dann plötzlich mit seinen langen Stelzbeinen Hals über Kopf davonzustürzen. In einem unerfreulichen Gegensatz zu den Burenrepubliken stand in dieser Beziehung, wenigstens noch vor einigen Jahrzehnten, nach den Angaben des Grafen Görtz die französische Insel Martinique, wo man zur Bekämpfung der zur Landplage gewordenen Lachesisarten den Kranichgeier einführte, die Sportsleute aber ein Vergnügen daran fanden, das edle Tier wegzuschießen.

Andere giftschlangenvertilgende *Vögel* sind der amerikanische Strauß, der Nandu (*Rhea americana*), ferner zahlreiche Störche, vor allem die Schlangensterche (*Dicholophus*), der Makaguà (*Herpetoteres cachinans*) und viele andere.

Unter den *Säugetieren* ist vor allem das

mettes keineswegs immun. Wenn er trotzdem im Kampfe mit den furchtbaren Reptilien fast stets Sieger bleibt, so verdankt er dies nur seiner besonderen Gewandtheit und Schnelligkeit.

Am merkwürdigsten ist die Tatsache, daß die Schlangen *in ihren eigenen Reihen* höchst wirksame Feinde haben. So lebt die größte und aggressivste aller Giftschlangen, die schon erwähnte zu den Kobraarten gehörige Königshutschlange (*Naja bungarus*), welche die für eine Giftschlange ganz ungeheure Länge von $4\frac{1}{2}$ Metern erreicht, fast ausschließlich von anderen Schlangen; sie ist aber selbst ein so eminent gefährliches Tier, daß sie trotz ihrer guten Eigenschaften die rücksichtsloseste Verfolgung verdient. Anders eine giftlose Schlangenfresserin, welche erst seit kurzem den Zoologen bekannt ist, die brasilianische *Mussurana*, deren Kenntnis wir dem verdienten Leiter des serotherapeutischen Institutes zu Butantan, Dr. Vital Brazil, verdanken; sie wurde ihm zu Ehren *Rhachidelus Brazilii* genannt. Die schwarz-

graue Schlange erreicht eine Länge von über 2 Metern und zeichnet sich durch eine außerordentliche Beweglichkeit aus. Sie ist absolut immun gegen das Gift der in ihrer Heimat Brasilien vorkommenden großen Giftschlangen, der Lachesis-Arten und Klapperschlangen. Fig. 14, nach einer Photographie gefertigt, zeigt die Mussurana, im Begriff, eine große Lachesis, die gefürchtete Jararaca, auf deren Konto die meisten Todesfälle in Brasilien kommen, hinunterzuwürgen. Die Überwältigung der fast gleichgroßen Schlangen gelingt ihr dadurch, daß sie nach Empfang einiger für sie unschädlicher Bisse die plumpere Giftschlange völlig umstrickt, sie am Halse packt und ihr durch kräftige Streckung das Genick bricht. Dann verschlingt sie ihr Opfer in aller Ruhe. Daß die ungiftige und für den Menschen ganz unschädliche Mussurana es verdient, mit allen Kräften geschont und gehegt zu werden, bedarf keiner Betonung, ihr Entdecker *Brazil* hat Recht, wenn er sagt: „Heute ist sie noch eine Kuriosität, morgen wird sie populär und als Wohltäterin gepriesen sein.“

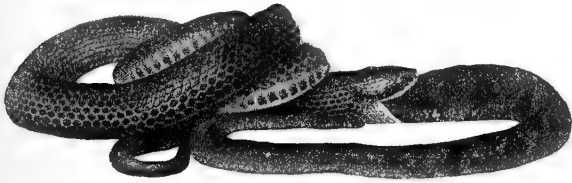


Fig. 14. Mussurana (*Rhachidelus Brazili*), eine Lachesis verschlingend. (Nach *Vital Brazil*.)

Das dritte wichtige Mittel schließlich in der Bekämpfung der Gifttiere ist die *Aussetzung staatlicher Prämien* für die Vertilgung der Schädlinge. Preußen zahlt für jede eingelieferte Kreuzotter eine Prämie von 20 Pfennig bis 1 Mark; in dem letzten giftschlangenreichen Sommer betrugen die von einigen schlesischen Landratsämtern ausbezahlten Prämien Hunderte von Mark. Wir selbst bekamen auf Annoncen hin oft täglich 15 bis 20 lebende Ottern zugesandt. Frankreich zahlt für jede eingelieferte Viper 25—50 Centimes, auch Indien, Florida und Brasilien haben Prämien ausgesetzt. In den schlimmsten Giftschlangenländern wird der Fang dieser Tiere zum Beruf gemacht. Der berühmte Schlangenjäger von Florida, *Peter Gruber*, hat allein rund 50 000 der giftigen Reptile in seinem Leben getötet, und an der Goldküste lebt ein bekannter Schlangenfänger, der seit 21 Jahren jährlich durchschnittlich 1500 Giftschlangen abliefern. In früheren Zeiten waren es nicht die staatlichen Behörden, sondern die Apotheker, welche den Schlangenjägern ihre Beute abnahmen, denn pulverisierte Giftschlangenköpfe und andere schöne Dinge gehörten zu den unentbehrlichsten Requisiten der Wunderdoktoren.

Welche Mittel stehen uns nun heute für die *Behandlung der Vergiftungen durch giftige Tiere* zur Verfügung? Von den zahllosen Kurpfuschermitteln, mit denen namentlich in den Tropen und Subtropen die berufsmäßigen Schlangenbeschwörer einen

schwunghaften Handel treiben, von der Schlangengalle und -leber, dem Schlangenstein, den Schlangenzurzeln und anderem mehr, wollen wir hier nicht reden, sondern nur die Hilfsmittel anführen, welche einer ernsthaften Kritik standhalten.

Da ist zunächst die Frage zu beantworten: Können wir durch *örtliche Einwirkungen an der Bißstelle* der Verbreitung des Giftes im Körper vorbeugen? Wenn überhaupt, so besteht diese Möglichkeit nur unmittelbar nach der Verletzung, denn die Aufsaugung des Giftes geht außerordentlich rasch vonstatten. Immerhin werden häufig genug Menschen zur Stelle sein, welche zweckentsprechende Maßnahmen sofort anzuwenden in der Lage sind. Vielgeübt wird das *Aussaugen* mit dem Munde oder mit einer schröpfkopffartigen Saugglocke; es hat gar keinen Zweck, denn das Gift verankert sich sehr bald an die Körpergewebe. Selbst wenn man an Stelle der punktförmigen, kaum blutenden Biß- oder Stichöffnungen mit dem Messer einen Kreuzschnitt macht und die Wunde stark bluten läßt, wird man keine nennenswerten Giftmengen aus dem Körper entfernen. Auch das *Ausbrennen* der Bißstelle zwecks Zerstörung des Giftes hat wegen der raschen Resorption keinen Effekt, auch wird kaum jemals das nötige Glüh-eisen sofort zur Hand sein. Viel hat man sich von der Einwirkung *chemischer Mittel* an der Bißstelle versprochen, von Kaliumpermanganat, Ammoniak, Chlorwasser, Chromoxyd, Chlorkalk und anderem. Einzelne von diesen Stoffen vermögen zwar im Reagenzglas die Wirkung des tierischen Giftes herabzusetzen, auf die Bißstelle gebracht oder ins Gewebe eingespritzt aber versagen sie, vielleicht mit Ausnahme des unterchlorigsauren Calciums und des unterchlorigsauren Kaliums, des sogenannten „Eau de Javelle“, gänzlich, denn einmal werden sie selbst durch den Kontakt mit dem Gewebe verändert, und zweitens ist das Gift längst weit im Körper verbreitet, wenn die Injektion an der Bißstelle erfolgt. — Das einzige jederzeit anwendbare Hilfsmittel, welches einen gewissen Nutzen bringt, ist die *Umschnürung oberhalb der Bißstelle*, die aber natürlich nur an den Extremitäten wirksam durchgeführt werden kann. Auch sie ist keineswegs ein Heilmittel, denn sie kann nur eine beschränkte Zeit lang durchgeführt werden, und die Allgemeinvergiftung tritt auch trotz Abschnürung ein, weil das Gift nicht nur durch Blut und Lymphe, sondern auch im Gewebe selbst von Zelle zu Zelle und entlang den Nerven weiterverbreitet wird. Aber die Aufsaugung wird doch durch die Abschnürung entschieden verlangsamt, es wird somit Zeit gewonnen für eine *das gefährdete Herz anregende Behandlung*, bei welcher der Alkohol eine gewisse, vielfach überschätzte Rolle spielt, vor allem aber für die einzige Therapie, welche wirkliche Heilerfolge aufzuweisen hat, die *Serumbehandlung*.

Das große Verdienst, dieses Verfahren in die Therapie der Vergiftungen durch Tiere eingeführt zu haben, kommt dem Leiter des Pasteurinstitutes in Lille, *Calmette* zu. Nach seinem Vorgange sind jetzt

in verschiedenen giftschlangenreichen Ländern eigene Institute gegründet worden, welche die Herstellung der Sera in großem Maßstabe betreiben und eine überaus segensreiche Tätigkeit entfalten. Das bedeutendste dieser Institute ist das unter Leitung des schon erwähnten Arztes *Vital Brazil* stehende Institut zu Butantan im Staate St. Paul, Brasilien. Dieses Institut arbeitet auf Staatskosten und gibt die von ihm hergestellten Sera an die Farmer und Pflanze, deren Personal stets am meisten gefährdet ist, nicht gegen Geld ab, sondern gegen Lieferung lebender Giftschlangen, welche zur Herstellung der Sera gebraucht werden. Die Sera und die in besonderen, kostenlos gelieferten Kisten sicher verpackten Schlangen werden von den Staatsbahnen portofrei befördert. Ärzte des Institutes reisen im Lande umher, um die Bevölkerung aufzuklären und ihnen den Fang der Schlangen mit besonderen, ebenfalls kostenlos gelieferten



Fig. 15. Entnahme des Giftes einer Lachesis im Butantan-Institut zu St. Paul, Brasilien (nach Calmette).

Lassos und anderen Instrumenten zu zeigen. 560 brasilianische Plantagenbesitzer stehen heute mit dem Butantan-Institut in ständiger Verbindung, 15 000 lebende Giftschlangen sind dort bisher eingeliefert worden. Die zugesandten Schlangen werden in dem Institut in ein wahres Schlangengeldorado verbracht, das *Serpentario*, einen großen ummauerten Raum, aus dem sie nicht entfliehen können, in dem sie aber wie in Freiheit leben und mit Ratten gefüttert werden.

Zur Herstellung der Sera sind große Mengen Giftes erforderlich, welche den lebenden Schlangen abgenommen werden. Dieses Geschäft erfordert eine genaue Kenntnis der Tiere und ist durchaus nicht ungefährlich, denn die großen Giftschlangen sind ebenso kräftig wie aggressiv. Man kann zum Zwecke der Entnahme die Schlange chloroformieren, was sich in einem mit Watte armierten Glase unschwer durchführen läßt. Da man aber zur Verbringung in das Glas die

Schlange schon kunstgerecht mit einer Zange hinter dem Kopf gefaßt haben muß, so kann man die Entnahme auch ohne Narkose gut bewerkstelligen. Wir haben im vergangenen Sommer bei vielen Hunderten von Giftentnahmen niemals die Narkose verwandt. Die Entziehung bei einer großen Lachesis am Butantan-Institut zeigt Fig. 15. Die am Hals gefaßte Schlange öffnet den Rachen weit und richtet, wenn es sich um eine Viperide handelt, die Giftzähne auf. Massiert man nun die Gegend der Giftdrüsen, so treten einige zähe Gifttropfen an der Spitze der Zähne aus, die man in einem Schälchen auffängt und für die Konservierung durch Trocknen an der Luft auskristallisieren läßt. Da viele Giftschlangen in der Gefangenschaft nicht zum Fressen zu bewegen sind, ohne Nahrungsaufnahme aber nicht genügend Gift produzieren, so muß man die Tiere künstlich ernähren in der Art, welche die Photographie (Fig. 16) erkennen läßt.

Die Gewinnung des Serums erfolgt in ähnlicher

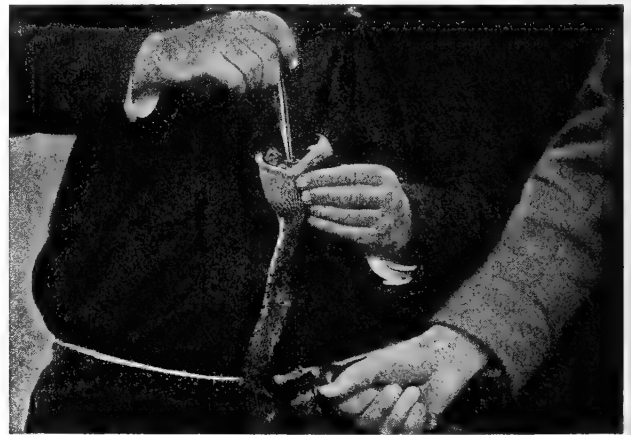


Fig. 16. Künstliche Ernährung einer Giftschlange im Calmetteschen Institut zu Lille (nach Calmette).

Weise wie die des Diphtherieserums. Ein Pferd wird mit einer so geringen Giftmenge geimpft, daß es keinerlei Schaden leidet. Der Körper reagiert darauf durch Bildung eines im Blute kreisenden Gegengiftes, des Antitoxins. Dieses ermöglicht nun, bei der nächsten Impfung die Zufuhr einer weit größeren Giftmenge, ohne daß das Tier gefährdet wird, und so kann man nach und nach Giftmengen inoculieren, welche das Vielfache der eigentlich tödlichen Dosis ausmachen. Das inzwischen im Blute gebildete Antitoxin wird durch Aderlaß dem Pferde unter allen aseptischen Kauteilen entnommen, es ist in dem sich absetzenden Serum enthalten, welches, in Flaschen gefüllt, nunmehr zur Benutzung bereit ist. Die Pferde werden durch das Verfahren nicht geschädigt und sind immer wieder zur Serumbereitung verwendbar.

Da die Gifte der einzelnen Schlangenarten sehr verschiedene Wirkungen haben, so kann stets nur das Serum einen Heileffekt ausüben, welches mit dem Gifte der betreffenden Schlangenart hergestellt ist. Das Institut zu Butantan fertigt deshalb vier

verschiedene Sera, eines für Vergiftungen durch Klapperschlangen (sérum anti-crotalique), eines für Bisse durch Lachesis- alias Bothrops-Arten (sérum anti-bothropique), eines gegen die zu den Colubriden gehörenden Elaps-Arten (sérum anti-élapine) und schließlich ein polyvalentes, mit einer Mischung der drei genannten Gifte hergestelltes Serum (sérum anti-ophidique), welches dann Verwendung findet, wenn nicht angegeben werden kann, zu welcher Art die beißende Schlange gehörte.

Diese Serumbehandlung der Giftschlangenbisse ergibt nicht nur im Tierexperimente absolut sichere Erfolge, sie hat sich auch bereits in Hunderten von Vergiftungsfällen beim Menschen als ein zuverlässiges Mittel bewährt, welches selbst bei vorgeschrittener Vergiftung noch Hilfe zu bringen vermag, naturgemäß aber um so sicherer wirkt, je früher nach dem Bisse es angewandt wird. Die mit dem Butantan-Institut in Verbindung stehenden brasilianischen Farmer z. B. halten die vier Serumarten vorrätig und sind so in der Lage, das Gegengift stets rechtzeitig in Anwendung zu bringen.

So ist es der systematischen wissenschaftlichen Forschung gelungen, auch auf diesem jahrhundertlang dem schwärzesten Aberglauben preisgegebenen Gebiete endlich Klarheit zu schaffen. Wenn auch noch vieles zu tun übrig bleibt, so ist doch jedenfalls schon erreicht worden, daß wir heute über wirksame Mittel verfügen im Kampfe selbst gegen die furchtbarsten aller Gifttiere, die tropischen Giftschlangen, deren elementar wirkenden Giften der Mensch noch vor kurzem völlig machtlos gegenüberstand.

Neuere Untersuchungen über das Sehorgan.

Von Dr. V. Franz, Leipzig-Marienhöhe.

Die Morphologie des Sehorgans ist in letzter Zeit durch das Erscheinen einiger wichtiger Hand- und Lehrbücher mindestens in ebenso bedeutendem Maße gefördert worden wie durch Spezialarbeiten.

Dasjenige Werk, welches wir da zweifellos an erster Stelle zu nennen haben, ist der von *Bach* und *Seefelder*¹⁾ gemeinsam herausgegebene, nach dem Tode des erstgenannten Autors von *Seefelder* allein fortgeführte Atlas zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges, ein Standardwerk ersten Ranges, in welchem auf Grund zahlreicher Präparate die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges in Wort und Bild aufs genaueste dargestellt wird, so daß man bei späteren Arbeiten jederzeit zur Determinierung und Diagnostizierung der einzelnen Entwicklungsstadien auf die hier niedergelegten mustergültigen Darstellungen wird Bezug nehmen können und müssen. Der kurzgehaltene Text ist auch in strittigen Fragen, soweit dies irgend möglich ist, höchst objektiv gehalten. Von besonderem Interesse ist die Beachtung, welche den auch von

*Lindahl*¹⁾ neuerdings genauer untersuchten Einkerbungen des Randes des embryonalen Augenbechers geschenkt wird, Einkerbungen, welche von der bekannten ventralen Becherspalte ganz unabhängig sind und ihre Ursache allein in Hindernissen haben, wie sie Gefäße für das Wachstum des primitiven Organs darstellen. Bezüglich der Herkunft des Glaskörpers meint der Verfasser, daß in neuester Zeit der gemischte, d. h. teils ektodermale, teils mesodermale Ursprung des Glaskörpers am wahrscheinlichsten erscheine, eine Ansicht, die allerdings nicht allseitig geteilt werden dürfte. — Wesentlich kürzer kommt die Entwicklungsgeschichte des Auges in dem von *Nußbaum*²⁾ bearbeiteten Teil des Graefe-Saemischschen Handbuchs der gesamten Augenheilkunde zur Sprache. Ein sehr berechtigter Gedanke in dieser Arbeit ist der, daß vor einer zu weit gehenden Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes zu warnen sei. Dennoch möchte der Verfasser die kurze Anführung einiger Tatsachen aus der Augenentwicklung bei Wirbellosen in gewisser Weise für tiefer begründet erachten, als dies gewöhnlich geschieht, denn der Unterschied des Entwicklungsvorganges bei Wirbellosen sei von demjenigen bei Wirbeltieren — wie *Nußbaum* meint — nicht durch eine unübersteigbare Kluft getrennt. — Gleich dieser Arbeit ist die „Organologie des Auges“ in demselben Handbuche in dritter Auflage erschienen, wiederum bearbeitet durch *Pütter*³⁾. Im ganzen weist die Darstellung gegenüber derjenigen in der zweiten Auflage keine erheblichen Änderungen auf, obschon zahlreiche seither ermittelte Errungenschaften genau berücksichtigt und Irrtümer gewissenhaft berichtigt worden sind. Soviel Referent weiß, ist noch von keiner Seite Widerspruch erhoben worden gegen die Ansicht *Pütters* über die Stäbchen und Zapfen. So hübsch und klar auch die Einteilung der Sehzellen bei den verschiedenen Wirbeltieren und Wirbellosen nach ihrem Baue ist, es kann doch wohl nicht ohne weiteres der Ansicht zugestimmt werden, daß bei Wirbeltieren die Namen Stäbchen und Zapfen gänzlich irreführend wären und fallen gelassen werden müßten, und es sei dies hier ausdrücklich betont, da auch von anderer Seite⁴⁾ unlängst dieselbe Ansicht ausgesprochen wurde. Ausdauernde Studien am Mikroskop dürften doch immer wieder zeigen, daß es bei fast allen Wirbeltieren zwei Arten von Sehzellen gibt, mögen auch die zapfenartigen bei einer Tierart einmal sehr ähnlich den stäbchenartigen bei einer anderen Tierart sein, wie denn z. B. die Zapfen in der Fovea des Menschen, für sich betrachtet, eigentlich eine mehr stäbchenartige Form haben. Die Frage, ob den Dunkeltieren Zapfen fehlen, bzw. nur

¹⁾ *Lindahl, C.*, Über die Pupillaröffnung des Augenbechers in früheren Entwicklungsstadien. Arch. f. Augenheilkunde, Bd. 72.

²⁾ *Nußbaum, M.*, Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. In: *Graefe-Saemisch*, Handbuch der gesamten Augenheilkunde, Teil I, Kapitel 8.

³⁾ *Pütter, A.*, Organologie des Auges, ebenda, Teil I, Kapitel 10, Leipzig, W. Engelmann.

⁴⁾ *Fritsch, G.*, Der Ort des deutlichsten Sehens in der Netzhaut der Vögel. Arch. mikr. Anat., Bd. 78 (Festschr. f. *Waldeyer*).

¹⁾ *L. Bach* und *R. Seefelder*, Atlas zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. 1. Lieferung 1911, 2. Lieferung 1912. Leipzig, W. Engelmann.

in relativ geringer Anzahl eigen sind, wird denn auch ganz gewiß kein bloßer Definitionsstreit sein, wie *Pütter* meint. Die Bedenken *Pütters* gegenüber der Hesseschen Annahme von Neurofibrillen in sämtlichen Sehzellen dürfte dagegen schon viel eher einen berechtigten Kern haben. — Im Zusammenhange mit diesen Kompendien sei auch des merkwürdigen Rädlschen¹⁾ Buches gedacht, welches sich zum großen Teil mit dem Sehorgan beschäftigt, und über welches nicht leicht geurteilt werden kann. Als Hauptinhalt des Buches finden wir neben zahlreichen geistvollen philosophischen und psychologischen Exkursen den Versuch vor, nachzuweisen, daß — sozusagen — eine absolute Morphologie möglich ist, eine Gestaltenlehre, welche die Gestalten organischer Körper durchaus an und für sich ohne Bezugnahme auf die Funktionen beschreibt und Gesetze in ihnen auffindet. So wird aus dem Auftreten von Scheiteläugen bei verschiedenen Wirbellosen und Wirbeltieren gefolgert, daß in der Struktur des Körpers der Grund für das Auftreten dieser Organe liegen müsse; ferner sollen die Seitenaugen nach gewissen Anzeichen bei den Wirbellosen eine allgemeine Tendenz zur Dreiteiligkeit aufweisen, weshalb man auch bei Wirbeltieren nach Resten eines dreiteiligen Auges suchen dürfe und in der Nebenretina bei Tiefseeteleskopaugen, in gelegentlichen Pigmentanhängen und im Fächer des Vogel- auges Reste wenigstens eines zweiten Auges vermuten dürfe! Wenn man auch die genannten Beispiele für verfehlt wird halten müssen, so ist doch der Hinweis auf die Wiederkehr von Glomeruli im Riechhirn der Wirbeltiere und Wirbellosen, auf die Gesetzmäßigkeiten im Bau des Nervenfilzes und seiner Schichtenbildung, auf die häufig wiederkehrenden „Kaskadenfasern“ in den verschiedensten Nervensystemen und manches andere mehr, zweifellos ganz anregend, hier können wir bisher tatsächlich fast nur reine Morphologie treiben; die physiologische Deutung derartiger Eigentümlichkeiten werden wir allerdings trotzdem nicht mit dem Verfasser für steril erachten; vielmehr hat z. B. mit der morphologisch und physiologisch interessanten Frage, warum die Netzhäute der verschiedenen Wirbeltiere jeweils um so reinere Schichtenausbildung erkennen lassen, je besser die betreffenden Sehorgane im allgemeinen organisiert sind, sich *Franz* in seinem „Sehorgan“, dem 7. Teil des Oppelschen Lehrbuches der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere, beschäftigt. Ein weiteres Eingehen auf dieses letztgenannte Werk, welches eine mühevollen und hoffentlich nützliche Arbeit darstellt, möge an dieser Stelle unterbleiben²⁾.

Wir gehen zu Spezialarbeiten über. Die in unserem vorigen Bericht erwähnte Ansicht *Studenickas*, daß das Cyclostomenauge nicht rudimentär, sondern das primitivste aller Wirbeltieraugen sei, hat, wie kaum anders zu erwarten war, schnell genug eine Entgegnung erfahren, und zwar durch

¹⁾ *Rädl, E.*, Neue Lehre vom zentralen Nervensystem. Leipzig, W. Engelmann.

²⁾ Eine eingehende Besprechung erfolgt in nächster Zeit. (Anm. d. Red.)

*Mozejko*¹⁾. — *Tretjakoff*²⁾ untersuchte das Auge vom Renntier und zwar besonders in bezug auf Iris, Iriswinkel und Ciliarkörper, sowie auf den Sehnerven, die Sehnervpapille und benachbarte Teile. Unter letzteren ist besonders der von der Papille sich erhebende kleine Zapfen interessant, offenbar ein Homologon des Fächers im Auge der Vögel, ein aus Gliazellen und Gliafasern bestehendes Gebilde mit bindegewebiger Achse. Verf. möchte den Zapfen für erektil erachten, je nach der Menge des in ihm vorhandenen Blutes. Was seine Ableitung von noch primitiveren Gebilden betrifft, so spricht Verf. die wohl sehr berechnete, wenigstens mit der von *Franz* in seinem „Sehorgan“ gleichfalls ausgesprochenen Ansicht übereinstimmende Meinung aus, daß der Zapfen in Beziehung zu setzen sei zu den bei Fischen auffindbaren ganz geringen Epithelresten in der Papilla optica, welche ihrerseits infolge der Bildung der Netzhaut auf dem Wege über die Becherspalte nichts anderes sind als eine Fortsetzung des zelligen, dem Gliagewebe angehörigen Gehäuses des Sehnerven. In literarischer Beziehung sind dem Verf. ein paar kleine Irrtümer, die Untersuchungen des Ref. betreffend, untergelaufen. — *Agababow*³⁾ untersuchte mit spezifisch neurologischen Methoden, vorwiegend mit Methylenblau, die Nerven in den Augenhäuten bei Säugetieren und beim Menschen und entwirft ein ausführliches Gesamtbild von den zahlreichen Besonderheiten in den Gruppierungen derselben. Ringförmige Geflechte finden sich z. B. in der Chorioidea um den hinteren Augenpol herum, im Ciliarkörper, in der Iris, in der Sklera sowie in der Cornea, nahe der Grenzlinie zwischen beiden, Endnetze bilden sie in den Epithelien mit Ausnahme der hinteren Hornhautfläche. Diese interessanten, im allgemeinen bisher wenig beachteten Strukturen, ferner die verschiedenen Arten von Endapparaten und mancherlei anderes mehr wird in dieser Arbeit klar beschrieben. Ihr reiht sich eine Untersuchung von *Attias*⁴⁾ an, welcher gleichfalls mit Methylenblau die besten Ergebnisse und zwar am vorderen Teil der menschlichen Augapfelhülle erlangte. In dieser Arbeit nimmt der Verf. auch Stellung zu dem Streit über die Hornhautgefäße und versichert mit Bestimmtheit, daß es nur solche gibt, welche die Nerven begleiten, während andere niemals weiter als $\frac{1}{100}$ mm in die Hornhaut eindringen.

*Degener*⁵⁾ untersuchte die Frage der markhaltigen Nervenfasern in der menschlichen Netzhaut und kommt u. a. zu dem Ergebnis, daß nur die Disposition zur Entwicklung dieser Anomalie angeboren sein könne, die Markscheiden in der Retina entwickeln sich vielmehr stets erst nach

¹⁾ *Mozejko*, Ist das Cyclostomenauge primitiv oder degeneriert? Anat. Anzeiger, Bd. 42.

²⁾ *Tretjakoff*, Das Auge vom Renntier. Internat. Monatsschr. f. Anat. und Physiol., Bd. 29.

³⁾ *Agababow*, Über die Nerven in den Augenhäuten. Graefes Archiv f. Ophthalmol., Bd. 83.

⁴⁾ *Attias*, Die Nerven in der Hornhaut des Menschen. Ebenda, Bd. 83.

⁵⁾ *Degener*, Zur Kenntnis der markhaltigen Fasern in der Netzhaut. I.-D. med. Königsberg i. Pr.

der Geburt. *Palmer*¹⁾ hat die Zahlenverhältnisse in der Retina und dem Opticus von *Necturus maculosus* untersucht und stellte fest, daß die Proportion der Stäbchen und Zapfen in allen Teilen der Retina bei diesem Tiere ungefähr dieselbe ist. Die Gesamtzahl der Sehzellen variiert — dies ist eine sehr wichtige Feststellung — mit der Größe der Retina. Die Anzahl der Sehzellen ist geringer als die der „äußeren Körner“, also müssen in der Schicht der letzteren noch anderweitige Netzhautzellkerne liegen außer den Stäbchen- und Zapfenkernen; dies ist eine Feststellung, die mit manchen neuerdings gemachten Erhebungen im Einklang steht und zur Vorsicht bei der Beurteilung der Sehzellenzahl nach der Zahl der äußeren Körner mahnt. Auf eine Nervenfasern des Opticus entfallen 30 Ganglienzellen und 111 Sehzellen. *Bage*²⁾ bestätigt die Kalliusche Beobachtung einer Fovea im Auge der Brückenechse und beschreibt deren Retina genau, leider ohne Bezugnahme auf die dem gleichen Objekt gewidmete Untersuchung von *H. Virchow*. *Luna*³⁾ untersuchte die Retina bei verschiedenen Tieren histochemisch, namentlich auf das Vorkommen von Lipoiden hin, die zahlreich gefunden wurden, teils in Körnchen oder Schollen, teils diffus. Das Paraboloid der Sehzellen enthält ein Bläschen von Glykogen. *Mawas*⁴⁾ interessierte sich für den Mitochondrialapparat der Stäbchen und Zapfen. Derselbe⁵⁾ erkennt dem Pigmentepithel im Gebiete der optischen Retina außer den ihm gewöhnlich zugeschriebenen Aufgaben noch eine ernährnde oder drüsige Funktion zu infolge Anwesenheit von Sekretkörnern in seinen Zellen und infolge verschiedenartiger Zustände des Zellkerns. Derselbe⁶⁾ kritisiert frühere Angaben über die Sekretionstätigkeit der ciliaren Retina und erachtet sie auf Grund neuer Befunde für ein richtiges Drüsenepithel.

Mawas und *Magitot*⁷⁾ lieferten, im wesentlichen ausschließlich auf Grund von menschlichem Material, eine sehr umfangreiche und sorgfältige Darstellung der Entwicklung des Glaskörpers und der Zonula, eine Arbeit, wie sie uns auf diesem Gebiete schon lange fehlt. Der „primordiale Glaskörper“ der Verf. entstammt der Retina, der „transitori-

sche“ oder „hyaloidische“ kommt später vorübergehend zu jenem hinzu, er besteht aus vom Sehnerven abstammenden Zellelementen neuroglösen Ursprungs, welche die Arteria hyaloidea und ihre Zweige umhüllen, er bildet sich später zurück mit den Gefäßen, die er umgibt. Der „definitive“ Glaskörper ist nichts anderes als eine Erweiterung des primordiales, er erfüllt nach und nach den ganzen Innenraum der hinteren Augenkammer, je mehr die inneren Augengefäße sich zurückbilden. Wir sehen also, daß der Glaskörper als ein rein ektodermales, und zwar im wesentlichen retinales Gebilde aufgefaßt wird, womit ziemlich genau die Forderung erfüllt ist, die *Franz* in seiner „Histogenetischen Theorie des Glaskörpers“ stellt (s. „Naturwissenschaften“ 1912 S. 332).

*Maggiore*¹⁾ will in den Ringwulstzellen der Vogellinse einen Mitochondrialapparat durch Behandlung mit Silbernitrat gefunden haben.

Der Streit um die Entwicklung und Bedeutung der Zonulafasern, der schon vor 6—7 Jahren ziemlich beendet erschien, will augenscheinlich noch immer nicht zur Ruhe kommen. *Baldwin*²⁾ kommt nach Untersuchungen an weißen Mäusen zu der Annahme, daß die Zonulafasern sich aus Mesenchymzellen entwickeln. *Carlini*³⁾ läßt die Frage von der Beantwortung der Glaskörperfrage abhängig sein. Jedenfalls erscheint heutzutage die Ansicht, daß diese Fasern Verlängerungen der ciliaren Epithelzellen seien, keineswegs mehr unwidersprochen.

Die Hilfstteile des Augapfels erfreuen sich im allgemeinen nicht so allgemeinen Interesses wie die Teile des Augapfels selbst, dennoch wollen wir auf die Arbeit von *Masugi*⁴⁾ über die Tränendrüse der Japaner eingehen. Der Verf. kommt zu dem Ergebnis, daß das glotzügige Aussehen der Japaner außer durch die niedrige Nase und große Fettablagerung im Lid auch durch eine weitvorgeückte Lage der oberen Tränendrüse und durch stärkere (größere und kompaktere) Entwicklung der unteren Tränendrüse hervorgerufen sei. Am Lebenden läßt sich die Tränendrüse des Japaners leichter erkennen als die des Europäers, wenn man das Oberlid ektropioniert und den zu Untersuchenden möglichst stark nach innen-unten blicken läßt. Es stellte sich auch heraus, daß die Tränendrüse beim Weibe stärker entwickelt ist als beim Manne, was nach einigen Angaben auch für den Europäer gelten dürfte. *Maggiore*⁵⁾ untersuchte den Lidapparat bei verschiedenen Amphibien und fand namentlich am unteren Lid Verschiedenheiten

1) *Palmer*, The numerical relations of the histological Elements in the Retina of *Necturus maculosus* Raf. The Journal of Comp. Neurology, Vol. 22.

2) *Bage*, On the histological Structure of the Retina of the lateral Eyes of *Sphenodon punctatus*. Quart. Journal of Microsc. Sc. N. S. N. 227.

3) *Luna*, E., La Retina dei vertebrati. Ricerche istologiche ed istochimiche. Ric. Labor. Anat. norm. Roma, vol. XVI.

4) *Mawas*, J., Notes cytologiques sur les cellules visuelles de l'homme et de quelques mammifères. Communication préliminaire. Nancy, Impr. Berger-Lavraulte.

5) Derselbe, Sur la fonction sécrétoire et le rôle nutritif de l'épithélium pigmentaire de la rétine. Fondation d'ophtalmologie Adolphe de Rothschild, Bull. et travaux, Paris 1912.

6) Derselbe, Sur la structure de la rétine ciliaire. Son rôle dans la sécrétion de l'humeur aqueuse et la pathologie des caractes. Ibidem.

7) *Mawas* und *Magitot*, Etude sur développement du corps vitré et de la zonule chez l'homme. Ibidem.

1) *Maggiore*, L'apparato mitochondriale nel cristallino. Ricerche fatte nel lab. di anat. norm. Roma, vol. XVI.

2) *Baldwin*, W. M., Die Entwicklung der Fasern der Zonula zinnii im Auge des weißen Mannes nach der Geburt. Arch. mikr. Anat. Bd. 80.

3) *Carlini*, Über den Bau und die Entwicklung der Zonula zinnii. Graefes Archiv, Bd. LXXXII.

4) *Masugi*, Topographie der Tränendrüse der Japaner. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol., Bd. XV.

5) *Maggiore*, Ricerche morfologiche sull'apparato palpebrale degli anfibii. Ric. Labor. Anat. norm. Roma, vol. XVI.

der Kompliziertheit, die mit dem Sehvermögen im allgemeinen parallel zu gehen scheinen. Wenigstens fanden sich bei Spelerpes, auch noch bei Triton, besonders einfache Verhältnisse, die kompliziertesten aber bei der Kröte, welche bekanntlich auch unter allen Froschlurche am besten akkommodiert, die bestentwickelte Retina hat und den gewecktesten Eindruck macht.

Noch einiges über Wirbellose! *Chun*¹⁾ beschreibt in *Cirrothauma murrayi* den ersten bekannt werdenden blinden Cephalopoden, einen Tiefseebewohner, in dessen Auge die Sehstäbchen überhaupt nur ganz vereinzelt wie kleine Flämmchen stehen. *Günther*²⁾ untersuchte bei Käfern die rudimentären Larvenaugen, das Schicksal der Stemmata während der Metamorphose, die Komplexaugen und den „Augenfleck“, ein Organ, das im Verbinde der larvalen Augenanlage liegt und vom Verf. als ein Sehorgan angesprochen wird, da es ein glaskörperartiges zelliges Gebilde aufweist, deutliche Stäbchen trägt und durch einen Nerven mit dem Ganglion opticum in Verbindung steht. Die Stemmata leisten während der Metamorphose den auflösenden Wirkungen einigen Widerstand, so daß sie in der Imago, allerdings ohne Linse und Glaskörper, noch angetroffen werden. *Trojan*³⁾ untersuchte genau das Auge von *Palaemon* und kam zu mancherlei Richtigstellungen bezüglich des Baues dieses typischen Krebsauges. *Caesar* untersuchte anatomisch und entwicklungsgeschichtlich die Stirn- und Seitenaugen der Ameisen und stellte interessante Unterschiede zwischen Männchen, Weibchen und Arbeiterinnen fest. *Moroff*⁴⁾ stellte cyto-histogenetische Studien über das Facettenauge der Krebse an, will u. a. bei manchen Kernen der Augenanlage den Eindruck amitotischer Zellteilung gewonnen haben, ferner spielt das aus den Zellkernen reichlich hervorgehende Chromatin eine sehr wesentliche Rolle, ja es soll durch eine komplette Auflösung der inneren zwei Kernreihen das Material geliefert werden, durch dessen Umwandlung die Pigmentkörnerchen sowie reichlich Plasma und die Rhabdome der einzelnen Ommatidien gebildet werden. Verf. möchte das Auge der Crustaceen ableiten von — dem Wimpernkranz der Wurmlarve, indem ein Teil der Zellen des letzteren eine sensible Funktion übernommen hat, während die übrigen geschwunden sind. Durch die Ausbildung des Pigments könnten diese Zellen lichtpercipierende Eigenschaften gewonnen haben! Durch eine Untersuchung über die Embryonalentwicklung des Medianauges der Crustaceen kommt derselbe Autor⁵⁾ zu der Annahme, daß das Median-

auge ehemals als grubchen- oder bläschenförmiges Organ funktioniert habe, vielleicht als ein Statorblast. Solche Hypothesen erinnern allerdings an den Versuch, das am Rücken gelegene Nervensystem der Wirbeltiere von dem bauchseitigen der Wirbellosen (als einer „niederen“ Tiergruppe) abzuleiten, oder an die kuriose Ableitung des Wortes Fuchs von *Alopex*.

Von Anfang bis zu Ende unseres heutigen Berichtes sind wir bei der Morphologie geblieben. Dagegen ist für das nächste Mal ein Bericht über physiologische Arbeiten, namentlich über Phototaxis und ähnliche Erscheinungen in Aussicht genommen.

Gewerbliche Vergiftungen.

Von Privatdozent Dr. Rambousek, Prag-Smichow.

I. Allgemeines.

Das Streben des Menschen nach Befriedigung seiner sich immer steigenden Bedürfnisse verlangt einen stets wachsenden Aufwand an Mühe und Opfern — Opfern nicht allein in Geld- und Arbeitswert, sondern auch in der Gesundheit des Arbeitenden. Die Art der Arbeit bringt den Menschen vielfach in ungewöhnliche, seiner Natur widerstrebende Verhältnisse und dies um so mehr bei der hastigen industriellen und gewerblichen Wettproduktion. Die gesundheitlichen Gefahren sind durch den Gang der Produktion naturgemäß bestimmt. Die durch notwendige, gewaltige mechanische Arbeitsleistung hervorgerufene Gefahr der Überanstrengung wird durch den Ersatz der Handarbeit durch Maschinenkraft teilweise behoben. Viel schwieriger aber ist es, einer Klasse von Gefahren wirksam zu begegnen, welche größtenteils auf der chemischen Zusammensetzung der zu bearbeitenden Stoffe beruht: der *gewerblichen Vergiftung*.

Ist es schon bei einer wissenschaftlichen Behandlung der Lehre von den Giften, der Toxikologie, überhaupt schwer, den Grund zu einer Einteilung zu legen, da es sich hier um ein Grenzgebiet der Chemie und Physiologie handelt, so wird diese Aufgabe noch viel schwieriger bei einer wissenschaftlichen Erörterung über die gewerblichen Gifte, da hier auch die technischen Disziplinen mit all ihrer Mannigfaltigkeit die Sache komplizieren. Auf diesem Gebiete kommen die verwinkelten „sozialen“ Faktoren des gesellschaftlichen Organismus mit in Betracht. Doch weist auch hier die naturwissenschaftliche Auffassung der Aufgaben den Weg zur Lösung: die induktive Suche nach Gesetzmäßigkeiten und die darauf folgende Prüfung deduktiv abgeleiteter Sätze an der Wirklichkeit. Um uns in dem gewaltigen Material zu orientieren, brauchen wir daher, wie überall in der Naturwissenschaft, ein möglichst natürliches System, wie ich es in meinem Buche „Gewerbliche Vergiftungen“¹⁾ zu begründen bemüht war. Die wichtigsten von diesen Grundlagen seien hier kurz wiedergegeben. — Die maßgebende Begriffsbestimmung beruht auf der noch schwankenden Definition des Begriffes

¹⁾ *Chun*, *Cirrothauma*, ein blinder Cephalopode. Promotionsbericht der Univ. Leipzig, 1911.

²⁾ *Günther*, Die Sehorgane der Larve und Imago von *Dytiscus marginalis*. Z. f. wiss. Zool., Bd. 100.

³⁾ *Trojan*, Das Auge von *Palaemon squilla*. Denkschr. d. mat.-naturw. Klasse d. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. 6.

⁴⁾ *Moroff*, Entwicklung des Facettenauges bei Crustaceen. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 34.

⁵⁾ *Moroff*, Entwicklung und phylogenetische Bedeutung des Medianauges der Crustaceen. Zool. Anzeiger, Bd. XL.

¹⁾ Verlag Veit & Comp., Leipzig 1911.

„Gift“ überhaupt, welche wohl am zweckmäßigsten folgendermaßen gefaßt wird: Gifte sind Stoffe, welche durch ihre chemische Natur den Organismus derart zu beeinflussen imstande sind, daß hierdurch eine wesentliche dauernde oder vorübergehende Schädigung der Organe und Lebensfunktionen derselben, somit eine Schädigung der Gesundheit und des Wohlbefindens des betreffenden Lebewesens bewirkt wird. Diese Schädigung nennen wir Vergiftung und den Stoff, der sie hervorruft, ein Gift. Ein *gewerbliches Gift* ist dann jenes Gift, welches in gewerblichen (industriellen) Betrieben verwendet oder zur Darstellung gebracht wird oder zufällig entsteht. Eine gewerbliche Vergiftung ist eine durch die Beschäftigung im gewerblichen Betriebe durch gewerbliche Gifte hervorgerufene zufällige, somit von den Beschädigten nicht gewollte Vergiftung. Hinsichtlich der *Wirkung* gruppieren sich die gewerblichen Gifte in nachfolgende Gattungen: a) Reiz- und Ätzgifte, welche durch die bloße Berührung mit den Organen grob anatomische Störungen, sogenannte Oberflächenwirkung hervorrufen; b) Blutgifte, welche die Bestandteile des Blutes (Blutfarbstoff, Blutkörperchen) verändern; c) spezifisch innerlich wirkende Gifte, welche in den Kreislauf aufgenommen, auf bestimmte Organe und Organsysteme in eigenartiger Weise einwirken (Nervengifte, Herzgifte).

Gewerbliche Gifte können im festen, flüssigen und gasförmigen Zustande in den Körper *aufgenommen* werden, die Aufnahme im festen Zustande kann, da es sich hier um unabsichtliche Vergiftungen handelt, nur in Staubform geschehen. Der *Weg*, auf welchem ein gewerbliches Gift in den Organismus eindringen kann, ist ein dreifacher: der Atemweg, der Verdauungsweg und der Weg durch die verletzte oder unverletzte Haut oder Schleimhaut der Oberfläche. Eingeatmet werden gewerbliche Gifte, welche die Betriebsluft in Staub- oder Gas- und Dampfform verunreinigen. Zufällig verschluckt werden dieselben vor allem dadurch, daß mit giftigem Staub verunreinigte oder mit flüssigen Giften benetzte Hände mit der Speise, beim Rauchen oder anderswie zum Munde geführt werden. Durch die Haut gelangen gewerbliche Gifte in flüssiger Form meist nur dann, wenn sie imstande sind, das schützende Hautfett zu lösen. Einen entscheidenden Gesichtspunkt bildet die Frage der Zeitdauer der Aufnahme der in den Körper gelangten Giftmenge. Ein gewerbliches Gift kann allmählich aufgenommen werden, was meist auch ein allmähliches Auftreten der Vergiftungserscheinungen, die *chronische Vergiftung*, zur Folge hat, welche ganz unbemerkt ihr Opfer beschleichen kann. Demgegenüber wird bei *akuten* gewerblichen Vergiftungen der Betroffene oft überrascht, so daß er sich dem Einfluß des Giftes und damit dem Eindringen großer Giftmengen nicht rechtzeitig entziehen kann und der Giftwirkung so lange ausgesetzt bleibt, bis Hilfe naht. Derartige Unglücksfälle ereignen sich meist durch den Einfluß giftiger Gase. Mitunter kommt es allerdings vor, daß auch größere Giftmengen unbemerkt in den Körper eindringen, so bei Einatmung giftiger geruchloser Gase oder bei Aufnahme giftiger Flüssig-

keiten durch die Haut. — Die eben erwähnte *Unterscheidung* gewerblicher Vergiftungen in chronische und akute nach dem *zeitlichen Verlauf* ist um so bedeutungsvoller, als sich hieran auch die versicherungsrechtliche Entscheidung, ob es sich im einzelnen Falle um einen Unfall oder eine Gewerbekrankheit handelt, knüpft. Da jedoch naturgemäß zwischen den beiden erwähnten Typen, der akuten und chronischen Vergiftung Übergänge bestehen, bei welchen, wie bei sogenannten subakuten Vergiftungen, schwer zu entscheiden ist, ob das Gift plötzlich oder allmählich Eingang in den Körper fand, muß die genannte Unterscheidung als eine unnatürliche und in allen ihren Konsequenzen gewaltsame bezeichnet werden. — Hinsichtlich der Giftwirkung spielt auch bei der gewerblichen Vergiftung das *individuelle Moment*, die Empfänglichkeit, die Disposition, eine große Rolle und es bestehen bei einzelnen Individuen außerordentlich verschiedene Grade der Widerstandsfähigkeit gegen derartige Schädlichkeiten, eine Stufenleiter, welche von der Idiosynkrasie (Überempfindlichkeit) gegenüber einem Gift hinaufführt bis zur Immunität (Giftfestigkeit). Über das *Schicksal* des gewerblichen Giftes entscheidet, wie bei der Giftwirkung überhaupt, vor allem die chemische Beschaffenheit des Giftes und es können naturgemäß nur Substanzen eine Giftwirkung im Körper entfalten, welche so beschaffen sind, das sie in denselben aufgenommen, resorbiert werden können. Die Resorption vollzieht sich je nach dem Aufnahmeweg bei gewerblichen Giften verschieden, wohl am raschesten durch die Atmung. Das aufgenommene Gift kann entweder unverändert oder verändert wirken und in dieser Art auch ausgeschieden werden. Ist die Ausscheidung des Giftes, welche durch die Nieren, den Darmkanal, die Atemorgane, seltener durch die Haut erfolgen kann, ungenügend und hält sie der Aufnahme nicht das Gleichgewicht, so kommt es zur Anhäufung des Giftes im Körper, und zur kumulativen Wirkung, welche bei chronischen gewerblichen Vergiftungen eine große Rolle spielt. Von den erwähnten Umwandlungsprozessen, welche Gifte im Körper erfahren können, seien als die wichtigsten Typen hervorgehoben: die Oxydation (Verwandlung durch Aufnahme von Sauerstoff), die Reduktion (Abgabe von Sauerstoff), die Neutralisation (Bindung von Säure durch das Alkali des Körpers), die Paarung (bei aromatischen Verbindungen z. B. mit Schwefelsäure). Diese Prozesse setzen meist die Giftwirkung herab und können somit als Entgiftungsvorgänge bezeichnet werden.

Die *Behandlung* der gewerblichen Vergiftungen tritt gegenüber den später zu erwähnenden vorbeugenden Schutzmaßnahmen in den Hintergrund. Bei chronischen gewerblichen Vergiftungen gibt es meist keine besonderen Heilmethoden und man muß sich, abgesehen von einer symptomatischen Therapie, darauf beschränken, nach Tunlichkeit jene Prozesse zu unterstützen, die die Entgiftung und Ausscheidung des Giftes beschleunigen und befördern. Wichtiger ist das rasche und zweckmäßige Eingreifen bei akuten gewerblichen Vergiftungen, d. h. die erste Hilfe bei auf diese Weise hervorgerufenen

Unfällen. Dies spielt u. a. bei den oberflächlich wirkenden Ätzgiften eine große Rolle, wo man, wie bei Verätzungen mit Säuren, mit dem Wegspülen, eventuell dem Neutralisieren der ätzenden Flüssigkeit möglichst schnell zur Hand sein soll. Dort, wo das gewerbliche Gift Bewußtseinstörungen, fehlendes Atmen und Erstickungserscheinungen bewirkt, ist sofortige Einleitung der künstlichen Atmung in frischer Luft und bei den Blutgiften insbesondere auch die Zufuhr von Sauerstoff als Rettungsmittel von der größten Bedeutung und es ist geboten, daß die notwendigen Sauerstoffapparate dort, wo solche Unglücksfälle befürchtet werden müssen, bereit gehalten werden.

Über das *Vorkommen* gewerblicher Vergiftungen bestehen vielfach falsche Ansichten, denn nicht überall, wo Gelegenheit zu gewerblichen Vergiftungen gegeben ist, kommen solche auch tatsächlich vor, ja man kann nicht einmal sagen, daß dort, wo am häufigsten Gelegenheit zur gewerblichen Vergiftung besteht, es auch am häufigsten zu Schädigungen durch gewerbliche Gifte kommt. Die Gelegenheit hierzu ist allerdings überall dort gegeben, wo mit Stoffen im Gewerbe hantiert wird, die giftig sind, und dies muß, wie wir in unseren folgenden Erörterungen hören werden, nur zu häufig geschehen, am meisten allerdings in der chemischen Industrie, wo Giftstoffe oft in großen Mengen erzeugt oder verwendet werden. Doch hat hier die Kenntnis der gewerblichen Gifte und die Ausdehnung der Schutzmaßnahmen zu einer wesentlichen Einschränkung des Vorkommens gewerblicher Vergiftungen geführt; nicht so in anderen Betriebszweigen und Gewerben, wo man mit der Giftgefahr nicht vertraut ist und sich nicht entsprechend zu schützen versteht, wie im Kleingewerbe, wo es gar oft auch noch an der nötigen Einsicht, wohl auch an entsprechenden Mitteln gebricht.

Der *vorbeugende Schutz* gegen die gewerblichen Vergiftungen, den wir zunächst in kurzen Worten charakterisieren wollen, bedarf des planmäßigen Zusammenwirkens aller Beteiligten, also der Arbeitgeber und der Arbeiter und als Berater der Mediziner und der Techniker. Die Schutzmaßnahmen gegen die sich hier ergebenden Gefahren sind schon sehr weit gediehen und haben vielfach einen internationalen Charakter mit großzügigen sozialpolitischen Aktionen angenommen. Es liegt uns fern, bei unseren kurzen Auseinandersetzungen, welche mehr der naturwissenschaftlichen als der sozialen und technischen Seite der Frage gewidmet sein sollen, hier Einzelheiten zu erwähnen. Es sei nur zunächst darauf hingewiesen, daß die Schutzmaßnahmen in individuelle, d. h. die Person des Arbeiters betreffende und in solche zerfallen, welche durch Betriebseinrichtungen erzielt werden können. Als wichtigstes Schutzmittel gegen die gewerbliche Vergiftung muß die persönliche Reinlichkeitspflege und die Reinlichkeitspflege im Betriebe, d. h. die Reinerhaltung der Betriebsräume, bezeichnet werden. Als individuelle Schutzmaßnahme kommt ferner die tunlichste Auswahl widerstandsfähiger und Ausschcheidung schwächerer, kranker und wenig widerstandsfähiger (jugendlicher und weiblicher) Arbeiter

bei der Giftarbeit in Betracht, ferner der methodische Wechsel zwischen gefährlicher und ungefährlicher Arbeit, die ärztliche Kontrolle der Gefährdeten, die Belehrung und entsprechende Ausrüstung. Außer der erwähnten strengsten Pflege der körperlichen Reinlichkeit durch regelmäßige Waschungen und Bäder muß auch für eine gute Ernährung der der Gefahr ausgesetzten Arbeiter gesorgt werden. — Die Betriebseinrichtung, welche vor allem dort zu schützen hat, wo die Verwendung von Giftstoffen nicht vermieden werden kann, strebt einerseits an, daß der Arbeiter tunlichst wenig mit diesen Stoffen in Berührung komme, oder daß dort, wo sich dies nicht erzielen läßt, die Giftstoffe doch tunlichst schnell aus der Nähe des Arbeiters entfernt werden. Diese Maßnahmen, welche durch oft sehr komplizierte Vorkehrungen technischer Art erreicht werden müssen, gelten vor allem der Luftverunreinigung durch gewerbliche Gifte, welche durch die Entwicklung von Giftstaub oder Giftgasen hier die größten Gefahren bedingt. Die Prinzipien, nach welchen hier vorgegangen wird, beruhen auf dem Grundsatz, daß die Quelle der Entwicklung der Luftverunreinigung durch technische Mittel tunlichst vom Betriebsraum abgeschlossen werde und daß, wo dies nicht zu erzielen, die Luftverunreinigung an der Quelle ihrer Entstehung durch Ventilationsmaschinen und durch entsprechende Ventilationsanlagen abgesaugt werde. Diese Hilfsmittel, welche in der modernen Entwicklung der Ventilationstechnik eine große Vervollkommenung erfahren haben, werden noch durch ausgiebigen künstlichen Luftwechsel (durch Ventilationsapparate) in den giftgefährdeten Räumen unterstützt, sodaß ein dann doch die Betriebsluft teilweise verunreinigender Giftstoff sofort entsprechend verdünnt wird, wodurch bei gleichzeitiger Befolgung der persönlichen Schutzmaßnahmen, ein nahezu vollkommener Schutz, selbst bei der Arbeit mit sehr gefährlichen Giften erzielt werden kann.

Eine besondere Erörterung soll nun mit Beispielen unsere allgemeinen Schilderungen ergänzen.

(Schluß folgt.)

Die periodisch verlaufenden chemischen Reaktionen und ihre Analogie mit biologischen Vorgängen.

Von Prof. Robert Kremann, Graz.

Wenn wir den Verlauf chemischer Reaktionen betrachten, so finden wir, daß die Zeit vom Beginn der Reaktion bis zu deren Ende, der Erreichung des Gleichgewichtszustandes, in den allerweitesten Grenzen variieren kann. Ich erinnere einmal an die scheinbar momentan verlaufende Neutralisation einer Säure mit einer Base, zum zweiten an die Verseifung eines Esters durch Alkali, die bei gewöhnlicher Temperatur etwa einen halben Tag zu ihrem vollständigen Verlauf benötigt und drittens an die Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser, die ohne Reaktionsbeschleuniger bei gewöhnlicher Temperatur so langsam vor sich geht, daß man mit unseren heutigen Hilfsmitteln die

Menge des gebildeten Wassers selbst nach Verlauf von mehreren Jahren noch nicht messen kann. Da die Temperatur einen außerordentlichen Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit in dem Sinne ausübt, daß Steigerung derselben Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit, also Herabminderung der Reaktionsdauer und umgekehrt verursacht, können wir durch geeignete Wahl der Temperatur Herabminderung bei rasch verlaufenden, Steigerung bei langsam verlaufenden Reaktionen, Bedingungen realisieren, die uns gestatten, den Reaktionsverlauf zeitlich zu verfolgen. Es hat sich hierbei für einfache chemische Reaktionen in homogenen Systemen (falls sie vollständig verlaufen) als allgemeines Gesetz herausgestellt, daß die Reaktionsgeschwindigkeit $\frac{dx}{dt}$ in jedem Augenblicke

proportional ist der Konzentration der sich umsetzenden Stoffgattungen. Es gilt also beispielsweise

$$\frac{dx}{dt} = k(a-x)(b-x) \dots,$$

wenn unter a und b die Anfangskonzentration zweier reagierender Stoffe verstanden wird und x die zur Zeit t umgesetzte Menge bedeutet. Aus dieser Gleichung folgt, daß sich die betreffende Reaktion stetig und asymptotisch ihrem Endzustande nähert. Eine analoge Gleichung gilt in großen Zügen auch für den Vorgang der Auflösung fester Stoffe, also für eine heterogene Reaktion,

$$\frac{ds}{dt} = k(s_0 - s).$$

in der s_0 die Sättigungskonzentration, s die Konzentration des sich lösenden Stoffes zur Zeit t bedeutet. Auch hier läuft der betreffende Vorgang stetig und asymptotisch seinem Ende zu.

Vergleichen wir solche chemische Reaktionen, wie wir sie im Laboratorium ausführen, mit den Vorgängen im Organismus, so sehen wir, daß vielen der letzteren im Gegensatz zu den erstgenannten Vorgängen ein rhythmisch pulsierender Verlauf eigentümlich ist. Ich erinnere nur an den rhythmisch pulsierenden Verlauf beim Herzschlag, der bekanntlich auch im herausgeschnittenen und von den Nerven isolierten Herzen erhalten wird und zweifellos von chemischen Stoffwechselvorgängen im Muskelgewebe begleitet ist, die ihrerseits vermutlich durch Änderungen von Oberflächenspannungen die Zuckungen erzeugen. Es sind nun gerade in den letzten zwei Jahrzehnten, gelegentlich der zahlreichen Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf chemischer Vorgänge eine Reihe teils rein chemischer, teils bei der Elektrolyse wässriger Lösungen auftretende Vorgänge beobachtet worden, bei denen die Reaktionsgeschwindigkeit, nicht wie es in der Regel der Fall ist, stetig abnimmt, sondern periodisch abwechselnd das Auftreten von Maxima und Minima der Reaktionsgeschwindigkeit aufweist, bei denen also das vielen biologischen Vorgängen eigentümliche „rhythmische Pulsieren“ zu beobachten ist.

Zweck dieser Zeilen ist es nun, dem Leser dieser Zeitschrift über solche in der Chemie und Elektro-

chemie beobachteten und nicht allzuhäufig vorkommenden Erscheinung einen kurzen Überblick zu geben¹⁾; denn diese Vorgänge sind deshalb reizvoll, weil sie, wie bereits erwähnt, in mehr oder minder ausgeprägtem Maße Analogien mit den so häufig auftretenden, periodisch verlaufenden, pulsierenden Vorgängen im Organismus zeigen.

Betrachten wir das durch den Fleiß der verschiedensten Forscher zusammengetragene Versuchsmaterial, so sehen wir, daß solche mit periodisch wechselnder Geschwindigkeit von statten gehende chemische Reaktionen bislang ausschließlich bei heterogenen Reaktionen beobachtet worden sind. Die bisher beobachteten periodisch verlaufenden Reaktionen in heterogenen Systemen können wir in drei größere Gruppen teilen.

1. Einmal beobachten wir solche periodische Erscheinungen bei der rein chemischen Auflösung von gewissen Metallen oder bei deren Auflösung als Anoden in einer elektrolytischen Zelle. Diese Erscheinung der pulsierenden Auflösung von Metallen wurde vornehmlich an Eisen und an Chrom beobachtet. Mit Rücksicht auf den Umstand, daß in diesem Falle die Reaktionsgeschwindigkeit der Auflösung periodisch zwischen maximalen und minimalen Werten schwankt, spricht man dem Sprachgebrauch W. Ostwalds folgend von diesen Metallen dann als „schwingendem Eisen und schwingendem Chrom“. Bezeichnend ist für das Phänomen, daß es sich hier um Metalle handelt, welche in einem aktiven, lösungsfähigen Zustande und einem passiven, lösungsträgen Zustande existieren können. Diese Eigenschaft ist bekanntlich bei Eisen besonders stark ausgeprägt und sind einerseits die ältesten Beobachtungen über periodischen Reaktionsverlauf am Eisen gemacht worden, andererseits ist es nach den neuesten Versuchen von Adler wahrscheinlich, daß alle an anderen Metallen beobachteten periodischen Erscheinungen auf einen größeren oder geringeren Eisengehalt zurückzuführen sind.

Über die periodisch erfolgende Lösung von Eisen durch chemische Agentien liegen ältere Versuche von Fechner, Schönbein und Herschel vor. Alle diese Versuche basieren darauf, daß Eisen in Salpetersäure solcher Konzentration, die zwischen derjenigen liegt, die Eisen sofort passiv macht, und derjenigen, die Eisen stetig löst, gebracht wird. Bei solcher Konzentration der Säure, die je nach der Eisensorte zwischen solchen Werten liegt, die einer Dichte von 1,35—1,25 entsprechen, beobachtet man dann eine intermittierende, pulsierende Auflösung des Eisens.

Viel ausgedehnteres Versuchsmaterial liegt vor über die periodische Lösung des Eisens, wenn es als Anode einer elektrolytischen Zelle in Lösung gebracht wird. Die ältesten Angaben über dieses Phänomen rühren von Schönbein und Joule her. Die prinzipielle Versuchsanordnung war die folgende: Durch eine mit Schwefelsäure bestimmter Konzentration gefüllte elektrolytische Zelle, in der

¹⁾ Eine ausführliche Darstellung ist in der Ahrens-Herzschens Sammlung chem.-techn. Vorträge, Enkes Verlag, Stuttgart, 1913, erschienen: Kremann, Die periodischen Erscheinungen in der Chemie.

ein Eisenblech als Anode, ein anderes Metall, beispielsweise amalgamiertes Zink als Kathode diente, wurde ein Strom gesandt, dessen Intensität durch einen in Nebenschluß befindlichen Rheostaten reguliert werden konnte. Bei bestimmter Stromstärke trat nun ein periodisch wechselndes In-Lösung-Gehen des Eisens und Passivwerden desselben, begleitet von Sauerstoffentwicklung, ein. *Adler* hat den periodischen Charakter dieser Erscheinung durch ein geeignetes Registrierverfahren festgelegt, indem die mit der periodischen Auflösung des Eisens verbundene Stromstärkeänderung der Zelle durch die Bewegung des Zeigers eines eingeschalteten Galvanometers auf photographischem Wege auf einen rotierenden Streifen lichtempfindlichen Papiers übertragen wurde. Der genannte Autor zeigte, daß die Periodendauer der angewandten Stromdichte streng proportional ist. Auch zeigte er im Gegensatz zu den älteren Autoren, daß man mit allen Eisensorten eine solche periodisch erfolgende anodische Auflösung realisieren kann.

Als ein sehr wichtiges Moment möchte ich nur die Beobachtungen über den Temperatureinfluß beim schwingenden Eisen hervorheben:

Schon *Schönbein* bemerkt, daß die Pulsation bei periodischer Lösung von Eisen in Salpetersäure rascher war bei erhöhter Temperatur. Die Tatsache, daß bei steigender Temperatur die Perioden rascher aufeinanderfolgen, zeigt sich auch aus dem von *Adler* aufgenommenen Zeitstromstärkediagramm bei der periodischen Lösung des Eisens als Anode einer elektrolytischen Zelle in besonders deutlicher Weise.

Schließlich möge noch auf eine sehr interessante Anwendung des periodisch sich lösenden Eisens zum Aufbau von galvanischen Elementen, die Wechselstrom liefern, seitens *Kistiakowskis* hingewiesen werden. Stellt man ein Element zusammen:

period. lösend. $\text{Fe}/5\% \text{ KCr}_2\text{O}_7$ in $1\text{N H}_2\text{SO}_4$
period. lös. Fe

und schließt dieses Element durch ein aperiodisches Voltmeter, dessen Nullpunkt in der Mitte der Skala liegt, so beobachtet man, daß der Zeiger sich beispielsweise langsam auf $+0,4$ Volt einstellt; dann geht er plötzlich auf Null zurück und stellt sich nach einer Ruhepause von 5 bis 10 Sekunden auf $-0,4$ Volt ein, um dann neuerdings auf Null zu fallen und nach weiteren 5 bis 10 Sekunden auf $+0,4$ Volt sich einzustellen. Die beiden Eisenelektroden sind also in periodisch folgenden Zeitintervallen bald Anode, bald Kathode, so daß man von einem Wechselstrom liefernden Element zu sprechen in der Lage ist. Wenn wir uns nach der Ursache der periodischen Auflösung des Eisens fragen, so kann heute nur gesagt werden, daß dieselbe in einem periodisch wechselnden Übergang des aktiven und passiven Zustandes des Eisens beruht. Über die Gründe dieser Erscheinung sind viele Theorien von größerem oder geringerem Wahrscheinlichkeitswert aufgestellt worden, ohne daß wir einer derselben den unbedingten Vorzug über alle anderen geben könnten, weshalb ich mich über dieselben an dieser Stelle nicht weiter verbreiten möchte.

Das „schwingende Chrom“ wurde von *Ostwald* aufgefunden. Die unter bestimmten Versuchsbedingungen periodisch erfolgende Auflösung des Chroms kam nach *Ostwald* nur Stücken bestimmter Provenienz zu und konnte nicht als allgemeine Eigenschaft des Chroms angesprochen werden. Es lag nahe, den Grund dieser Erscheinung in Verunreinigungen des Chroms zu suchen. Nach *Adlers* Versuchen scheint ein größerer oder geringerer Eisengehalt der Träger dieser Erscheinung zu sein.

Diese Erklärung braucht natürlich nicht im Widerspruch zu stehen mit der Beobachtung von *Ostwald*, daß den Maxima der Reaktionsintensität bei der Auflösung des Chroms ein weniger edler (aktiver) Zustand des Chroms, den Minima der Reaktionsintensität ein edlerer, passiver Zustand des Chroms entspricht.

Diese beiden Zustände könnten ja möglicherweise durch das als geringe Verunreinigung vorhandene Eisen bedingt sein, denn, wie *Adler* zeigte, lassen sich auch andere Metalle, wie Kupfer und Nickel, durch Verunreinigung mit Eisen zu periodisch erfolgender Auflösung zwingen.

An den Stücken Chroms, das in schwingendem Zustand erhalten werden konnte, hat *Ostwald* in seiner gründlichen Forschungsweise aber ein sehr interessantes Versuchsmaterial zutage gefördert. Ich will nur einige Gesichtspunkte hervorheben, die für das Gesamtbild periodischer Erscheinungen von besonderer Bedeutung zu sein scheinen.

Es ist dies einmal der hervorragende Einfluß von kleinen Mengen von Zusätzen zur lösenden Säure, die in enormer Weise das Auftreten und Nichtauftreten der Erscheinung überhaupt sowie die Dauer und Form der Perioden beeinflussen. Zum zweiten macht sich der Temperatureinfluß in der gleichen Weise bemerkbar, wie schon oben beim schwingenden Eisen bemerkt wurde. Temperatursteigerung verkürzt die Dauer der einzelnen Perioden (und erhöht die Amplitude), Temperaturerniedrigung bewirkt langsamere Aufeinanderfolge der einzelnen Perioden.

2. Einer zweiten Klasse periodischer Erscheinungen gehören die bei der Elektrolyse von wässrigen Salzlösungen beobachteten Fälle an. Es handelt sich hier stets um die periodisch wechselnde Abscheidung und Lösung von Stoffen an einer der beiden Elektroden, welcher Vorgang infolge des periodisch wechselnden Auftretens von Übergangswiderständen, bzw. periodischem Wechsel des Elektrodenpotentials periodisch erfolgende Schwankungen der Stromintensität und, wie in einzelnen Fällen festgestellt wurde, diesen synchrone Schwankungen der Badspannung erzeugt. Von den einschlägigen Phänomenen haben die meisten ihren Sitz an der Anode.

Hierher gehört die von *F. W. Küster* beobachtete „schwingende Schwefelelektrode“, die sich bei der Elektrolyse von Natriumsulfid ausbildet. Elektrolysiert man nämlich bei bestimmter Stromstärke und Badspannung Lösungen von Na_2S oder besser solche von Disulfid Na_2S_2 , so wird, solange nur einfache Schwefelionen zur Abscheidung gelangen, der anodisch abgeschiedene Schwefel sofort durch die Natriumsulfidlösung unter Polysulfidbildung aufgelöst.

Sind nun von vornherein oder nach einiger Zeit infolge der Elektrolyse genügend Polysulfidionen in Lösung, so werden je nach der Zusammensetzung des in Lösung befindlichen Polysulfids NaS_n , in der Zeiteinheit auch S_n' Ionen — wo $n < 3$ sein muß, da sonst die Schwefelhaut überhaupt stabil ist — d. h. in der Zeiteinheit immer größere Schwefelmengen abgeschieden. Es kommt nun zur Abscheidung von festen Schwefelschichten an der Anode, die eine Abnahme der Stromstärke und eine Zunahme der Spannung bedingen. Bei ruhender Elektrolyse tritt die erwähnte Polysulfidbildung zunächst nur in der unmittelbaren Nähe der Anode ein, die Hauptmasse des Elektrolyten enthält das Monosulfid im Überschuß. Die Polysulfidionen werden durch den maximalen Strom schneller gebildet, als durch Diffusion fortgeschafft.

Ist der Strom durch die Schwefelhaut geschwächt, bilden sich infolge verminderter Schwefelabscheidung weniger Polysulfidionen als früher in der Zeiteinheit, es wandern Monosulfidionen zu und lösen den abgeschiedenen Schwefel, wodurch nach einiger Zeit wieder die Stromstärke steigt. Hierdurch wird dann wieder mehr Schwefel abgeschieden, und dieses Spiel wiederholt sich periodisch.

Die letzte Ursache des Phänomens beruht, wie nachgewiesen wurde, auf einem periodisch sich an der Anode ausbildenden Übergangswiderstand.

Wenn man das Phänomen der periodischen Änderung von Stromstärke oder Badspannung durch ein geeignetes Verfahren registriert, so ergeben sich Zeit - Stromstärke- bzw. Zeit - Badspannungs - Diagramme, die eine frappante Ähnlichkeit haben mit den von Ostwald beim schwingenden Chrom aufgenommenen Zeit-Druck-Kurven — es war dort die zeitliche Abhängigkeit der infolge der Lösung von Chrom entwickelten Wasserstoffmenge bzw. deren Druck registriert worden — und weiter eine frappante Ähnlichkeit mit Pulskurven des menschlichen Organismus. Beachtenswert ist ferner für das Phänomen der schwingenden Schwefelelektrode, daß, abgesehen von dem Einfluß der Elektrodenbeschaffenheit, der Konzentration und Zusammensetzung der Lösung, der Stromstärke und Badspannung, die Temperatur auf die Form der Schwingungen einen ganz bedeutenden Einfluß ausübt, und zwar in gleichem Sinne, wie bei den übrigen oben erwähnten periodischen Erscheinungen. Mit sinkender Temperatur folgen die Schwingungen immer langsamer aufeinander, bis endlich bei genügend tiefer Temperatur dauernde Bedeckung der Anode mit Schwefel und damit ein minimaler Stromdurchgang erfolgt. Mit steigender Temperatur folgen umgekehrt die Schwingungen immer rascher aufeinander, bis schließlich der Vorgang bei genügend hoher Temperatur stetig wird, indem stationäre Lösung des anodisch abgeschiedenen Schwefels erfolgt.

Wie bei allen andern Phänomenen, ist also auch hier der periodische Charakter an ein engbegrenztes Temperaturintervall gebunden, dessen Lage von den übrigen Versuchsbedingungen abhängt.

Ein zweites hierher gehöriges Phänomen ist das der schwingenden Jodelektrode.

Da nach obigem die schwingende Schwefelelektrode ihre Ursache in der Polysulfidbildung hat, war es naheliegend, daß sich auch eine schwingende Jodelektrode realisieren lassen würde, da ja bekanntlich die Alkalijodide zur Polyjodidbildung neigen; und zwar werden sich die verschiedenen Alkalijodide verschieden verhalten müssen, je nach ihrer Tendenz zur Polyjodidbildung. Nimmt man die Küstersche Erklärungsweise als zutreffend an, so wird man sagen dürfen, daß solche Alkalijodide, die wenig zur Polyjodidbildung neigen, zur Ausbildung einer schwingenden Jodelektrode sich nicht oder nur in untergeordnetem Maße eignen werden. Solche Alkalijodide, die große Tendenz zur Polyjodidbildung zeigen, und besonders solche, die jodreichere Polyjodide liefern, werden dagegen am ehesten die Vorbedingungen zur Realisierung der schwingenden Jodelektrode aufweisen. Nach *Abegg* und *Hamburger* lassen sich die Alkalien nach ihrer Neigung zur Polyjodidbildung in die folgende Reihe ordnen:



Dieselbe Reihenfolge müßte also die Tendenz zum Auftreten periodischer Erscheinungen bei der Elektrolyse der betreffenden wässrigen Jodlösungen einnehmen. Versuche des Verf. mit *R. Schoulz* haben in der Tat diese theoretischen Forderungen bestätigt, indem es unter vergleichbaren äußeren Versuchsbedingungen nur gelang, bei der Elektrolyse von Cs- und Rb-Jodidlösungen deutliche periodische Erscheinungen zu beobachten und zu registrieren. Bei Ammonjodidlösungen kann man das Auftreten von Änderungen der Stromstärken während der Elektrolyse wohl noch beobachten. Bei Kaliumjodid ist diese Erscheinung nur mehr ganz minimal angedeutet, während bei Lithium- und Natriumjodid trotz weitestgehender Variation der Versuchsbedingungen periodische Erscheinungen bei der Elektrolyse wohl durch Vibrieren des Ampèremeters angedeutet erscheinen, aber *et. parib.* mit dem Registrierapparat nicht mehr aufzuzeichnen waren. Diese Beobachtung kann also einerseits zur Bestätigung der Küsterschen Theorie der periodischen Erscheinungen bei der Elektrolyse von Natriumsulfidlösungen dienen, andererseits steht sie mit der *Abegg-Hamburgerschen* Reihenfolge für die Tendenz der Alkalimetalle zur Polyjodidbildung in der besten Übereinstimmung.

Periodische Erscheinungen, die gleichfalls ihren Sitz an der Anode haben, sind von *A. Thiel*, *Windschmidt* und *Dietrich* bei der Elektrolyse von Nickelsalzen (besonders Nickelsulfat) in ammoniakalischer Lösung einerseits, in Lösung von oxalsaurem Ammon andererseits beobachtet worden. Bei beiden Phänomenen ist zu beobachten, daß der periodische Wechsel von Stromstärke und Badspannung von dem Auftreten und Verschwinden eines Oxydhäutchens an der Platinanode zurückzuführen ist. Doch handelt es sich hier nicht um einen periodisch auftretenden Übergangswiderstand, son-

den die beobachteten Spannungsänderungen sind in ihrem vollen Betrage auf Schwankungen des Anodenpotentials zurückzuführen. Die hierbei beobachtete Tatsache, daß die blanke Platinanode gegenüber der bedeckten ein höheres Potential zeigt, ist jedenfalls auf die bekannte Überspannung des Sauerstoffs am blanken Platin zurückzuführen. Der Bedeckung der Anode beim Ammoniakphänomen dürfte vermutlich eine allmähliche Anreicherung von Nickelionen in der Grenzschicht vorausgehen, die möglicherweise auch zu einer Übersättigung an Nickeloxyd (Hydrat) führen dürfte. Das Ausfallen des letzten Stoffes erfolgt dann plötzlich und damit wird dem Sauerstoff gewissermaßen ein Ventil geöffnet, aus dem er unter der niederen Überspannung entweichen kann. Damit werden aber die Oxydationsverhältnisse an der Anode anders, es gelangen in erhöhtem Maße Stoffe an die Grenzschicht, welche für die Existenz des Nickeloxys ungünstige Bedingungen schaffen.

In erster Linie ist es hier die freie Säure, die in erhöhter Konzentration in der Grenzschicht auftritt. Hierdurch wird das Löslichkeitsprodukt des Nickelhydroxys unterschritten und die Bedeckung verschwindet langsam. Nach einiger Zeit stellt sich der oben beschriebene Bedeckungszustand wieder ein und das Spiel wiederholt sich periodisch. Auch beim Oxalatphänomen ist der ganze Wert der Spannungsschwankungen durch Überspannung des Sauerstoffs, bzw. deren Aufhebung bedingt, so daß wir das von *Thiel*, *Windelschmidt* und *Dietrich* beobachtete Phänomen in Analogie mit den übrigen Erscheinungen als das der „schwingenden Sauerstoffelektrode“ ansprechen können. Vergleicht man die Existenzbedingungen der Oxalatperioden mit denen der Ammoniakperioden, so ist ein entgegengesetztes Verhalten zu beobachten. Während bei letzteren eine kleine Nickelkonzentration notwendig ist, ist bei ersteren eine hohe Nickelkonzentration günstig. Beim Ammoniakphänomen ist eine möglichst hohe Temperatur ein ungünstiger Faktor, beim Oxalatphänomen ein günstiger. Die Häufigkeit der Schwingungen beim Oxalatphänomen wächst mit der Temperatur und zwar um so mehr, je höher die Nickelkonzentration gewählt wird. Unterhalb einer bestimmten Temperatur sind keine Schwingungen erhalten. Diese Mindesttemperatur wächst mit der Stromstärke. Wir sehen also bei diesem Phänomen den gleichsinnigen Temperatureinfluß wie bei allen übrigen erwähnten periodischen Erscheinungen.

(Schluß folgt.)

Entwicklungsziele der Elektrizitätsversorgung Deutschlands.

Von Dipl.-Ing. Leyser, Berlin.

Von Jahr zu Jahr nimmt die Bedeutung der deutschen Industrie in der Weltwirtschaft zu, immer schwieriger werden die Bedingungen, unter denen sie auf dem Weltmarkt ihr Absatzgebiet sichern und erweitern muß.

Neben der Arbeiterfrage ist dabei keine andere so wichtig wie die der rationalen Ausnutzung aller technischen Hilfsmittel zur Verbilligung der Antriebskraft. Erst in den letzten 15 Jahren hat man dieser Frage die ihr gebührende Aufmerksamkeit geschenkt, während man schon seit Jahrzehnten der Verbesserung der Arbeitsmaschinen in allen Industriezweigen das größte Interesse widmete.

Noch vor 25 Jahren war es selbstverständlich, daß jede Fabrik ihre eigene Kraftzentrale hatte, welche die in einer Dampfmaschine erzeugte Kraft durch eine große Zahl von Riemen und Seilen in die Arbeitsräume abgab. Mit dem Erscheinen der Gasmaschinen jedoch, die in kleineren Betrieben als Leuchtgasmaschinen, in mittleren Betrieben als Sauggasmaschinen eine willkommene Hilfe zur Verbilligung in der Erzeugung der Antriebskraft darstellten, begann man, sich der Wichtigkeit der Krafterzeugung und -fortleitung bewußt zu werden.

Mitte der achtziger und Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts entstanden dann die ersten kleinen Elektrizitätswerke, die zunächst im wesentlichen ihre Aufgabe in der Abgabe von elektrischem Strom für Licht sahen. Sehr bald jedoch konnte man infolge der Vervollkommenheit der Elektromotoren dazu übergehen, auch Kraftstrom zu verkaufen, und von diesem Zeitpunkt ab setzte eine sprunghafte Entwicklung in der Erweiterung der älteren und in der Gründung neuer Werke ein, die neben der Lichtstromlieferung vor allem in der Stromlieferung für Kraftzwecke sich ein ungeheures Absatzgebiet erschlossen.

Die sich unaufhörlich folgenden Erfindungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik, vor allem die Fortschritte in der Verwendung des Drehstroms, der zum ersten Male im Jahre 1891 in der Lauffen-Frankfurter Kraftübertragung während der Frankfurter Ausstellung seine Überlegenheit über jedes andere System der Kraftfortleitung und Kraftverteilung bewiesen hatte, machten es möglich, die elektrische Kraft von Jahr zu Jahr den Abnehmern billiger zur Verfügung zu stellen und sie dadurch unter allen Möglichkeiten der Energieerzeugung und -fortleitung als die zweckmäßigste erscheinen zu lassen.

Die ständig gesteigerten Spannungen, mit denen man die Elektrizität fortteilen lernte, bewirkten, daß die bestehenden Werke vielfach ihren Wirkungskreis von dem ursprünglich versorgten, eng umgrenzten Gemeindegebiet auf die Nachbargemeinden erstreckten, und daß in der neuesten Zeit die „Überlandzentralen“ entstanden, die weite Gebiete, ganze Regierungsbezirke und Provinzen mit Elektrizität versorgen.

Die ursprünglichen Werke waren teils von Stadtgemeinden, teils von Privatgesellschaften ins Leben gerufen worden und brachten, auf ihren anfänglichen Wirkungskreis beschränkt, fast stets nach einigen Entwicklungsjahren befriedigende Erträge. Man setzte Verkaufspreise für den Strom fest, die unter allen Umständen einen Nutzen lassen mußten, so daß man bei dem Bau und Betrieb der Werke nicht darauf angewiesen war, möglichst ökonomisch zu arbeiten. Die Verzinsung der an-

gelegten Kapitalien in dem erhofften Maße war durch die hohen Verkaufspreise auch dann gesichert, wenn der Umsatz nur ganz allmählich stieg.

Als man dazu überging, von einem Werke aus große Landesteile zu versorgen, änderten sich die Verhältnisse von Grund aus. Hatte man bisher seine Rechnung dabei gefunden, Lichtstrom und Kleinkraftstrom zu verkaufen, so mußte man jetzt dazu übergehen, auch an Großabnehmer, vor allem an die Industrie, Strom zu verkaufen, um genügende Einnahmen für die großen investierten Summen zu erhalten. Dabei konnte man nicht die früheren Preise aufrechterhalten, sondern mußte sich zu sehr erheblichen Preisermäßigungen verstehen, wenn man der Industrie Vorteile bieten wollte, und konnte dies nur dadurch erreichen, daß man beim Bau und Betrieb der Werke systematisch dazu überging, die Erzeugungskosten des Stromes auf das erreichbare Mindestmaß herabzudrücken.

Wie dies durch die neuesten Hilfsmittel der Technik ermöglicht wird, setzt Professor *Klingenberg* im ersten Teile seines vor wenigen Wochen im Verlage von Julius Springer erschienenen Buches „Bau großer Elektrizitätswerke“ auseinander.

Nachdem in einem Abschnitt „Grundbegriffe“ die Werte erläutert sind, die als Unterlage für jedes Projekt vorhanden sein müssen, wie Anschlußwert, Benutzungsdauer, Konsumkurve usw., bringen die folgenden Abschnitte des ersten Teiles in klarer und übersichtlicher Darstellung eine Würdigung aller Einzelheiten, die im Maschinenhaus, Kesselhaus und der Schaltanlage zu berücksichtigen sind, um den Zweck — die billigste Produktion bei größter Betriebssicherheit — zu erreichen.

Ein besonderer Abschnitt beschäftigt sich mit der Architektur der Bauten. Vielfach vergaß man bei der Errichtung von Zentralen, daß sie Industriebauten darstellen und auch äußerlich als solche zu erkennen sein sollen. Schönheit wird nicht durch unnötige und unzumutbare Ausschmückung der Fassaden und des Innern erreicht, sondern durch eine Architektur, die den Zweck des Baues klar hervortreten läßt.

Der vierte und sechste Teil des Buches zeigen an zwei Beispielen: dem Märkischen Elektrizitätswerk und den Anlagen der Victoria Falls and Transvaal Power Company in Südafrika, in welcher Weise die im ersten Teil entwickelten Richtlinien beim Bau moderner Elektrizitätswerke Anwendung finden.

Im zweiten, dritten und fünften Teil des Buches sind Ausführungen eingeschaltet, die von größtem Interesse im Zusammenhang mit einem dem Buche vorgehefteten Begleitbriefe sind, und zwar nicht nur für den Techniker, sondern ebenso sehr für den Sozialpolitiker und Nationalökonom: es werden Untersuchungen über die Kosten der elektrischen Energieübertragung im Vergleich mit den Transportkosten des Brennmaterials, über die Wirtschaftlichkeit und die Energiegestehungskosten in Abhängigkeit von der Größe und der Belastung der Werke sowie über die Grundlagen der Tarifbildung angestellt. Die Bedeutung dieser Fragen wächst in dem Maße, als der Versorgungsradius moderner

Werke zunimmt und die ständig fortschreitende Elektrifizierung des ganzen Landes fortschreitet.

Im Zusammenhang mit dieser Entwicklung, die noch in ihren ersten Anfängen steht, muß die Frage der Verwaltung solcher weit verzweigten Unternehmungen behandelt werden, für deren Lösung Professor *Klingenberg* in dem erwähnten Begleitbrief wichtige Hinweise gibt.

Solange die einzelnen Werke innerhalb eng umgrenzter Stadtgebiete ihren Absatz suchten, war es für den Staat ziemlich gleichgültig, in welcher Weise und zu welchen Preisen und Bedingungen sie den Strom verkauften. Die Städte setzten bei eigenen Betrieben ihre Lieferungsbedingungen selbständig fest; private Betriebe hatten durch Verträge mit den Städten für eine längere Reihe von Jahren die Bedingungen vereinbart. In jedem Fall ging man bei der Festlegung dieser Bedingungen unbekümmert um die engere oder weitere Umgebung vor.

Nachdem man jetzt gelernt hat, in wirtschaftlicher Weise die Elektrizität auf jede erwünschte Entfernung fortzuleiten, ist die frühere Isolierung der Werke gegeneinander aufgehoben. Mehr und mehr verschwinden die früheren hohen Stromtarife; ein stets wachsender Ausgleich in den Preisen vollzieht sich, da die immer mehr sich ausdehnenden Überlandnetze die kleineren Werke zwingen, der Tarifpolitik der großen zu folgen. In steigendem Maße schließen sich gleichzeitig kleine Werke an die großen an; sie kaufen den Strom billiger ein, als sie ihn selbst erzeugen können und kommen dadurch erst in die Lage, ihre Verkaufspreise den veränderten Verhältnissen anzupassen.

Der rasch wachsende Umfang der Überlandwerke hat natürlich die Aufmerksamkeit der Allgemeinheit in hohem Maße auf sie gelenkt, da jetzt nicht mehr wie früher rein lokale Interessen auf dem Spiele stehen, sondern diejenigen ganzer Landesteile. Der Bau der Fernleitungen erfordert hohe Kosten, und es ist begreiflich, daß die einzelnen Werke in ihrem Interessengebiet sich nach Möglichkeit Ausschließlichkeitsrechte zur Benutzung der Wege zu sichern suchen, um nicht der Gefahr ausgesetzt zu sein, durch Unterbietungen in den Strompreisen Abnehmer zu verlieren oder mit Verlust zu arbeiten.

Die natürliche Folge der Entstehung von Überlandwerken war das Auftauchen der Frage, wie man derartige Unternehmungen in zweckmäßigster Form ins Leben rufen und verwalten sollte. Es bestehen heute die verschiedensten Formen nebeneinander: kommunale Werke, die von Städten, Kreisen, Provinzen oder von Verbindungen dieser Verwaltungskörper betrieben werden; private Unternehmungen, meist in Form von Aktiengesellschaften oder Gesellschaften mit beschränkter Haftung; gemischtwirtschaftliche Unternehmungen, an denen öffentliches und privates Kapital beteiligt ist.

Der Staat hat bisher den Verkauf von Elektrizität noch nicht versucht; er betreibt in eigener Regie bisher nur einzelne Bahnkraftwerke.

Welche von den verschiedenen Formen die beste und zweckmäßigste ist, kann nicht für alle Fälle allgemein entschieden werden. Die Frage ist auch,

obwohl sie in neuester Zeit unaufhörlich behandelt wird, nicht von ausschlaggebender Wichtigkeit, da bei geeigneter Auswahl der leitenden Persönlichkeiten in jedem Falle Erfolge erzielt werden können. Kommunale Verwaltungen werden privaten Unternehmungen gegenüber häufig insofern benachteiligt sein, als sie die für den besonderen Zweck nötigen Voraussetzungen nur sehr schwer in Einklang mit dem gesamten öffentlichen Verwaltungsapparat bringen können. Viel wichtiger als eine Entscheidung über die Frage der Zweckmäßigkeit der einzelnen Verwaltungsformen ist die andere von Professor *Klingenberg* in seinem Begleitbrief angeschnittene Frage der Mitwirkung des Staates bei der einheitlichen Versorgung des ganzen Landes mit Elektrizität.

Nur die Gesetzgebung kann letzten Endes Sorge treffen, daß eine Stromlieferung für das ganze Land ermöglicht wird, die den Interessen der Allgemeinheit gerecht wird, ohne die des einzelnen zu schädigen.

Ein Starkstromwegesgesetz muß geschaffen werden, das einheitlich die Bedingungen festlegt, unter denen auf öffentlichen und privaten Wegen elektrische Leitungen verlegt werden dürfen. Der heute bestehende Zustand bringt es mit sich, daß nur zu oft die Lasten, die von den Besitzern der Wege den Werken auferlegt werden, die Errichtung von Überlandnetzen unmöglich machen. Die geforderten Abgaben nehmen in manchen Fällen eine Höhe an, daß der Bau von Leitungen unterbleiben muß, weil die Abgaben eine Rentabilität ausschließen.

Bei Stromlieferung an die Großindustrie hängt die Entscheidung oft an einem Mehr- oder Minderpreis von $\frac{1}{10}$ Pfennig, der durch solche Abgaben bedingt ist. Dabei sind es gerade kleine und mittlere Gemeinwesen, die kurzfristig genug sind, Abgaben in einer Höhe zu verlangen, daß Industriestrom überhaupt nicht mehr verkauft werden kann. Daß sie letzten Endes sich am meisten selbst durch eine solche Politik schädigen, sehen die Verwaltungen nicht oder zu spät ein. Die modernen Überlandwerke, die jährlich viele Millionen Kilowattstunden erzeugen, können sehr wohl auf einen Anschluß verzichten, bei dem sie einzig und allein dafür arbeiten müßten, die Abgaben zu verdienen. Für eine Gemeinde bedeutet aber jeder aus solchem Grunde vereitelte Stromlieferungsvertrag für Großindustrie eine Schädigung. Jede Industrie hat Vorteile durch den elektrischen Betrieb; die meisten erzielen Mehrfabrikation und bessere Qualitäten ihrer Erzeugnisse durch den elektromotorischen Antrieb. Daraus resultieren Mehrerträge und für die Gemeinde erhöhte Steuereinnahmen. Abgesehen davon, daß diese ausbleiben, wird die Industrie häufig nach Orten auswandern, in denen sie zu günstigeren Bedingungen Strom vorfindet.

Ein staatliches Wegerecht wird die Entschädigungen für die Wegesitzer und die Unterhaltungspflichtigen einheitlich regeln müssen und damit die heute vorhandenen Differenzen zum Verschwinden bringen zum Vorteil für den Stromerzeuger und den Abnehmer.

Das Wegerecht muß andererseits den Werken die Verpflichtung auferlegen, in ihrem Versorgungs-

gebiet zu genau festgelegten Bedingungen Strom zu liefern. Das Entstehen kleinerer lokaler Werke darf nicht gehindert werden; sie werden immer auf die eigene Stromerzeugung verzichten und aus dem Strombezug von dem Überlandwerk einen größeren Nutzen ziehen als bei dem Betrieb eigener kleiner Primärstationen. Solche Werke werden also in Zukunft lediglich als Zwischenhändler für bestimmte Bezirke auftreten, die den Einkauf im großen vornehmen und den Verkauf an die einzelnen Abnehmer besorgen.

Für das Versorgungsgebiet jedes Überlandwerkes sind besondere Vereinbarungen zu treffen für die oberen Grenzen der Stromverkaufspreise für Licht- und Kleinkraftstrom sowie für die Preise des Industriestroms. Dieser muß so geliefert werden, daß die als Zwischenhändler auftretenden Werke beim Weiterverkauf auch noch verdienen können. Zweckmäßiger wird es sein, den Industriestrom überall direkt durch das Überlandwerk an die einzelnen Abnehmer verkaufen zu lassen und dem Unterwerk, in dessen Bereich der Abnehmer wohnt, eine fest normierte Abgabe zuzuführen. Diese Art des Verkaufs wird den Absatz an Industriestrom wesentlich erleichtern, da feste Preise für ihn nicht von vornherein vereinbart werden können. Es muß der Verwaltung des Überlandwerkes überlassen werden, in jedem einzelnen Fall die zweckdienlichen Preisvereinbarungen zu treffen. Eine allgemeine Preisfestsetzung für Industriestrom, wie sie an manchen Stellen vorgenommen worden ist, wird stets den Anschluß von großen industriellen Unternehmungen erschweren, wenn nicht unmöglich machen. Man wird sehr bald dazu gezwungen sein, von den festgelegten Preisen abzuweichen, um Anschlüsse zu tätigen, und man sollte sich daher die Mühe der Festsetzung solcher Preise ersparen. Notwendig ist lediglich eine Begrenzung der Preise nach oben.

Den Werken, die den Zwischenverkauf übernehmen, kann eine weitere Verbilligung im Strombezug dadurch gewährt werden, daß sie pro rata ihres Strombezuges an den Überschüssen der Überlandwerke beteiligt werden, und daß man es ihnen freistellt, sich finanziell an den Überlandwerken zu beteiligen, um auch hierdurch am Gewinn teilzuhaben.

Eine für den gemeinsamen Betrieb mehrerer Überlandwerke wichtige Frage ist die Festsetzung der hauptsächlich technischen Daten, die für die Zukunft sehr wohl gesetzlich geregelt werden kann.

Die Übertragungs- und Verteilungsspannungen, die Periodenzahl, die Grenzen der zulässigen Spannungsschwankungen können einheitlich festgelegt werden. Der jetzt oft nur unter Aufwand von erheblichen Kosten mögliche Zusammenschluß verschiedener Leitungsnetze wird dadurch in einfachster Weise möglich werden. Die Werke können sich unterstützen, können durch gemeinschaftliche Verwendung ihrer Reservemaschinen plötzlichen vergrößerten Anforderungen genügen, auftretende Störungen können schneller beseitigt werden.

Die Mitwirkung des Staates bei der Lösung der hier gestreiften Fragen wird unerläßlich sein, wenn dem jetzigen Zustand ein Ende gemacht werden soll.

Es ist eine gänzlich unnötige Kapitalvergeudung, wenn heute noch in Entfernungen von nur ca. 50 km Überlandwerke errichtet werden, nicht etwa weil eine Notwendigkeit dazu vorliegt, sondern nur aus mißverständlicher Anwendung des Grundsatzes vom „Herr im eigenen Hause bleiben“. Alle diese Einzelwerke werden auf die Dauer befriedigende Ergebnisse unmöglich bringen können und dies um so weniger, je mehr die Werke daran gehen, das flache Land und rein landwirtschaftliche Gebiete zu versorgen.

Die Versorgung der verschiedenartigen Industrien gewährt ohne weiteres dem Überlandwerk einen gewissen Ausgleich in der gleichzeitigen Inanspruchnahme. Landwirtschaftliche Betriebe dagegen werden unbedingt immer zur gleichen Jahreszeit und zur gleichen Tageszeit den höchsten Kraftbedarf haben. Das Dreschen wird immer im Juli und August und dann wieder im Winter hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Zentrale stellen, während in der übrigen Zeit der Bedarf gering ist. Es ist daher ein schwerer Fehler, wenn in neuester Zeit Überlandwerke, die auf kommunaler Basis ruhen, einen Wohlfahrtscharakter annehmen und, unbekümmert um Anlagekosten und Einnahmen, überallhin ihre Leitungen verlegen. Hier ist ein Rückschlag unausbleiblich mit der Folge einer Erhöhung der Kreissteuern, um das Unternehmen zu stützen.

Dem Staat muß es vorbehalten bleiben, darüber zu wachen, daß das richtige Maß beim Ausbau solcher Werke gewahrt bleibt. So wenig man daran denkt, Wasserleitungen und Gasleitungen überallhin zu verlegen, so wenig ist dies für elektrische Leitungen wirtschaftlich möglich. Wo kein ausreichender Bedarf vorhanden ist, soll man keine Leitungen bauen.

Es ist nicht nötig, daß der Staat die Werke selbst errichtet und betreibt. Wenn er sich eine Kontrolle und ein Heimfallsrecht vorbehält, kann er die Aufgaben, die im Schutz der Allgemeininteressen bestehen, vollständig erfüllen. Es wird sogar zweckmäßig sein, wenn er selbst aus Staatsmitteln Werke baut, die Verwaltung und Geschäftsführung auf besondere, für den jeweiligen Zweck gegründete Gesellschaften zu übertragen. Die rein wirtschaftlichen und kaufmännischen Fragen, die bei solchen Unternehmungen zu lösen sind, können, zurzeit wenigstens, vom Staat noch nicht gelöst werden, da alle dazu notwendigen Organisationen erst geschaffen werden müßten. Ein privates oder ein gemischtwirtschaftliches Unternehmen ist entschieden im Vorteil, wenn es gilt, große Industrien für den Strombezug zu gewinnen. Der Anschluß der Großindustrie ist aber die unbedingte Voraussetzung für den großzügigen Ausbau von elektrischen Überlandwerken, wenn man nicht so lange warten will, bis durch Errichtung von staatlichen Werken für den elektrischen Bahnbetrieb noch weit größere Werke entstehen werden, als wir sie in Deutschland bisher im allgemeinen kennen.

Jedem, der sich mit diesen Fragen beschäftigt, wird die Arbeit Professor *Klingenberg's* gute Dienste leisten, und es ist zu wünschen, daß auch von anderer

Seite mehr als bisher praktische Erfahrungen auf dem Gebiete des Baues und Betriebes von Elektrizitätswerken veröffentlicht werden.

Bericht über die Tagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik, E. V. in Berlin vom 4. bis 7. Juni 1913.

Die unter dem Ehrenvorsitz des Prinzen Heinrich von Preußen im vergangenen Jahre gegründete Wissenschaftliche Gesellschaft für Flugtechnik (W. G. F.) hielt ihre diesjährige Hauptversammlung vom 4. bis 7. Juni in der Aula der Königl. Technischen Hochschule Berlin ab. Auf der Tagesordnung stand eine Reihe von wissenschaftlichen Vorträgen, Besichtigungen und geselligen Veranstaltungen, von welchen die letzten sehr mit Recht begrüßt wurden, da auf ihnen der Meinungsaustausch zwischen Gelehrten und Praktikern in zwangloser Weise gepflogen werden konnte.

Der *Göttinger Vereinigung* ist das Verdienst zuzusprechen, die erste Zusammenkunft von Vertretern der Luftfahrtwissenschaft im November 1911 in Göttingen ermöglicht und damit den Anstoß zur Gründung der W. G. F. gegeben zu haben. So jung die W. G. F. ist, so hat sie inzwischen doch schon große Bedeutung gewonnen und gilt als führende Organisation des luftfahrttechnischen Arbeitens in Deutschland.

Die W. G. F. unterhält eine Halbmonatsschrift, die „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“ und gibt ein Jahrbuch heraus, in welchem die auf den Hauptversammlungen gehaltenen Vorträge und Diskussionen veröffentlicht werden.

Trotz dieses schönen Aufschwungs muß leider betont werden, daß weite Kreise bewährter Praktiker noch Mißtrauen hegen, da man der W. G. F. nicht zutraut, daß auch sie etwas für die Flugtechnik zu leisten vermag. Viele bekannte Praktiker hielten sich der vergangenen Tagung fern, obwohl gerade Berlin als Mittelpunkt der deutschen Fliegerei die Teilnahme am ehesten ermöglicht hätte.

Die Fachvorträge wurden eingeleitet durch ein Referat Dr.-Ing. *Prölls* (Danzig) über „Luftfahrt und Mechanik“. In knapper Weise wurden alle in Betracht kommenden Gebiete gestreift und gezeigt, wie eng verbunden die Mechanik mit der Luftfahrttechnik ist. Es ist erstaunlich, wie vielseitig die Berührungspunkte sind, und wie doch eigentlich auf dem ganzen Gebiete wissenschaftliche Forschung sich der vorgeeilten Erfahrung genähert hat. Noch bleibt manche Lücke zu schließen, viele werden, wie das so oft in der Technik der Fall ist, durch technische Erfahrungen oder konstruktives Geschick überwunden werden müssen. Man findet ja auch auf anderen technischen Gebieten nicht überall glatten Anschluß an exakte mathematische Methoden und muß sich mit geschickt gegriffenen Annahmen behelfen. Es würde hier zu weit führen, die im Vortrag nur kurz erwähnten Gebiete aufzuzählen. Es möge der Hinweis genügen, daß die Auffassung vieler Tagesblätter unrichtig ist, daß keine Verbindung zwischen Theorie und Praxis besteht. Allerdings muß man sich hüten, nur auf Grund theoretischer Betrachtungen ein Flugzeug oder Luftschiff bauen zu wollen.

Professor *Baumann* (Stuttgart) besprach die Vorteile und Nachteile, welche die verschiedenen Motorsysteme in ihrer Anwendung auf Flugzeugen besitzen, und verglich die einzelnen Klassen dieser Schnellläufer unter den Motoren nach ihren Unterschieden in Art der Kühlung oder im Arbeitsprozeß.

Die luft- und wassergekühlten Motoren, die häufigere Bauart im Viertakt und seltener angewandte im Zwei-

takt zeigen sich in den verschiedensten Ausbildungen. An die Lebensdauer der Motoren stellt man heute weit größere Anforderungen als früher, wo man zufrieden war, wenn der Motor zu einem Fluge von einigen hundert Metern vorhielt. Man versteht ferner den Motoren eine gedrängtere Gestalt zu geben, welche sich den schlanken Bootsrümpfen mehr anzuschließen vermag. Die gute Zugänglichkeit zu allen Teilen bleibt trotzdem bestehen. Das Eigengewicht wird durch einen vorzüglichen Verbrennungsvorgang und die damit verbundene gute Ausnutzung des Zylindervolumens bei bester Materialverwendung verringert. Eine gute Kühlung ist von bestimmendem Einfluß auf die Zuverlässigkeit und Ausnutzung eines Motors. Der wassergekühlte Motor scheint, wenn man nicht zu Änderungen im Arbeitsprozeß übergeht, eine Vollkommenheit erreicht zu haben, die nur noch schwer einen großen weiteren Fortschritt erwarten läßt. Von Motoren mit Luftkühlung ist dies nicht zu sagen, da man sich hier manchen Nutzen von besserer Luftführung um die zu kühlenden Teile versprechen darf. Dasselbe gilt auch von der Ausbildung des Zweitaktmotors, der bisher noch nicht häufig in Flugzeuge eingebaut wurde, der aber vielleicht doch noch Entwicklungsmöglichkeiten besitzt.

In seiner Rede beleuchtete Professor *Baumann* kurz die vielen Seiten seines Themas, über die leider hier nicht berichtet werden kann. Man fühlte heraus, daß ein moderner Schnellläufer, der stundenlang ein Flugzeug antreibt, ein Kunstwerk ist, das sich ebenbürtig jeder Errungenschaft der Neuzeit zur Seite stellen kann.

Professor Dr.-Ing. *Bendemann* (Königswusterhausen bei Berlin) sprach am zweiten Tage „Über den jetzigen Stand der Flugmaschinenkonstruktionen“. An der Hand von vielen Lichtbildern wurde die Vorwärtsarbeit des vergangenen Jahres besprochen, soweit sie als solche wahrnehmbar ist. Durchweg wurde an der Ausbildung des Flugzeuges im ganzen gearbeitet, schädliche Flugwiderstände sind herabgesetzt worden. Drähte nach Möglichkeit vermieden. Die Sitze des Führers und seines Flugastes sind meistens verkleidet und vor dem Luftzug geschützt. Was hier alles von den verschiedenen Konstrukteuren geleistet wurde, ist entschieden als ein Fortschritt zu betrachten. Ein modernes Flugzeug zeigt in vielen Einzelheiten durchdachten und zweckmäßigen Bau. Doch überall kann man den Widerstreit der verschiedenen technischen Anforderungen verfolgen, die gute Stabilität, Ökonomie und Brauchbarkeit als Beobachtungsflugzeug stellen.

Die Taubenform ist in Deutschland sehr verbreitet und wird bei Eindeckern und Doppeldeckern nachgeahmt. Sie ist für diese jedoch nicht so ohne weiteres zu übernehmen, man sucht gleiche Stabilitätseigenschaften der Tragflächen durch Hoch- und Rückwärtsziehen der Flächen in sogenannte Pfeilform zu erreichen.

Trotz dadurch bewirkter schlechter Ausnutzung wird die Antriebsschraube in den meisten Fällen an die Spitze des Flugzeugrumpfes gesetzt. Man ist gezwungen, diesen Übelstand mit in Kauf zu nehmen, da sonstige zweckmäßige Bauart es fordert. Große Verbesserungen sind in der Packbarkeit der Flugzeuge zu verzeichnen. Viele Konstruktionen lassen eine schnelle Lösung der Tragflächen zum Transport zu. Doch wird hier noch viel geleistet werden müssen, bis allen militärischen Anforderungen Genüge geleistet ist.

Wie bei den beiden schon besprochenen Vorträgen verbietet die Mannigfaltigkeit des Bendemannschen Referates eine weitgehendere Wiedergabe seiner Ausführungen.

Mehr spezieller Natur war der Bericht von

Dr. *Gerdien* (Berlin) über einen Apparat zur Untersuchung der Windstruktur.

Der von dem Vortragenden angegebene und erprobte Apparat beruht auf der Kühlwirkung, welche ein Luftstrom auf einen elektrisch geheizten Draht ausübt, und in der damit verbundenen elektrischen Widerstandsänderung. Da nun bei den praktisch auftretenden Luftgeschwindigkeiten der Hitzdraht sehr schnell auf die Temperatur der Außenluft abgekühlt würde, so erwies es sich als zweckmäßig, den Hitzdraht nicht unmittelbar der Luftströmung auszusetzen, sondern einen gedrosselten Nebenluftstrom von dem eigentlichen Meßstrom abzuzweigen und diesen einer Anordnung zweier vollkommen gleichartiger Hitzdrahtsysteme zuzuführen. Die Differenz der Widerstandsänderungen beider Systeme gelangt schließlich zur Messung.

Der Temperatureinfluß der Außenluft wird in der Weise berücksichtigt, daß man ein Bimetallsystem auf eine Ventilplatte arbeiten läßt und mit diesem den Abstand von dem Ventilsitz so reguliert, daß der Einfluß der Lufttemperatur auf die Geschwindigkeitsmessungen infolge verstärkter oder verringerter Luftzufuhr herausfällt.

Es ist Dr. *Gerdien* gelungen, mit seinem Apparat eine sehr gute Meßgenauigkeit und eine ganz erstaunliche Geschwindigkeit der Einstellung zu erhalten, so daß die Aufzeichnung von Böen und Unregelmäßigkeiten des Windes bestens dadurch ermöglicht wird.

Jedoch nicht nur die Windstärke, sondern auch die Neigung des Windes kann gemessen werden, sobald nämlich ein zweites gleichgebautes Aggregat hinzugefügt wird, das nur Ausschläge zeigt, wenn die Windrichtung von der Horizontalen abweicht. Allerdings wird dann auch die Windstärke mitgemessen. Durch geeigneten Vergleich der Ablesungen beider Apparate läßt sich dann die Neigung des Windes bestimmen. Die Windrichtung wird durch eine einfache Vorrichtung ebenfalls elektrisch übertragen.

Auf dem Terrain der Siemens-Schuckert-Werke in Biesdorf wurden schon 1910 Gerdien'sche Apparate aufgestellt, um die Umgegend der dortigen drehbaren Luftschiffhalle auf Unregelmäßigkeiten in der Luftströmung zu untersuchen. Augenblicklich befindet sich ein solcher Anemoklinograph auf dem Observatorium in Lindenberglage, von ihm lagen ausgedehnte Beobachtungsreihen vor. Eine große Anzahl von Mitgliedern der W. G. F. hatte bei dem Besuche des Lindener Observatoriums im gastlichen Hause des Herrn Geh. Reg.-Rates Professor Dr. *Aßmann* Gelegenheit, den Gerdien'schen Apparat in Tätigkeit zu sehen.

Eine Gefahr für Luftfahrzeuge bilden „die Quellen elektrischer Ladungen“, über welches Thema Dr. *E. Linke* (Frankfurt a. M.) einen kurzen Bericht gab. Seine Ausführungen und diejenigen Dr. *Dickmanns* (München) über elektrische Eigenschaften von Ballonstoffen ergänzten sich in vielen Punkten.

Die Statistik lehrt, daß Brände von Ballonen und Luftschiffen in den selteneren Fällen durch Fahrlässigkeit und Unachtsamkeit mit offenem Feuer entstanden, daß sie vielmehr während des regelmäßigen Betriebes ohne andere erkennbare Ursache als den elektrischen Funken aufgetreten sind.

Die Gefahr liegt bei der leichten Endzündbarkeit der Traggase, welche bei der Luftschiffahrt Verwendung finden müssen, in dem Material der Hülle, welches in hohem Maße elektrisierbar ist. Schon eine mechanische Beanspruchung, wie sie jedesmal beim Falten und Zusammenpacken der Hülle auftritt, kann große Oberflächenladungen hervorruft. Sehr viel wichtiger doch als diese Reibungselektrizität ist das hohe Isolationsvermögen der meisten Ballonstoffe, welche sie dazu befähigen, große

elektrische Ladungen anzusammeln und plötzlich freizugeben. Versucht man den Stoff nur an der Oberfläche leitend zu machen, wie dies *Sigsfeld* empfohlen hat, so erhält man Wirkungen ähnlich einer Leydener Flasche, welche natürlich nicht erwünscht sind. Es muß daher möglichst auch eine elektrische Leitfähigkeit durch den Querschnitt hindurch erreicht werden. Man ist auf bestem Wege zu diesem Ziel. Dr. *Diekmann* sprach sich dahingehend aus, daß für die Überwindung dieser Kinderkrankheit der Luftschiffahrt, nämlich für die Vermeidung der Gefahr, welche in den elektrischen Eigenschaften von Ballonstoffen liegt, die beste Prognose gestellt werden könne.

Dr. *Linke* berichtet über die Elektrizität, welche infolge atmosphärischer Einflüsse dem Luftfahrzeug gefährlich wird. Schon bei normalem Wetter können erhebliche Spannungsunterschiede im elektrischen Feld zwischen der positiven Luft und der negativen Erde auftreten, welche dann während eines Gewitters sich vergrößern und sehr hohe Werte annehmen. Es sind jedoch Ausgleichsmöglichkeiten genug vorhanden, die an allen nur auffindbaren Ecken und Spitzen des Luftschiffs zu suchen sind, so daß nur bei einer Verkettung von unglücklichen Zufälligkeiten eine Katastrophe eintritt.

Die Auspuffgase der Motoren können ebenfalls eine elektrische Ladung hervorrufen, wie dies experimentell nachgewiesen wurde, bisher sind jedoch Unfälle, die auf diese Reibungselektrizität zurückgeführt werden müssen, nicht bekannt geworden. In ähnlicher Weise wie die Auspuffgase erzeugt der aus Gasflaschen austretende Wasserstoff elektrische Ladungen, deren Ausgleich, wie dies leider schon vielfach der Fall war, zur Selbstentzündung des Gases geführt hat. Die Funken der drahtlosen Telegraphie blieben nicht unerwähnt. Es können in den Verwindungen des starren Gerippes eines Luftschiffes sehr wohl Funken sich bilden, doch scheinen die Versuche, welche die Luftschiffgesellschaften vorgenommen haben, die Ungefährlichkeit der Funkentelegraphie dargelegt zu haben.

Gebiete, welche Berührungspunkte mit der praktischen Luftfahrt haben, werden in der W. G. F. auch gepflegt. So kommt es, daß auf der Tagesordnung zwei Vorträge medizinischen Inhalts sowie ein Referat über „Rechtsfragen in der Luftfahrt“ vermerkt waren, welches Geheimrat Dr. *Erytropel* (Berlin) die Güte hatte zu übernehmen.

Stabsarzt Dr. *Koschel* (Berlin) sprach über die Anforderungen, welche an die Gesundheit der Führer von Luftfahrzeugen gestellt werden müssen. Er brachte aus seiner Praxis als Arzt und Luftfahrer eine Reihe sehr interessanter Beispiele, welche die Forderung klarlegen sollten, daß nur Leute mit bester Gesundheit und voller Nervenkraft den schwierigen Beruf eines Luftschiffers ausüben dürften. Er erwähnte auch die nervöse Spannung, die mancher Luftfahrer vor einer Luftreise empfindet, die ja selbst bei ganz bekannten und bewährten Führern auftreten ist, die aber durchaus nichts mit einem Ungeeignetsein für den Beruf zu tun hat. Leider war die Zeit zu den Ausführungen zu knapp. Wohl mancher hätte gerne mehr über das Thema gehört.

Privatdozent Dr. *Halben* (Berlin) sprach über die Augen der Luftfahrer. Der Führer, welcher seinen schnellen Apparat durch die Luft steuert, muß mit Sicherheit seine Umgebung erkennen und sich auf seine Augen verlassen können. Der Redner führte aus, daß von den Augen eines Luftfahrers eine gewisse Sehschärfe gefordert werden müsse, namentlich dann, wenn er die Verantwortung für Fluggäste zu tragen habe. Er bemerkte aber, daß man auch bei verminderter Sehschärfe zwar noch einigermaßen sicher fahren könne,

aber keineswegs eine größere Verantwortung übernehmen dürfe. Es sei anzustreben, daß gesetzliche Vorschriften erlassen würden, wie sie ähnlich für Führer von Kraftwagen schon bestünden.

Geheimrat Dr. *Erytropel* wies in seinem Vortrag darauf hin, daß in absehbarer Zeit die Regelung des Luftrechtes durch ein Gesetz sich als notwendig herausstellen würde, und daß auch schon Anfänge hierzu zu verzeichnen seien. Er erörterte an Hand von Beispielen verschiedene Fälle, deren Entscheidung unbedingt gesetzlich festgelegt werden müsse, und schlug eine Einteilung in Zivil- und Strafrecht usw. vor.

In der geschäftlichen Sitzung der W. G. F. wurde der Beschluß gefaßt, ein *Preis ausschreiben* zu erlassen, welches die Aufgabe stellt, einen *aufzeichnenden Beschleunigungsmesser* für Flugzeuge zu konstruieren.

Ein Flugzeug ruht in normalem Flug auf seinen Tragflächen, von der Resultierenden des Luftwiderstandes unterstützt. Man berechnet die Beanspruchung, welcher die Tragflächen und ihre Halteorgane ausgesetzt sind, indem man gewöhnlich eine spezifische Flächenbelastung annimmt und mit dieser dann Stäbe und Drähte nach bekannten statischen Methoden in ihrer Stärke bemißt. Man gibt sich dann noch Rechenschaft über die größere Belastung einer gewölbten Fläche gegen die Vorderkante zu und berücksichtigt die Wanderungen der Luftkraftresultierenden bei wechselndem Anstellwinkel. Man ist aber im unklaren, welcher größten Beanspruchung nun tatsächlich eine Fläche ausgesetzt ist, wenn besondere Fälle auftreten, wie Kräfte durch Böen, oder wenn ein Flugzeug schnell aus einem Gleitflug in die Wagerechte umgelenkt wird.

Alle diese erhöhten Beanspruchungen sind durch Geschwindigkeitsänderungen des Flugzeugschwerpunktes hervorgerufen, von denen aber diejenigen winkelrecht zu den Tragflächen die wichtigsten sind, da ihre Wirkung die wesentlichsten Festigkeitsbeanspruchungen zur Ursache haben.

Es sollen Unterlagen geschaffen werden für Grenzwerte, welche bei vorsichtiger Berechnung eines Flugzeuges angewandt werden müssen. Diesem Zwecke soll der registrierende Beschleunigungsmesser dienen.

Man war sich bei der Ausschreibung darüber klar, daß es sehr schwer sein würde, eine Beschleunigung nach Größe und Richtung gegenüber dem Flugzeuge festzustellen. Man verzichtete daher auf Vorschriften über die allgemeine Richtung der Beschleunigung und forderte nur die Komponente, welche winkelrecht zu den Tragflächen fällt. Das Instrument soll die Aufgabe erfüllen, Schwankungen und Höchstwerte der scheinbaren Schwerekomponente winkelrecht zu den Tragflächen (die scheinbare Schwere entspricht der Wirkung eines Körpers auf seine Unterlage in einem bewegten System) aufzuzeichnen, so daß seine Angaben als Unterlagen für Erfahrungswerte gelten können. Die Registrierung der beiden anderen Komponenten wird nicht gefordert, erhöht aber die Bewertung des Instrumentes.

Es wurden zwei Preise ausgeschrieben, einer in Höhe von 1500 M., der andere in Höhe von 500 M. Als Einreichungstermin zum Wettbewerb wurde der 1. Juli 1914 festgesetzt. Genauere Angaben über das Preisausschreiben sind durch die Geschäftsstelle der W. G. F., Berlin W. 30, Nollendorfsplatz 3 erhältlich. Dr. *Hf.*

Das Problem internationaler Kongresse auf dem Gebiet der Naturwissenschaften.

Von Privatdozent Dr. H. Großmann, Berlin.

Daß die internationalen Kongresse auf allen Gebieten des menschlichen Wissens in den letzten

Jahren erheblich zugenommen haben, ist bekannt und, vom kulturellen Standpunkt aus betrachtet, sicherlich sehr erfreulich. Kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß die Beziehungen der Völker zueinander, die immer noch allzusehr geneigt sind, einander in starken Vorurteilen befangen gegenüberzustehen, durch den vielseitigen persönlichen Verkehr verschiedener Fachgenossen verbessert werden und daß auch in wirtschaftlicher Hinsicht manche hindernde Schranke durch internationale Kongresse hinweggeräumt worden ist. Es sei hier nur als Beispiel an die mehr oder weniger erfolgreichen Bestrebungen internationaler Vereinigungen zur Vereinheitlichung bei handeltechnisch wichtigen Untersuchungen erinnert, Fragen, welche für den internationalen Verkehr eine größere Bedeutung besitzen, wie manchmal angenommen wird. Eine gute Übersicht über die zahlreichen, hier nicht im einzelnen zu erörternden internationalen Kongresse und ihre Bestrebungen gibt die Veröffentlichung von *P. H. Eijkman*, *l'internationalisme scientifique (Sciences pures et lettres)*, die als Veröffentlichung des Bureau de la fondation pour l'internationalisme im Verlag von *W. T. van Stockum & Sohn*, Haag 1911 erschienen ist. Überlegen wir jedoch einmal die Frage, ob die zur Vorbereitung dieser Kongresse notwendige Arbeit und die außerordentlichen finanziellen Aufwendungen in einem rationellen Verhältnis zu den wirklichen Ergebnissen dieser Kongresse stehen, so wird man nicht allgemein zu einer so günstigen Beurteilung kommen dürfen. Da der Verfasser dieses Aufsatzes in den letzten Jahren mehrfach Gelegenheit hatte, internationale Kongresse zu besuchen, so glaubt er eine gewisse Berechtigung dazu zu haben, seine Gedanken an dieser Stelle auszusprechen, um so mehr als das soeben erfolgte Erscheinen der letzten Veröffentlichungen des 8. internationalen Kongresses für angewandte Chemie in New York das Problem besonders aktuell erscheinen läßt. Der umfangreichen Schlußsendung dieses Kongresses, dessen Arbeiten in 29 Bänden von stattlichem Umfang niedergelegt sind, hat nämlich der Generalsekretär des Kongresses, *Dr. B. Hesse*, eine eigene Schrift „The Problem of international Congresses of Applied Chemistry“ beigelegt, welche das Problem in prinzipieller Weise behandelt und über den Kreis der Chemiker hinaus bei allen Naturwissenschaftlern ein gewisses Interesse beanspruchen kann.

Mit erfreulicherweise ungeschminkten Worten wird hier das Problem als Ganzes erörtert und Hinweise auf eine wirklich fruchtbringende Ausgestaltung der Organisation solcher Kongresse zu geben versucht. So macht Herr *Dr. Hesse* darauf aufmerksam, daß in New York mehr als 90 % der zur Veröffentlichung gelangten Schriften sich überhaupt nicht zur Behandlung für einen internationalen Kongreß geeignet haben, weil es an und für sich wohl interessante und wertvolle Spezialarbeiten waren, die auch ohne den Kongreß ihren Weg in die Literatur gefunden hätten. Soweit mir bekannt, wird auch von anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen darüber geklagt, daß auf ihren

internationalen Kongressen ähnliche Mißstände vorzukommen pflegen. Eine an und für sich wertvolle Spezialarbeit eignet sich eben nicht zur Behandlung auf internationalen Kongressen, sofern nicht durch die Mannigfaltigkeit der Verhandlungsgegenstände von vornherein darauf verzichtet wird, etwas über den Tag hinaus Bestehendes zu schaffen. Nun hat man ja bekanntlich das Hilfsmittel der Arbeitsteilung durch Schaffung von Sektionen gelöst, in welchen sich die speziellen Interessenten zu treffen pflegen. Aber auch hierin kann man, wie der amerikanische Kongreß gezeigt hat, zu weit gehen. Auch die Spezialisierung hat eine gewisse Grenze. In den 22 Sektionen des New Yorker Kongresses wurde nur zum geringsten Teile eine wirklich fruchtbringende Diskussion ermöglicht, was aus dem verhältnismäßig dünnen Bande der Diskussionsreden mit aller Deutlichkeit hervorgeht. Eine solche Diskussion ist aber ohne weiteres zu erwarten, wenn den Mitgliedern des Kongresses etwa zwei Monate vor dem Zusammentreten der vollständige Bericht vorgelegt werden kann, sodaß die Teilnehmer an dem Kongresse gut vorbereitet für eine Diskussion sind. Wenn man alle Fragen von nur spezieller Bedeutung für internationale Kongresse von vornherein ausscheidet, so erhält man sicherlich einen weniger umfangreichen Bericht, der dafür um so wertvoller erscheint, weil über Fragen von internationaler Bedeutung in demselben von berufener Seite ausführliche Berichte enthalten sein werden. An Vorbildern für eine gute Organisation solcher Kongresse fehlt es keineswegs. Es sei erinnert an den 10. Internationalen Kongreß für Landwirtschaft, der im Juni d. Js. in Gent stattgefunden hat. Hier arbeitet eine permanente internationale Kommission lange vor dem Zusammentreten des Kongresses, indem sie ein verhältnismäßig wenige wichtige Fragen enthaltendes Programm aufstellt, über das von hervorragenden Fachgelehrten aller Länder Berichte erstattet werden. Das Gleiche gilt auch von der Organisation des Iron- and Steel-Institute, von dem internationalen Kongreß für Bergbau- und Hüttenwesen, der zum letzten Male im Jahre 1910 in Düsseldorf tagte und dessen Organisation geradezu als musterhaft bezeichnet werden muß. Vor allem aber sei hier an den Kongreß für Materialprüfung erinnert, dessen Organisation ständig in den Händen des tatkräftigen Oberingenieurs *Reitler* (Wien) ruht¹⁾. Bei allen diesen Kongressen ist es ausgeschlossen, daß jeder über seine Spezialfrage einen Vortrag hält, weil alle Vorträge und Berichte vorher dem Komitee vorgelegt werden müssen, welches über Annahme des Vortrages zu entscheiden hat. Auch hat man vielfach mit Recht den Modus getroffen, nur diejenigen Arbeiten im Bericht abzdrukken, welche vor dem Kongreß in druckreifer Form dem Organisationskomitee zugegangen sind. Endlich sei noch auf jenen Spezialkongreß aufmerksam gemacht, der kürzlich in Göttingen zusammengetreten

¹⁾ Gerade die Gleichzeitigkeit dieses Kongresses mit dem Chemikerkongreß zeigte den Unterschied einer zweckmäßigen und einer unzweckmäßigen Organisation aufs deutlichste.

ist und auf welchem die modernen Probleme der theoretischen Physik, insbesondere die kinetische Theorie der Materie, vor einer wohl vorbereiteten internationalen, naturgemäß nicht allzu zahlreichen, Zuhörerschaft erörtert worden sind.

Das Wort des früheren französischen Landwirtschaftsministers, Herrn *Méline*, welches er auf der Schlußtagung des 10. internationalen Kongresses in Gent aussprach: „Quand un congrès n'est pas bien préparé, il n'est guère rempli que du bruit de paroles qui passent“, sollte den Organisatoren aller internationalen Kongresse stets vor Augen stehen; denn sonst läuft man Gefahr, daß die an und für sich so fruchtbringende Idee internationaler Vereinigungen im Sande stecken bleibt, und zwar aus Gründen, die nichts mit der Idee zu tun haben, sondern die einzig und allein begründet sind in organisatorischen Mängeln, welche bei internationaler Solidarität überwunden werden können. Daher seien die Ideen des *Dr. Hesse* allen Naturwissenschaftlern zur Beachtung empfohlen, wobei noch besonders darauf aufmerksam gemacht sei, daß der Verfasser seine Ausführungen auch in dem Aprilheft der amerikanischen Zeitschrift *Journal of industrial and engineering Chemistry* niedergelegt hat¹⁾.

Besprechungen.

Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwicklung und ihre Ziele; herausgegeben von *Paul Hinneberg*. Dritter Teil, dritte Abteilung, zweiter Band: *Chemie*, unter Redaktion von *E. v. Meyer*, und *Allgemeine Kristallographie und Mineralogie*, unter Redaktion von *Fr. Rinne*. Berlin und Leipzig, B. G. Teubner, 1913. XIV, 664 S. und 53 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 18,—, in Leinwand geb. M. 20,—, in Halbfranz geb. M. 22,—.

In dem großen, unter dem Titel „Die Kultur der Gegenwart“ erscheinenden Sammelwerk, das ohne auf fachwissenschaftliche Einzelheiten einzugehen, eine Übersicht über die Summe der von der Menschheit errungenen Erkenntnisse geben will, ist nun auch der die Chemie und die ihr verwandte Mineralogie umfassende Band erschienen. Was bei der Durchsicht des Bandes wohl zunächst auffällt, sind die Namen der Autoren, die die Redaktion für die Bearbeitung der einzelnen Kapitel des Gebietes zu gewinnen gewußt hat: Namen von besserem Klange waren in Deutschland kaum zu finden.

In den beiden ersten Abschnitten des Buches wird von *E. v. Meyer* die Entwicklung der Chemie von *Robert Boyle* bis *Lavoisier* (S. 1—25) und die Entwicklung der Chemie im neunzehnten Jahrhundert geschildert, die wesentlich durch die Begründung und den Ausbau der Atomtheorie gekennzeichnet ist (S. 26—80). *C. Engler* und *L. Wöhler* lassen dem von ihnen bearbeiteten Kapitel über die anorganische Chemie (S. 81—196) einen allgemeinen Teil vorangehen, in dem sie die wichtigsten Begriffe und Theorien darlegen, die für das Verständnis der neueren anorganischen Chemie von Bedeutung sind, und behandeln dann die einzelnen Elemente in der Hauptsache in der durch das periodische System gegebenen Reihenfolge. Bei dem Kapitel über die Radioaktivität stand den beiden Autoren *H. Sieveking* als Spezialist zur Seite. Das Lehrgebäude der organischen

Chemie (S. 197—259) ist von *O. Wallach* dargestellt worden. An dem Kapitel über die physikalische Chemie haben verschiedene Autoren mitgewirkt: *R. Luther* bespricht die Beziehungen zwischen den physikalischen und den chemischen Eigenschaften der Stoffe (S. 260—277), *W. Nernst* behandelt die Thermochemie und die mit ihr im engsten Zusammenhange stehende Lehre von der chemischen Affinität (S. 278—300). Den Abschnitt über die Photochemie (S. 301—333) hat wieder *R. Luther* und den über die Elektrochemie (S. 334—375) *M. Le Blanc* verfaßt.

Der angewandten Chemie sind wie der reinen Chemie ebenfalls drei große Kapitel gewidmet: „Beziehungen der Chemie zur Physiologie“ (S. 376—412) ist der Titel des von *A. Kossel* bearbeiteten Kapitels. Das Kapitel über die Beziehungen der Chemie zum Ackerbau (S. 413 bis 474) ist von *O. Kellner* begonnen und von *H. Immen-dorff* fortgesetzt und vollendet worden. Die eigentliche technische Chemie endlich hat *O. N. Witt* unter dem charakteristischen Titel „Wechselwirkungen zwischen der chemischen Forschung und der chemischen Technik“ (S. 475—527) skizziert.

Die allgemeine Kristallographie und Mineralogie (S. 531—647) ist von *Fr. Rinne* in vier Hauptabschnitten eingeteilt worden: Nach einigen einführenden Abschnitten und Betrachtungen folgen je ein Abschnitt über die geometrische, die physikalische und die chemische Kristallographie und dann ein Kapitel über die Beziehungen zwischen dem chemischen, dem physikalischen und dem geometrischen Wesen der Kristalle.

Am Schlusse der einzelnen Kapitel mit Ausnahme des Kapitel über die technische Chemie von *Witt* finden sich literarische Nachweise. Den Schluß des ganzen Buches bilden je ein Sach- und ein Namenregister über die Chemie und die allgemeine Kristallographie und Mineralogie.

Über den wesentlichen Inhalt des Werkes dürfte die vorstehende Übersicht wohl zur Genüge orientiert haben, und ein Hinweis darauf, daß alle Abschnitte ohne jede Ausnahme in jeder Hinsicht durchaus sachgemäß sind, ist bei solchen Verfassern überflüssig. Nur einige kurze Bemerkungen seien gestattet.

Ein Kapitel der Wissenschaft für einen weiteren Kreis von Lesern darzustellen, ist bekanntlich eine ganz besonders schwierige Aufgabe, handelt es sich doch gleichzeitig um Klarheit, Richtigkeit, Übersichtlichkeit und die Schönheit des Stils. Die drei ersten Eigenschaften, die eine einwandfreie Darstellung haben soll, lassen sich nun kaum immer vereinigen; ob und inwieweit sie sich vereinigen lassen, hängt nicht nur von den Kenntnissen und, wie die Schönheit des Stils, von der Darstellungskunst des Autors, sondern auch von dem augenblicklichen Entwicklungsgrade des in Frage kommenden Gebietes ab. So verfügt die organische Chemie heute über ein wundervoll ausgearbeitetes Lehrsystem, und darum eignet sich die organische Chemie recht gut für eine Darstellung, wie sie die „Kultur der Gegenwart“ verlangt; in der Tat ist auch *Wallachs* Beitrag einer von denjenigen, die dem Referenten bei der Lektüre am besten gefallen haben. Wesentlich größer werden die Schwierigkeiten, wenn es sich wie etwa bei der Photochemie um ein Sondergebiet handelt, das sich gerade in vollster Entwicklung befindet, bei dem nicht ein bereits vorhandenes Gerüst weiter ausgebaut, sondern das Gerüst selbst geschaffen werden muß. Im einen Falle kann man die allgemeinen Grundzüge, den Plan des Gebäudes skizzieren und die für den Nichtfachmann uninteressanteren Einzelheiten zurücktreten lassen, im anderen Falle aber muß man das Gewicht mehr auf diese Einzelheiten legen. Ein Sammelwerk wie das vorliegende wird also immer Ungleichmäßigkeiten in der Darstel-

¹⁾ Bd. V, p. 321—328, 1913.

lung aufweisen, für die man die Autoren kaum verantwortlich machen kann. Daß auch hier die Kunst des Autors oft trotz weniger günstiger Verhältnisse viel leisten kann, dann nämlich, wenn es dem Autor gelingt, eine passende, weitere Kreise interessierende Leitidee zu finden, ist selbstverständlich; der Beitrag von Witt über die technische Chemie scheint dem Referenten ein Beispiel dafür zu sein.

Auf Einzelheiten einzugehen, ist hier nicht der Platz. Jeder Referent wird hier und da etwas finden, was ihm weniger gefällt oder was er, wie etwa falsche oder doch mißverständliche Definitionen oder mangelhafte Präzision des Ausdruckes, tadeln zu müssen glaubt, oder Dinge vermissen, die seiner Meinung nach als wesentlich hätten besprochen werden sollen, indessen treten derartige Mängel in dem vorliegenden Werk hinter der Gesamtleistung so weit zurück, daß sie den Wert des Buches nicht merklich beeinflussen: Alle die, die an der Chemie und der allgemeinen Mineralogie und ihrem augenblicklichen Entwicklungszustande Interesse haben, werden bei der Lektüre reichlichen Gewinn haben.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Zander, Enoch, Das Leben der Biene. Bd. IV des Handbuches der Bienenkunde in Einzeldarstellungen. Stuttgart, Eugen Ulmer, 1913. 151 S., 10 Tab. u. 120 Abbild. Preis geb. M. 4,—.

Verf. beschließt mit dem IV. Band, welcher „das Leben der Biene“ schildert, sein Handbuch der Bienenkunde, dessen dritter Band von dem Bau, dessen erste beiden Bände von den Krankheiten der Biene handelten. Das Buch ist nicht etwa nur für Imker, Bienenforscher oder Zoologen bestimmt, sondern es wendet sich an alle Naturfreunde, denen das geheimnisvoll-geschäftige Tun und Treiben der Bienen einen besonderen Reiz zur Beobachtung darstellt. Anerkennenswert ist das überall erfolgreich durchgeführte Bestreben des Verf., statt der zahlreichen, gerade in neuerer Zeit wieder mehr und mehr an Ausdehnung gewinnenden phantastisch spekulativen Erklärungen, welche unsichtbare Kräfte und weltfremde Gesetze in den Bienenstock hineingeheimnissen, überall einen rein wissenschaftlichen Standpunkt zu bevorzugen und das Leben der Bienen aus ihrer Umgebung heraus verstehen zu wollen. Dabei hat Verf. in dankenswerter Weise überall auch die neueste Literatur berücksichtigt (so z. B. in dem Kapitel, das von der Nahrung und dem Nahrungserwerb handelt) und jedem Kapitel eine Zusammenstellung der wichtigsten Literatur vorangestellt. Das Buch enthält drei Hauptabschnitte, von denen der erste die systematische und biologische Eigenart der Honigbiene behandelt, während der zweite den Bienenhaushalt schildert, indem der Bau und sein Material, die Lebenseigentümlichkeiten und Aufgaben der Einzelwesen und endlich das Bienenleben im Kreislauf des Jahres beschrieben werden. Der dritte Hauptabschnitt endlich zeigt die Bienen im Verkehr mit der Außenwelt, und zwar werden in besonderen Kapiteln besprochen das Orientierungsvermögen, die Nahrung und der Nahrungserwerb und die Biene im Dienste der Pflanzen.

Hempelmann, Leipzig.

Die Wunder der Natur. 2. Band. Berlin, Deutsches Verlagshaus Bong & Co., 1913. 432 S. Preis M. 16,—.

Von dem zweiten Bande des bereits im Anfang dieses Jahres in den *Naturwissenschaften* besprochenen Werkes kann nur mit derselben Anerkennung gesprochen werden, wie von dem ersten Bande. Wie erinnerlich, handelt es sich um ein Bilderwerk, eine Sammlung von kleinen Aufsätzen — im zweiten Bande ca. 100 —, die den Bildern zuliebe geschrieben sind, und die sich auf die ver-

schiedensten Einzelheiten der beschreibenden und exakten Wissenschaften beziehen. Die Bilder sind zum größten Teil nach Photographien hergestellt und sind durchweg auch für den, der jenen Dingen fernsteht, interessant und im höchsten Grade fesselnd. Sie werden in den Aufsätzen in einer jedem verständlichen Weise erläutert, und selbst ein flüchtiges Durchblättern des Buches wirkt nicht nur unterhaltend, sondern überaus belehrend. Wer die Zeichnungen, die das Leben der Ameisen illustrieren, oder die nesterbauenden Säugetiere, die fliegenden Hunde, die Schneekristalle, den Hagel, die Kakteen, die Chladnischen Klangfiguren, die magnetischen Kraftlinien und dergleichen in diesen Bildern gesehen hat, wird sie schwerlich so leicht vergessen. Wie schon früher gesagt worden ist, kann ein solches Bilderwerk zum Studium der Natur wahrscheinlich mit demselben Erfolge verwendet werden, wie man die üblichen Bilderwerke zum Studium der Kunst verwendet.

A. B.

Eder, Josef Maria, Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik. 8. Auflage. Halle, Wilhelm Knapp, 1912. XX, 264 S. Kl.-8°. Preis M. 3,50.

Das Büchlein, dessen Hauptvorzug darin liegen dürfte, daß es nur praktisch als zuverlässig erprobte Vorschriften enthält, ist von überraschender Vielseitigkeit. Nicht nur, daß es gute Rezepte für alle bei den verschiedensten Negativ-, Positiv- und Reproduktionsverfahren gebrauchten Lösungen enthält, bringt es auch eine Fülle von nützlichen Vorschriften für die verschiedensten Zwecke und eine umfassende Zusammenstellung von Tabellen optischer, chemischer und spezifisch photographischer Daten. Der Praktiker wird das Buch nie vergeblich zu Rate ziehen. Es sei noch besonders erwähnt, daß sich das Buch nicht auf die gewöhnlichen photographischen Verfahren beschränkt, sondern auch die Dreifarben- und Autochromphotographie, alle modernen Kopierverfahren und die verschiedensten Reproduktionsarten, wie Lichtdruck, Photolithographie, Algraphie, Zinkätzung, Heliogravüre und andere berücksichtigt.

Th. Posner, Greifswald.

Astronomische Mitteilungen.

Von der Kopenhagener Sternwarte, die unter der rührigen Leitung des ausgezeichneten Astronomen Prof. *Elis Strömgen* steht, liegen zahlreiche Publikationen vor, die sich zumeist auf Probleme der Himmelsmechanik beziehen und von denen an dieser Stelle ganz besonders ein interessanter Vortrag von Prof. *Strömgen* „Über die kosmogonische Stellung der Kometen“ erwähnt sei. Es erscheint wahrscheinlich, daß die meisten Kometen zunächst mit hyperbolischer Bahnbewegung in unser Sonnensystem eindringen und daß alsdann die Störungen der größeren Planeten, insbesondere von Jupiter und Saturn, die Exzentrizitäten der Kometenbahnen ändern, die somit in elliptische oder parabolische verwandelt werden. Will man die Frage nach der kosmogonischen Stellung der Kometen untersuchen, so muß man die tatsächlich vorhandenen Werte ihrer Bahnexzentrizitäten betrachten. Nun kann man nicht ohne weiteres die in einem Verzeichnis von Kometenbahnen angegebenen Werte der Exzentrizitäten hierfür benutzen, da dieselben aus Beobachtungen nahe dem Perihel, also, wenn der Komet bereits in Sonnennähe sich befindet, hergeleitet sind. Man muß vielmehr auf die ursprüngliche Bahnform des Kometen durch Rückwärtsrechnung der Störungen zurückgehen. Hierfür ist es nun Prof. *Strömgen* in wesentlicher Erweiterung und Vertiefung

der Arbeiten von *Thraen, Fayet, Fabry* und anderen gelungen, eine erhebliche Vereinfachung der Störungsrechnungen zu finden und eine allgemeine Theorie für die Störungen von Kometenbahnen aufzustellen. Erst hierdurch wurde es möglich, die Rückwärtsberechnung der Exzentrizitäten von Kometenbahnen mit Sicherheit auszuführen und daraus auf die Natur der ursprünglichen Kometenbahn zu schließen. Als wichtiges Ergebnis dieser theoretischen Arbeiten kann man nach *Strömgren* den für die Himmelsmechanik außerordentlich wichtigen Satz aufstellen: Bei strenger und alleiniger Berücksichtigung der Newtonschen Attraktionskräfte kommt man für alle bis jetzt vorliegenden Kometenbahnen auf *elliptische* Exzentrizitäten.

Eine *partielle Sonnenfinsternis* wird am 31. August stattfinden, aber in ganz Europa unsichtbar bleiben. Diese partielle Verfinsternung der Sonne, bei der nur etwa $\frac{1}{6}$ der Sonnenscheibe durch den zwischen Sonne und Erde sich schiebenden Mond verdeckt sein wird, kann in *Grönland* und an der nordöstlichen Küste von *Nordamerika* beobachtet werden.

Über den *Einfluß des Magnetismus auf den Gang von Chronometern* liegen neue Untersuchungen von *S. Chapman* und *T. Lewis* vor, die in den Monatsberichten der englischen Astronomischen Gesellschaft (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Bd. LXXII, Nr. 7, 8, 9) veröffentlicht sind. Die immer zunehmende Verwendung von elektromagnetischen Maschinen auf Kriegsschiffen sowie auf Dampfern der Handelsmarine hat die genauere Untersuchung des magnetischen Einflusses auf den Gang von Chronometern notwendig gemacht, eine Aufgabe, die von der Greenwicher Sternwarte in Angriff genommen wurde. Die Uhren wurden bei wechselnden magnetischen Feldern und in verschiedenen Abständen vom Magneten untersucht. Falls das magnetische Feld schwach gewählt wird und 10 C. G. S. Einheiten nicht übersteigt, werden gewöhnliche Chronometer, deren Metallbüchse (Boxchronometer) schon etwas gegen magnetische Einflüsse schützt, nur wenig im regelmäßigen Gange geschädigt. Es gibt sogar vier, um 90 Grad voneinander verschiedene Stellungen der Chronometer zur magnetischen Orientierung, wo überhaupt kein Einfluß des magnetischen Feldes auf den Uhrgang resultiert. Unmagnetische Uhren, zumeist aus Nickelstahl verfertigt, tragen noch viel stärkere magnetische Felder ohne jegliche Störungswirkung.

Über die *schädlichen Folgen von Sonnenbeobachtungen mit ungeschützten Augen* enthält das Juliheft der Zeitschrift „*Sirius*“, herausgegeben von Prof. *H. Klein* (Köln), im Anschluß an Untersuchungen des Würzburger Augenarztes Dr. *Jefß* sehr beachtenswerte Mitteilungen. Gelegentlich der vorjährigen großen Sonnenfinsternis (vom 17. April 1912) konnten infolge von Sonnenblendung zahlreiche Augenerkrankungen und sogar einzelne Erblindungen konstatiert werden, die dringend die Warnung nötig machen, niemals ohne genügend dunkles Blendglas in die Sonne, sei es direkt oder mit dem Fernrohr, zu schauen. Die durch Sonnenblendung verursachten Augenstörungen treten teils sofort, teils aber auch erst einige Zeit später auf. Im allgemeinen war die zentrale Sehschärfe stark geschwächt und zumeist ist eine hochgradige, in den meisten Fällen allerdings vorübergehende Sehstörung eingetreten. Bei genauerer Untersuchung der gestörten Augen hat sich nun herausgestellt, daß es sich in der Regel um zwei auf verschiedenen Stellen des Gesichtsfeldes liegende Netzhautverletzungen handelte, die durch eine leichte Verbrennung der lichtempfindlichen Netzhautschicht entstanden waren. Es muß also dringend vor einer Beobachtung der Sonne mit ungenügend geschützten Augen gewarnt werden.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Roheisenerzeugung und Erzvorrat. In einer Besprechung über die Brikettierung von Eisenerzen und Gichtstaub auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute machte Direktor *Sorge* (Magdeburg) folgende Mitteilungen über diese wichtige Frage. Die Roheisenerzeugung der Welt hat seit dem Jahre 1870 eine gewaltige Steigerung erfahren, sie ist von jenem Jahre an, wo die Erzeugung etwa 12 Millionen Tonnen betrug, heute etwa auf den sechsfachen Betrag gestiegen. Einen großen Anteil an diesem Aufschwung hat unsere deutsche Eisenindustrie, deren Produktion von 1,39 Millionen Tonnen im Jahre 1870 auf fast 18 Millionen Tonnen im Jahre 1912 gestiegen ist. Diese außerordentlich starke Steigerung wird, sofern nicht besondere wirtschaftliche Störungen eintreten, auch in den nächsten Jahren anhalten, so daß man für 1915 mit einer Roheisenerzeugung von rund 21½ Millionen Tonnen, für 1920 mit einer solchen von 29½ Millionen Tonnen wird rechnen können.

Angesichts dieser Zahlen ist die Frage durchaus berechtigt, ob die erforderlichen Rohstoffe, Kohle und Eisenerze, in genügender Menge vorhanden sind, um eine solche noch vor wenigen Jahren für unmöglich gehaltene Weiterentwicklung zu gestatten. Hinsichtlich der Beschaffung der Kohlen wird man diese Frage wohl ohne weiteres bejahen können, denn der für Deutschland auf 416 Milliarden Tonnen geschätzte Kohlenvorrat wird wohl noch über ein Jahrtausend hinaus unseren Bedarf decken.

Anders, jedenfalls weniger klar, liegen die Verhältnisse in bezug auf die Eisenerze. Nach den Schätzungen des Internationalen Geologenkongresses in Stockholm (1910) beträgt der gesamte, zurzeit brauchbare Eisenerzvorrat der Welt 22 Milliarden Tonnen mit einem Eisengehalt von 10 Milliarden Tonnen, die bei gleicher Steigerung des Verbrauchs wie bisher in 60 Jahren erschöpft sein dürften. Diesem sofort brauchbaren Erzvorrat stehen weitere, zurzeit nicht abbauwürdige Vorräte von 123 Milliarden Tonnen Erz mit rund 53 Milliarden Tonnen Eisengehalt gegenüber. Von diesen heute noch nicht abbauwürdigen Erzvorräten wird zweifellos bereits vor Ablauf von 60 Jahren ein großer Teil infolge der Fortschritte in der bergmännischen Gewinnung und in der Hüttentechnik als auch infolge von zu erwartenden Veränderungen wirtschaftlicher Natur abbauwürdig sein, so daß die Erschöpfungsgefahr auch hier kaum als dringlich bezeichnet werden kann. Im einzelnen steht Nordamerika mit rund 4200 Millionen Tonnen sofort brauchbarer Erze an der Spitze aller Länder; ihm folgt Deutschland mit 3600, Frankreich mit 3300, Großbritannien mit 1300 und Schweden mit 1100 Millionen Tonnen.

Diese Zahlen in Verbindung mit den Zahlen für die Ein- und Ausfuhr sowie den Verbrauch von Eisenerz ermöglichen es, sich ein Bild von der Zukunftsentwicklung zu machen. Bis zum Jahre 1896 überragte die heimische Eisenerzförderung den Verbrauch um ein erhebliches, so daß bis dahin die Ausfuhr stärker als die Einfuhr war; bis zum Jahre 1911 haben sich diese Verhältnisse jedoch wesentlich geändert, die Erzeinfuhr betrug in jenem Jahre bereits fast 11 Millionen Tonnen, die Ausfuhr dagegen sank auf 2,5 Millionen Tonnen, nachdem sie im Jahre 1907 mit 4 Millionen Tonnen ihren Höchstwert erreicht hatte. Der Eisenerzverbrauch hat sich in Deutschland seit dem Jahre 1880 versechsfacht, er erreichte 1911 fast 40 Millionen Tonnen. Die oben genannten Erzvorräte sind also ausreichend, um

auch in Zukunft weitere Steigerungen der Roheisen-
erzeugung als möglich erscheinen zu lassen, es ist je-
doch hierbei zu beachten, daß neben den Ziffern auch die
Beschaffenheit der vorrätigen Erze wesentlich mit-
spricht. Die Hochofenwerke haben im allgemeinen be-
reits seit Jahren ihre Ansprüche an die Qualität der
Eisenerze erheblich herabgesetzt, trotzdem macht sich
immer mehr der Umstand fühlbar, daß unter den zu
verhüttenden Erzen solche von feinkörniger Beschaffen-
heit einen wachsenden Anteil bilden. Diese feinkörnigen
und malmigen Erze bereiten bei der Verhüttung mancher-
lei Schwierigkeiten, es treten Verschlackungen und Ver-
stopfungen ein, und der Entfall an Gichtstaub nimmt
zu. Diese Nachteile legen den Gedanken nahe, die
feinen Erze durch eine Anreicherung oder Brikettierung
verwendungsfähiger zu machen. Die Verwertbarkeit
feiner Erze ist für unsere Eisenindustrie von außer-
ordentlicher Bedeutung, denn das Streben anderer Län-
der, ihre Hochofenindustrie gleichfalls zu entwickeln,
muß naturgemäß dazu führen, daß der Bezug ausländi-
scher Erze für uns erschwert wird. (*Stahl und Eisen*
1913, S. 139—143.) S.

Gifffestigkeit des Igels. Die alten Angaben über die
große natürliche Widerstandsfähigkeit des *Igels* gegen
verschiedene Gifte (Schlangengift, Gift der spanischen
Fliege, Cyankali) haben eine interessante Erweiterung
durch die Untersuchungen von *Willberg* (*Biochemische*
Zeitschrift Bd. 48, 1913, p. 157—174) gefunden. Danach
bezieht sich die Gifffestigkeit nur auf bestimmte Gifte und
ist für die verschiedenen Substanzen sehr verschieden groß.
Während die tödliche Dosis, für ein Kilogramm Igel be-
rechnet, beim Cantharidin 327 mal größer ist als beim
Menschen, beim Atropin und Morphinum bezw. 248- und
245 mal, ist der Igel gegen Nikotin 29 mal, gegen arse-
saurer Kalium 10 mal, Curare 7 mal, Cyankalium 6 mal
so widerstandsfähig wie der Mensch. Strychnin wirkt
beim Igel in derselben Dosis tödlich wie beim Menschen,
während er gegen Karbolsäure die doppelte, gegen Subli-
mat die vierfache Widerstandsfähigkeit zeigt. P.

Verschiedene Pepsine. Da wir über die chemische
Beschaffenheit der Fermente nichts wissen, kann die
Frage, ob dieselben bei verschiedenen Tieren gleich oder
ungleich sind, nur durch die Untersuchung der Gleichheit
oder Ungleichheit der Wirkung auf gleiche Substrate be-
antwortet werden. Das eiweißverdauende Ferment des
Magens, das *Pepsin*, zeigt bei Hecht und Hund eine Reihe
von Unterschieden, die zu der Annahme zwingen, daß es
sich um verschiedene Fermente handelt. Das Hechtpepsin
verdaut Fibrin, Serumeiweiß und Casein gut, aber gegen-
über Edestin und besonders gegen Hühnereiweiß und
Elastin hat es eine, im Vergleich zum Hundepepsin, sehr
schwache Wirkung (*Rakoczy, Zeitschrift für physiolo-
gische Chemie*, Bd. 85, 1913, p. 349—371). Außerdem wird
es durch Salzsäure in viel geringeren Konzentrationen
zerstört als das Hundepepsin, was besonders bemerkens-
wert ist im Hinblick darauf, daß das Pepsin der Knorpel-
fische (Haie und Rochen) bei sehr hohen Salzsäurekonzent-
rationen (2—2,5 %) wirksam bleibt. Endlich ist der Ein-
fluß der Temperatur (zwischen 0 und 20°) auf die Ge-
schwindigkeit der Fermentwirkung beim Hecht viel ge-
ringer als beim Hund, so daß bei niederen Tempera-
turen, wie sie für die Magenverdauung des wechselwarmen
Hechtes in Betracht kommen, die Wirkung seines Fer-
mentes viel weniger gehemmt ist als diejenige des
Hundepepsins. P.

Über die Entstehung und Gewinnung der Trüffel
machte im Chemiker-Verein in Stuttgart *E. Gruner*
interessante Mitteilungen. Die Trüffel ist der Frucht-
träger eines Pilzes, der etwa 2—10 cm unter der Erd-
oberfläche in Kalkboden unter niederem Eichengehölz
auf dessen Wurzeln wuchert. Sie wachsen bis zu Faust-
größe, haben braunschwarzes Fruchtfleisch, einen an-
genehmen aromatischen Geruch und gewürzhaften Ge-
schmack. Frankreich liefert die besten Sorten, nament-
lich in den Departements Périgord, Dordogne, Provence,
Vaucluse und Dauphiné sind die Trüffeln sehr verbreitet.
Ähnliche Sorten kommen auch vereinzelt in Italien,
Deutschland, England und Rußland vor. Die Gewinnung
der Pilze ist sehr interessant; man läßt hierzu besonders
abgerichtete Hunde die Fruchträger aufspüren und
gräbt dann die Trüffel aus. Ihre Verwendung ist eine
recht vielseitige; besonders dient sie zur Würzung ver-
schiedener Gerichte in der feinen Küche, zur Herstel-
lung von Pasteten, Wurstwaren und anderen Delika-
tessen. Von Feinschmeckern wird die Trüffel als Dia-
mant der Küche bezeichnet. Da ihr Vorkommen recht
selten ist, stehen sie sehr hoch im Preise, und sie werden
daher vielfach verfälscht. So wird oft eine häufiger
vorkommende Pilzsorte, wie z. B. der Kartoffelbovist,
an ihre Stelle gesetzt. Durch Mikrophotographie des
Fruchtfleisches und der darin eingelagerten Sporen
lassen sich jedoch derartige Verfälschungen mit Sicher-
heit nachweisen und von der echten Trüffel unter-
scheiden. (*Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1913, S. 48.) S.

**Das sogenannte „Hochzeitskleid“ bei Süßwasser-
fischen.** Die verbreitete Annahme, daß die gelbroten
und roten Färbungen, welche bei manchen Süßwasser-
fischen zur Laichzeit am Bauch auftreten, ein auf das
Auge berechnetes „Hochzeitskleid“ darstellen, gründet
sich, wie *C. Heß* (*Zoolog. Jahrb. Abt. f. allgem. Zool.*
und Physiol. d. Tiere, Bd. 33, 1913, p. 387—401) aus-
führt, auf die folgenden drei Voraussetzungen: 1. die
psychologische Voraussetzung, daß die Weibchen, durch
die Farbe der Männchen beeinflusst, eine Wahl treffen,
2. die physiologische Voraussetzung, daß die Fische
einen dem unserigen vergleichbaren Farbensinn haben,
und 3. die physikalische Voraussetzung, daß die Farben,
die wir an den Fischen bei der Betrachtung in Luft
wahrnehmen, in gleicher Weise auch dann wahrgenom-
men werden können, wenn sich die Fische in den Was-
sertiefen befinden, in welchen sie zu laichen pflegen.
Trifft nur eine dieser Voraussetzungen nicht zu, so ver-
liert die Annahme eines, auf das Auge berechneten,
Hochzeitskleides ihre Berechtigung. *Heß* hat nun die
dritte dieser Voraussetzungen einer Prüfung unter-
zogen und gefunden, daß schon in einem Lichte, das
nur eine Wasserschicht von 6—8 m durchsetzt hat, das
menschliche Auge nicht mehr imstande ist, rote und
gelbe Farben zu unterscheiden, daß die derartig gefärb-
ten Flächen vielmehr grau erscheinen. Nun findet sich
die stärkste Rotfärbung am Bauch, also das schönste
„Hochzeitskleid“ unter allen Fischen Mitteleuropas beim
Königssee-Saibling, der in Tiefen von 20—80 m laicht.
Es ist aus physikalischen Gründen völlig ausgeschlossen,
daß selbst ein farbenächtiges Auge in diesen Wasser-
tiefen rote Farbentöne unterscheiden könnte. Daß auch
die physiologische Voraussetzung eines dem mensch-
lichen vergleichbaren Farbensinnes bei den Fischen
nicht zutrifft, hat *Heß* schon früher gezeigt. Die Bio-
logen werden sich also der bequemen Erklärung der
Fischfarben als „Schmuckfarben“ entöhnen müssen. P.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 33.

15. August 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Biologische Probleme. Von *Prof. Dr. Max Kasso-*
witz, Wien. S. 777.

Eine Methode zur Bestimmung des Alters einer
Fleischprobe. Von *Dr. Emil Lenk, Darmstadt.*
S. 780.

Gewerbliche Vergiftungen. Von *Privatdozent*
Dr. Rambousek, Prag-Smichow. (Schluß.)
S. 782.

Die periodisch verlaufenden chemischen Re-
aktionen und ihre Analogie mit biologischen
Vorgängen. Von *Prof. Dr. Robert Kremann,*
Graz. (Schluß.) S. 784.

Das Inulin und die Möglichkeit seiner technischen
Verwertung. Von *Privatdozent Dr. Viktor*
Grafe, Wien. S. 786.

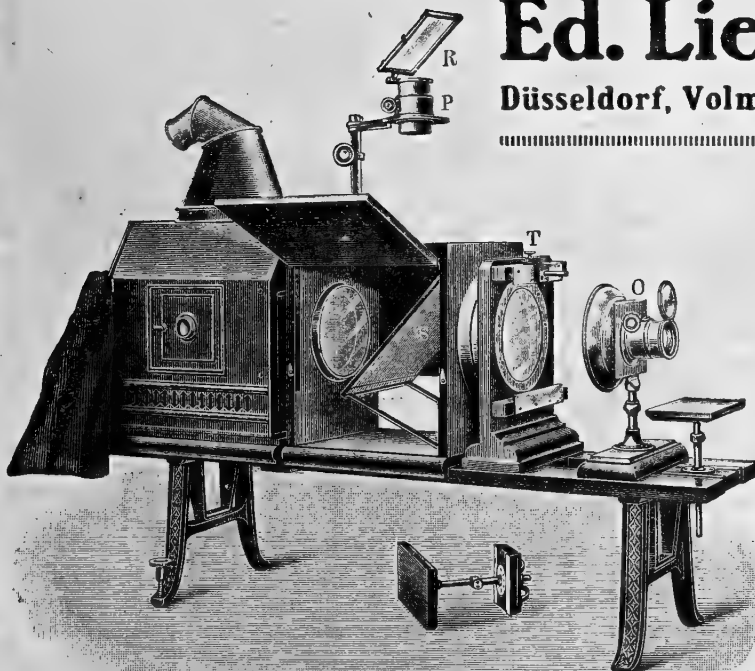
Über die Ausnutzung des atmosphärischen Stick-
stoffs auf natürlichem und künstlichem Wege.
Von *Dr. F. Marshall, Halle a. S.* S. 791.

Bergsons Philosophie und die biologische For-
schung. Von *Privatdozent Dr. Julius Schaxel,*
Jena. S. 795.

Besprechungen. S. 796.

Astronomische Mitteilungen. S. 799.

Kleine Mitteilungen. S. 800.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Hefen und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Hefes beträgt 60 Pf.

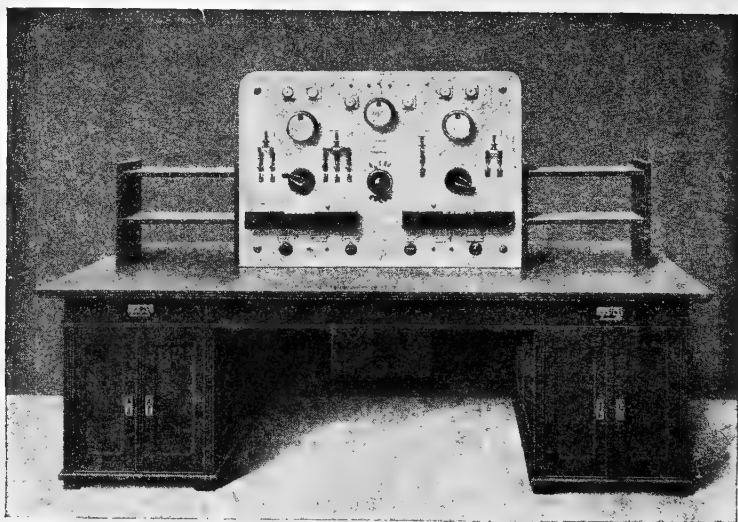
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 15 25 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

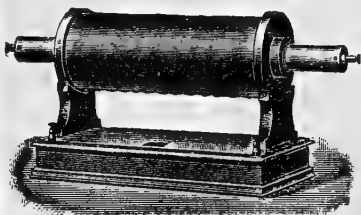
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Arbeitstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andersfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungsbedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Das Reizleitungssystem im Herzen.

Von **Professor Dr. Franz Külbs**, Berlin.

Mit 12 Textabbildungen. — Preis M. 2.—.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III — Julius Springer, Berlin W 9: Seite II u. III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite IV.

Biologische Probleme¹⁾.

Von Prof. Dr. Max Kassowitz, Wien.

Stickstoffausscheidung.

Vor kurzem wurde in dieser Wochenschrift (Nr. 13, S. 320) über den Befund von Harnstoff in Schimmelpilzen und in den Keimlingen höherer Pflanzen (Weizen, Erbsen, Mais usw.) referiert. Davon interessiert uns hier besonders die Tatsache, daß auch dieses einfach gebaute stickstoffhaltige Stoffwechselprodukt von der Pflanze nicht ausgeschieden, sondern offenbar, ebenso wie das komplizierter gebaute Asparagin, wieder synthetisch verwertet wird, während derselbe Harnstoff mit anderen nicht mehr assimilierbaren Stickstoffverbindungen von den Tieren während ihres ganzen Lebens nach außen abgegeben wird. Diese Stoffe sind alle noch verbrennbar und es geht daher durch ihre Ausscheidung dem Organismus fortwährend noch nicht ausgenützte chemische Spannkraft verloren, was allen denen zu denken geben sollte, die die Nahrungsstoffe als Energielieferanten nach ihrem Brennwert einschätzen, und als Gegenstück hierzu die hausälterische Sparsamkeit, mit der derselbe Organismus jedes Minimum von assimilierbarer Substanz (Bluteiweiß und Blutzucker) zurückhält. Dies geschieht aber nicht etwa deshalb, weil der Organismus oder seine, von manchen mit allen möglichen psychischen Fähigkeiten ausgestatteten Zellen sich dessen bewußt sind, daß sie mit der Entlassung dieser wertvollen Stoffe ihren Bedürfnissen wenig entsprechen würden; sondern es geschieht alles ganz unbewußt und rein mechanisch, indem das Protoplasma der Nierenepithelien durch seine assimilierende Tätigkeit dem vorbeifließenden Filtrate der Nierenkapseln alle assimilierbaren Stoffe bis auf die letzten Reste entzieht, während Harnstoff und ähnliche einfachere Stickstoffverbindungen nicht nur nicht assimiliert werden können, sondern sich auch noch als im Blute kreisende Protoplasmagifte durch die Nierenzellen hindurch ihren Weg nach außen erzwingen.

In bezug auf diese regelmäßige Stickstoffausscheidung des tierischen Organismus ist uns aber auch eine Reihe von merkwürdigen Tatsachen bekannt, die alle das miteinander gemein haben, daß sie für die stark verbreitete Annahme einer direkten Zersetzung der Nahrungsstoffe ohne die Intervention von Aufbau und Zerfall des Protoplasmas vollkommen unverständlich geblieben sind.

Die wichtigsten dieser Tatsachen sollen hier ganz kurz aufgeführt werden:

1. Im Gegensatz zu der Ausscheidung der Kohlensäure, die mit den Lebensäußerungen der Organismen und speziell mit ihrer Muskeltätigkeit genau parallel geht, bleibt die Stickstoffausscheidung bei

Ruhe und bei gewöhnlicher, nicht exzessiver Arbeit nahezu unverändert.

2. Die Vermehrung des Harnstickstoffes bei angestrengter und anhaltender Muskeltätigkeit, die als Nachwirkung auch noch in den ersten Ruhetagen andauert, kann durch massenhafte Zufuhr von Kohlehydraten ganz oder nahezu vermieden werden.

3. Wird Eiweiß allein in noch so großen Mengen verfüttert, so erscheint der ganze darin enthaltene Stickstoff nach wenigen Stunden in den Ausscheidungen. Dagegen wird ein Überschuß von Zucker nicht verbrannt und sein Kohlenstoff wird nicht als Kohlensäure ausgeschieden, sondern er bewirkt nur eine Vermehrung der Glykogen- und Fettreserve, zum Teil sogar innerhalb der arbeitenden Muskelmaschine selbst.

4. Bei Hunger dauert die Stickstoffausscheidung bis zum Tode fort. Gibt man Zucker und Fett ohne Eiweiß, so wird die Stickstoffausscheidung zwar vermindert, aber nicht aufgehoben, und das Leben wird bei vollständiger Entziehung des Eiweißes auch durch die reichlichste stickstofffreie Nahrung nur um wenige Tage verlängert.

5. Kleine Tiere haben einen lebhafteren Stoffwechsel als größere. Sie scheiden auf die Gewichtseinheit mehr Kohlensäure und mehr Stickstoff aus; aber die Vermehrung des ausgeschiedenen Stickstoffes ist relativ stärker als die Vermehrung der Kohlensäure.

Sehen wir nun, welche Stellung die Anhänger der direkten Zersetzung oder Verbrennung der Nahrungsstoffe zu diesen fundamentalen Tatsachen des tierischen Stoffwechsels einnehmen.

Wenn das arbeitleistende Protoplasma selbst stationär bleibt und es die Nahrung nur dazu benützt, um sich durch ihre Zersetzung die zu seiner Arbeit nötige Energie zu verschaffen, so bleiben für den auf keinerlei Weise ganz zu vermeidenden Stickstoffverlust nur zwei Erklärungen übrig. Entweder nützt sich die aus Eiweiß aufgebaute Maschine bei ihrer Arbeit bis zu einem gewissen Grade ab und dieser „Abnützungsquotient“ muß immer wieder durch Nahrungseiweiß ersetzt werden; oder es rührt der unvermeidliche Stickstoffverlust — wie andere glauben — von der Abstoßung der Epidermidalgebilde und der aus unbekannten Gründen erfolgten Mauserung der Blutkörperchen her. Es ist aber leicht einzusehen, daß beide Erklärungen mit unmöglichen Voraussetzungen operieren und der Mehrzahl der früher aufgezählten Tatsachen nicht gerecht werden können.

Was zunächst die Abnutzungshypothese anlangt, so bliebe es für sie ganz unbegreiflich, wieso der Abnützungsquotient an den arbeitsfreien Tagen genau so groß sein kann, wie an den Arbeitstagen. Es könnte doch für die Abnutzung der Muskelmaschine nicht gleichgültig sein, daß in dem einen Falle die ganze willkürliche Muskulatur nahezu untätig ist, während sie in dem anderen Falle mehrere Stunden

¹⁾ Siehe Heft 1, 6, 13 und 18.

hindurch Arbeit leistet. Ebensovienig können wir aber verstehen, wie die durch angestrenzte Arbeit wirklich gesteigerte Stickstoffausscheidung, wenn sie durch eine stärkere Abnützung der aus Eiweiß zusammengesetzten Muskelmaschine verursacht sein soll, durch massenhafte Zufuhr von Zucker so wesentlich herabgemindert werden kann. Nach der katabolischen Auffassung soll ja der im Übermaß verzehrte Zucker zumeist in der Muskelmaschine verbrannt werden und niemand wird uns glauben machen können, daß eine Wärmekraftmaschine weniger abgenützt wird, wenn mehr Heizmaterial in ihr verbrannt wird, daß sie dagegen eine stärkere Abnützung erfährt, wenn sie nicht überheizt wird.

Ganz rätselhaft bliebe auch für die Abnützungstheorie die sogenannte Luxuskonsumption des Eiweißes, die sich darin ausdrückt, daß auch die größte Eiweißmenge, soweit sie überhaupt noch durch die Verdauungsorgane bewältigt werden kann, in der kürzesten Zeit vollständig zersetzt wird. Da das natürlich nichts mit der Ausbesserung der Maschine zu tun haben kann, müßte man dasselbe Eiweiß, das sonst zum Aufbau und zur Reparatur der Maschine dienen soll, nun auf einmal zur Heizung der Maschine verwenden lassen. Aber diese massenhafte Zersetzung von Eiweiß erfolgt auch in dem nicht arbeitenden Organismus, wo von einem so großen Verbrauch von Heizmaterial nicht die Rede sein kann, und sie erfolgt auch in nicht viel geringerem Maße bei Gegenwart der viel besseren stickstofffreien Brennstoffe (Zucker oder Fett), die in diesem Falle von der Maschine verschmätzt werden und nur das Reservelager bereichern. Das außerhalb des Körpers so schwer verbrennbare Eiweiß wird also im lebenden Organismus in der kürzesten Zeit bis auf den letzten Rest zersetzt und die sonst viel leichter verbrennbaren Fette und Zuckerstoffe bleiben verschont. Das könnte wieder nicht auf natürlichem Wege, nicht nach den uns bekannten chemisch-physikalischen Gesetzen vor sich gehen, sondern nur durch ein geheimnisvolles Wahlvermögen der Zellen, das in diesem Falle um so geheimnisvoller wäre, als wir für die Bevorzugung des schlechteren Brennstoffes vor den besseren keinerlei Verständnis aufbringen könnten.

Noch schlimmer steht es mit der Zurückführung des „Abnützungsquotienten“ auf den Verlust von Haaren, Hautschüppchen, Darmepithelien und anderen mikroskopischen Formelementen. Ist dieser Verlust bei angestrenzter Muskularbeit um so vieles größer als bei Ruhe und bei mäßiger Arbeit? Und wenn er größer wäre, könnte er durch reichlichen Zusatz von Zucker zur Nahrung vermindert werden? Verstehen wir dabei die fast unbeschränkte Zersetzung von Nahrungseiweiß und den bedeutend stärkeren Stickstoffverlust der kleineren Tiere? Niemand wird in Zweifel darüber sein, daß diese Fragen nur verneint werden können.

Ganz anders stehen wir den Tatsachen des Stickstoffwechsels auf der Basis der metabolischen Auffassung der Stoffzersetzung gegenüber, die außer den präparatorischen Fermentspaltungen der komplizierteren Nahrungs- und Reservestoffe keine direkte Zersetzung oder Verbrennung der dabei ge-

wonnenen Spaltprodukte (Albumosen, Peptone, Fettsäuren, Traubenzucker usw.) anerkennen kann, sondern diese immer nur zur Synthese vielatomiger und überaus zersetzlicher Protoplasmamoleküle verwenden läßt und daher auch alle Produkte des Stoffwechsels, ob sie nun im Körper verbleiben (Serumeiweiß, arteigene Neutralfette, Glykogen) oder nach außen als Sekrete (Milch- oder Samenbestandteile) oder als Exkrete (Kohlensäure, Harnstoff und andere Harnbestandteile) abgegeben werden, immer nur aus dem Zerfall der labilen chemischen Einheiten des Protoplasmas abstammen lassen. Diese Auffassung hat schon den einen großen Vorteil, daß man dabei nur mit bekannten und sicher existierenden Faktoren zu rechnen hat, nämlich mit dem Aufbau von lebender Substanz auf Kosten lebloser Stoffe und mit dem Zerfall derselben in leblose Zerfallsprodukte. Wenn ein Tier oder eine Pflanze aus einem winzigen Keim zu einem ausgewachsenen Individuum heranwächst, so wissen wir ganz bestimmt, daß große Massen von neuem Protoplasma auf Kosten der Nahrung gebildet worden sind, und dasselbe ist sicher der Fall, wenn ein halb verhungertes und aufs äußerste abgemagertes Tier bei reichlicher Nahrung die verloren gegangenen Protoplasmateile wieder ersetzt. Und wenn bei Hunger bis zum Tode Stoffwechselprodukte ausgeschieden werden oder wenn der Tod auf andere Weise herbeigeführt wird, dann wissen wir wieder ganz bestimmt, daß wenigstens ein Teil der Ausscheidungen von verloren gegangenen Protoplasma herrühren muß und daß im Momente des Absterbens an die Stelle des lebenden Protoplasmas tote Zerfallsprodukte seiner zersetzlichen Moleküle getreten sind. Dagegen bewegt man sich mit der Annahme einer direkten Verbrennung von Zucker und Fett und einer Umwandlung von Eiweiß in Harnstoff, Harnsäure und andere niedere Stickstoffverbindungen ausschließlich auf dem Gebiete der Hypothese, und es würde daran wenig geändert werden, wenn solche Oxydationen und Umsetzungen außerhalb des Organismus durch Fermente oder durch verwickelte chemische Prozeduren bewerkstelligt werden könnten, wozu allerdings vorläufig noch geringe Aussicht vorhanden ist. Von einer hypothetischen Vorstellung muß man aber verlangen, daß sie uns einen Einblick in die kausale Verkettung gewisser Beobachtungstatsachen verschafft und daß sie dabei niemals mit sichergestellten Tatsachen in Widerspruch gerät; und wir haben früher gesehen, daß die Hypothese der direkten, wenn auch schrittweise erfolgenden Zersetzung von Nahrungseiweiß in die stickstoffhaltigen Ausscheidungsprodukte diesen Forderungen keineswegs gerecht wird. Und dasselbe werden wir in dem nächsten Artikel über die Hypothese der direkten Verbrennung von Zucker und Fett nachweisen können.

Wird aber Eiweiß immer nur zur Bildung der stickstoffhaltigen Komplexe von Protoplasmamolekülen verwendet, die außerdem auch andere Atomgruppen enthalten, zu deren Bildung Zucker oder Fett und die anorganischen Nahrungsstoffe verwendet werden, dann sind wir aus verschiedenen

Gründen genötigt, zweierlei Arten des Protoplasmazerfalles anzunehmen. Schon die eine fundamentale Tatsache, daß der Kohlenstoff der stickstofffreien Nahrung bei lebhafter Muskeltätigkeit alsbald in der ausgeatmeten Kohlensäure zum Vorschein kommt, dagegen bei Muskelruhe sich im Leber- und Muskelglykogen und eventuell auch im Reservefett ablagert, zwingt uns anzunehmen, daß die Protoplasmamoleküle, wenn ihnen stärkere Reize auf den Nervenbahnen zufließen, unter Verbrennung ihrer stickstofffreien Atomkomplexe zerfallen; daß sie aber beim Ausbleiben dieser Art von Reizen auch nicht beständig sind, sondern durch Wachstumsdruck oder durch lokale Erschütterung oder ähnliche schwächere Einwirkungen zum Zerfall gebracht werden, der aber insofern zu einem anderen Resultate führt, als jetzt die stickstofffreien Komplexe nicht verbrennen, sondern als Glykogen oder als Neutralfett abgespalten werden. Da wir aber auf der anderen Seite wissen, daß durch die Muskelarbeit nur die Ausscheidung der Kohlensäure, nicht aber die des Harnstoffes gesteigert wird, während Glykogenbildung in der Leber immer mit vermehrter Harnstoffbildung einhergeht, so müssen wir wieder zu dem Schlusse gelangen, daß bei jenem Modus des Zerfalles, bei dem die stickstofffreien Gruppen verbrannt werden, die stickstoffhaltigen Komplexe wenigstens zum großen Teile — bis auf geringe Abfälle von Harnstoff oder Harnsäure — in Form von Serumeiweiß abgespalten werden und so zum Wiederaufbau der zerstörten Moleküle verwendet werden können. Im Gegensatz zu dieser Art des Zerfalls, den wir als den *aktiven* bezeichnen, weil er mit mechanischer Arbeitleistung, Wärmebildung und anderen auffallenden Erscheinungen einhergeht, können offenbar die eiweißartigen Komplexe der Protoplasmamoleküle bei dem *inaktiven* Zerfall der letzteren, der die stickstofffreien Komplexe als Glykogen oder Fett abspaltet, nicht in Zusammenhang bleiben, und der in ihnen enthaltene Stickstoff geht dabei in nicht assimilierbare Zerfallsprodukte über, die überdies gegen das reizbare Protoplasma nicht mehr indifferent sind und daher durch die Niere ausgeschieden werden.

Unter gewöhnlichen Umständen, bei Muskelruhe oder bei gewöhnlicher Arbeit, müssen sich nun die Folgen dieser beiden Vorgänge in bezug auf die Stickstoffausscheidung gegenseitig kompensieren. Bei jeder einzelnen Muskelkontraktion würden kleine Mengen von Harnstoff abgespalten, die sich aber durch häufige Wiederholung zu einem ansehnlichen Betrage summieren. Zum Ersatz für diese Verluste würde das Nahrungsweiße verwendet und es bliebe daher nicht viel für die glykogen- und fettabsplattendes Protoplasmen übrig, die deshalb auch nicht viel Harnstoff liefern könnten. Anders in den Arbeitspausen und namentlich während der Nachtruhe, wo die Muskelreize und der durch sie hervorgerufene aktive Protoplasmazerfall so bedeutend reduziert sind. Erstens bliebe jetzt mehr Material übrig für die Bildung von Leberprotoplasma mit darauf folgendem inaktivem Zerfall und jedesmaliger *reichlicher* Harnstoff-

absplattung; und außerdem würde das Muskelprotoplasma selbst, wenn die Reize ausbleiben, inaktiv unter Abspaltung von Glykogen und Harnstoff zerfallen. Das Resultat in bezug auf Stickstoffausscheidung bliebe also in beiden Fällen ungefähr das gleiche.

Diese kompensierende Ausgleichung wird aber bei angestrenzter Arbeit in empfindlicher Weise gestört. Der aus dem aktiven Zerfall herrührende „Arbeitstickstoff“ wird, entsprechend den viel häufigeren Muskelkontraktionen, bedeutend vermehrt; aber der aus dem inaktiven Zerfall stammende „Umsatzstickstoff“ wird jetzt nicht nur nicht weniger, sondern er muß ebenfalls in reichlicherem Maße abfallen, weil der Nahrungszucker zur Rekonstruktion der bei jeder Kontraktion verbrannten stickstofffreien Komplexe nicht mehr ausreicht und daher der Blutzucker und in zweiter Linie die zu seinem Ersatz dienende **Glykogenreserve** herangezogen werden muß. Diese Reserve wird aber, solange noch Material dazu vorhanden ist, immer wieder ersetzt. Wenn nicht Eiweiß, Zucker und Fett der Nahrung zur Verfügung stehen, wird das Eiweiß der Blutkörperchen mit dem Reservefett zur Bildung von neuem, glykogenbildendem Protoplasma herangezogen, und dieses zerfällt dann wieder unter Abspaltung von Glykogen und reichlichem Harnstoff. Deshalb führt beim hungernden Tier schon eine mäßige Muskelarbeit eine deutliche Steigerung der Stickstoffausscheidung herbei, weil hier die Umsetzung der Reservestoffe in Blutzucker durch Vermittlung von Aufbau und Zerfall der glykogenabsplattendes Protoplasmen in viel reichlicherem Maße erfolgt, als wenn ein Teil des notwendigen Zuckers mit der Nahrung geliefert wird. Und deshalb kann man auch bei angestrenzter Arbeit der Vermehrung der Stickstoffausscheidung vorbeugen durch reichliche Zufuhr von Zucker oder von zuckerbildenden Substanzen.

Sehr belehrend sind hier die Verhältnisse bei den kleinen Tieren im Vergleich zu den großen. Wir wissen, daß sie in derselben Zeit nicht nur mehr Herzkontraktionen und mehr Atembewegungen ausführen, sondern daß auch ihre willkürlichen Bewegungen (beim Laufen, Fliegen, Schwimmen usw.) in viel rascherem Tempo vor sich gehen als bei den großen. Die Erklärung hierfür liegt, wie bei einer anderen Gelegenheit eingehender begründet werden soll, in der viel kürzeren Weglänge, welche der die Bewegungen auslösende Nervenprozeß vom Zentrum zur Peripherie und umgekehrt zurückzulegen hat. Da also hier die Zahl der Muskelkontraktionen nicht nur bei außerordentlicher Anstrengung, sondern bei jeder Art der Betätigung größer ist, und da selbst während der Nachtruhe das Herz und die Atemmuskeln um so vieles häufiger in Anspruch genommen werden, so begreifen wir ohne weiteres, daß nicht nur mehr Kohlensäure auf die Gewichtseinheit ausgeschieden wird, sondern daß auch die Summe von Arbeitstickstoff und Umsatzstickstoff bei den kleinen Tieren relativ größer ausfällt als bei den großen. Daß aber der Unterschied beim Stickstoff noch

größer ist, als bei der Kohlensäure, beweist uns, daß an der Steigerung nicht nur der Arbeitstickstoff, sondern auch der Umsatzstickstoff beteiligt ist. Wenn nur die beim aktiven Protoplasmazerfall abfallenden Splitter von nicht mehr assimilierbaren Stickstoffverbindungen entsprechend den häufigeren Wiederholungen der Muskelzusammenziehungen vermehrt wären, dann dürfte die Ausscheidung des Stickstoffs bei den kleinen Tieren nur in gleichem Maße vermehrt sein wie die der Kohlensäure, die ebenfalls aus dem aktiven Zerfall herrührt. Die noch stärkere Vermehrung des ausgeschiedenen Stickstoffes belehrt uns aber, daß bei den kleinen Tieren auch der von der Glykogenabspaltung herrührende Umsatzstickstoff vermehrt ist, was wieder nur durch die stärkere Inanspruchnahme des Blutzuckers und der Glykogenreserve infolge der größeren Frequenz der Muskelzusammenziehungen erklärt werden kann.

Aber auch die sogenannte Luxuskonsumption von Eiweiß, worunter man die Zersetzung jeder beliebigen Menge von Nahrungseiweiß versteht, bereitet der metabolischen Auffassung des Stoffwechsels keine Schwierigkeit, während alle Theorien, die mit einer einfachen Umwandlung von Eiweiß in Harnstoff und andere stickstoffhaltige Auswurfstoffe operieren, sich vergeblich an ihr abgemüht haben. Wenn alle Nahrungstoffe zum Aufbau von Protoplasma verwendet werden und die Protoplasmamoleküle nicht aus Eiweiß allein bestehen, sondern neben eiweißartigen Komplexen auch ausgedehnte stickstofffreie Atomgruppen enthalten, die bei gemischter Kost aus Zucker oder Fett hergestellt werden, dann kann ein überschüssiger Eiweißgehalt der Nahrung nur in der Weise zur Protoplasmabildung dienen, daß an Stelle des fehlenden oder in ungenügender Menge gebotenen Zuckers oder Fettes der Nahrung der *Blutzucker* zur Bildung der stickstofffreien Komplexe der neu zu bildenden Protoplasmamoleküle herangezogen wird. Der Zuckergehalt des Blutes bleibt aber durch eine verwickelte Einrichtung, mit der wir uns auch noch einmal beschäftigen werden, immer konstant; und zwar wird seine Verminderung dadurch hintangehalten, daß jede Entnahme von Blutzucker von der Verzuckerung einer entsprechenden Menge von Leberglykogen gefolgt ist. Die Lücke, die das aus der Leber entnommene Glykogen hinterläßt, wird aber alsbald wieder durch neues Leberprotoplasma ausgefüllt, das dann, wie immer, unter Abspaltung von Glykogen und Harnstoff zerfällt; und dieses neue Protoplasma kann sich wieder nur aus dem überschüssigen Nahrungseiweiß und der entsprechenden Menge von Blutzucker herausbilden. Dieses Wechselspiel von Protoplasmaaufbau aus Nahrungseiweiß und Blutzucker und von Protoplasmazerfall unter Abgabe von Glykogen und Harnstoff kann sich noch so lange wiederholen, bis alles Nahrungseiweiß zur Synthese von Leberprotoplasma verbraucht und der ganze in ihm enthaltene Stickstoff infolge des Protoplasmazerfalls durch die Niere ausgeschieden ist. Aber die auf diese Weise vor sich gehende Eiweißzersetzung ist in Wahrheit keine Luxuskonsumption und keine Verschwendung

eines sonst vorzüglichen Nahrungstoffes, weil auf diese Weise die stickstofffreien Atomgruppen des Eiweißmoleküls an die Stelle des in der Nahrung fehlenden Zuckers (oder Fettes) treten und zur Rekonstruktion der bei der Muskelarbeit zerstörten Protoplasmamoleküle verwendet werden.

Eine eingehende Darlegung dieser komplizierten Verhältnisse nebst zahlreichen Literaturangaben findet sich im ersten und dritten Bande meiner Allgemeinen Biologie.

Eine Methode zur Bestimmung des Alters einer Fleischprobe.

Von Dr. Emil Lenk, Darmstadt.

Im Heft 4 (d. J.) dieser Zeitschrift wurde eine einfache Methode angegeben, um den Eintritt des Todes bei tierischen und pflanzlichen Kolloiden zu bestimmen. Es hat sich gezeigt, daß die Beobachtungen der Gewichtsveränderungen, welche ein Fleischwürfel in Wasser oder in einer Neutralsalzlösung erfährt, es gestattet, Zustandsänderungen zu erkennen, welche sich sonst der Wahrnehmung entziehen und weder auf chemischem noch auf mikroskopischem Wege erkannt werden können. Es lag also wohl nicht allzuferne, diese Methoden den praktischen Zwecken der Fleischuntersuchung nutzbar zu machen.

Legt man einen Fleischwürfel ins Wasser, der einem ganz frischen Muskel entnommen wurde und bestimmt von Zeit zu Zeit das Gewicht dieses Fleischstücks, so ist bis ca. zur 30. Stunde nach Eintritt des Todes des betreffenden Tieres, dem das Muskelstück entnommen wurde, eine stete Gewichtszunahme zu bemerken, nach welcher Zeit dann der Muskel nicht nur sein gesamtaufgenommenes Wasser wieder abgibt, sondern auch einen Teil des Wassers, das er an und für sich enthielt. Diese Quellungskurven, die von Fürth und Lenk zum ersten Male beobachteten, sind mit dem Eintritt der Totenstarre und ihrer Lösung in Einklang gebracht worden. Der Aufstieg der Quellungskurve entspricht einer Wasseraufnahme der Biokolloide, die von der nach Eintritt des Todes sich bildenden Milchsäure verursacht wird. Die physiologische Totenstarre ist also ein Quellungsprozeß. Nach und nach konzentriert sich die Milchsäure im Muskel und bringt die Eiweißstoffe zur Ausflockung; ausgeflocktes Eiweiß ist nicht imstande, das Quellungswasser zu halten. Es wird daher abgegeben, und dieser Entquellungsprozeß entspricht der Lösung der Totenstarre.

Der Verlauf der Quellungskurve wird selbstverständlich durch das Medium, in welchem die Quellung erfolgt, beeinflusst. Wir wissen, daß der osmotische Druck innerhalb des lebenden Tierkörpers annähernd demjenigen einer physiologischen etwa 0,9- bis 1prozentigen Kochsalzlösung gleich kommt. Durch neuere Versuche, die von Fürth und Lenk anstellten, wurde nun gezeigt, daß unter dem Einflusse der postmortalen Säurebildung die osmotischen Verhältnisse einen totalen Umsturz erfahren. Wird die Veränderung des osmo-

tischen Druckes verschieden alter Fleischproben mit verschiedenen konzentrierten Kochsalzlösungen gemessen, so gewinnen wir dadurch einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Quellkraft eines Muskels von bestimmtem Alter. Werden die prozentigen Gewichtsveränderungen, also die Gewichtszunahme oder -abnahme des Muskels als Ordinate, der Prozentgehalt der angewendeten Kochsalzlösung als Abszisse aufgetragen, so erhalten wir eine Kurve, die ein neues Bild des physikalisch-chemischen Zustandes der untersuchten Fleischprobe bietet. Während der osmotische Druck des lebenden Muskels, wie früher erwähnt, ca. einer 1prozentigen Kochsalzlösung entspricht, ist beim abgelagerten, käuflichen Rindfleisch erst eine 25–30 prozentige Kochsalzlösung imstande, dem osmotischen Druck dieser Fleischprobe gleichzukommen. Einige Beispiele mögen dies illustrieren:

Hasenfleisch, das über ein Jahr bei -10° aufbewahrt wurde.

Die Erklärung dieser Tatsache ist mit der Bildung der Säureeweißstoffe in Zusammenhang zu bringen, welche durch die sofort nach Eintritt des Todes erfolgte Milchsäurebildung zustande kommt. Nun hat *Pauli* gezeigt, daß Säureeweiß, das sich im Zustande der Quellung befindet, durch Neutralsalze zur Entquellung gebracht werden kann. Meiner Ansicht nach ist eine dem Alter des Muskels entsprechende konzentrierte Kochsalzlösung als Maßstab seines osmotischen Druckes deshalb nötig, weil die Konzentration der Milchsäure eine verschiedene ist. Je mehr Milchsäure vorhanden ist, desto mehr Wasser nimmt der Muskel aus dem Außenmedium auf und es ist deshalb eine desto konzentriertere Kochsalzlösung nötig, um die Quellung des Muskels zu unterdrücken. Man könnte nun annehmen, daß

Die Quellungsversuche, die die Fig. 1–4 wiedergeben, sind an Rindfleisch vorgenommen worden, und zwar:

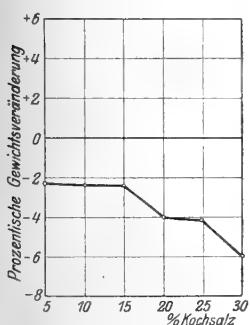


Fig. 1
5 Std. nach dem Tode

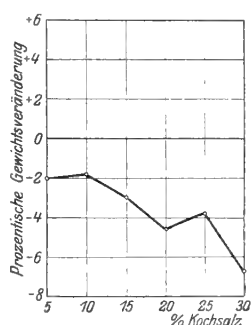


Fig. 2
1 Tag nach dem Tode

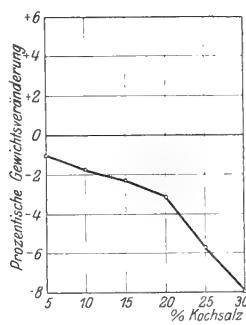


Fig. 3
2 Tage nach dem Tode

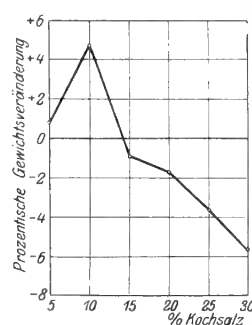


Fig. 4
5 Tage nach dem Tode

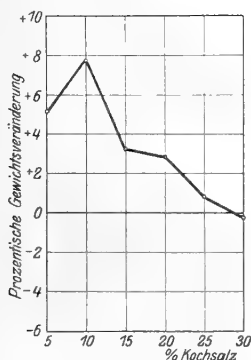


Fig. 5

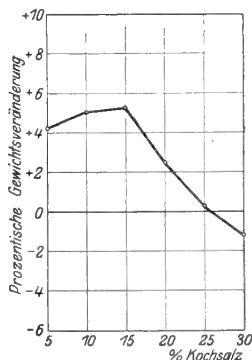


Fig. 6

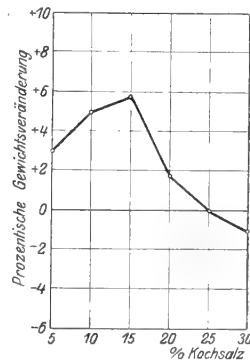


Fig. 7

Der Quellungsversuch der Fig. 5 an künstlich abgelegtem Rindfleisch, der Fig. 6 an argentinischem Fleisch und der Fig. 7 an Rebhuhnfleisch, das über 1 Jahr bei -10° aufbewahrt war.

Der osmotische Druck eines z. B. fünf Tage alten Rindfleisches entspricht dem einer rund 1,5prozentigen Kochsalzlösung. Je älter das Fleisch, einer desto konzentrierteren Kochsalzlösung bedarf es, um dem osmotischen Druck des Muskels Widerstand zu leisten. So wurden verschiedene Fleischarten von verschiedenem Alter auf ihren osmotischen Druck geprüft, und auch außerdem gefrorene Fleischsorten, wie einige Monate altes argentinisches Fleisch, sowie Rebhuhn und

man das Alter einer Fleischprobe mittelst einfacher Säurebestimmungen des Muskels bestimmen kann, die durch Auskochen des Muskels und nachmalige Säuretitration ausgeführt werden könnte. Es hat aber *Mondschein* im Fürth'schen Institut gezeigt, daß ein Teil der im Muskel zur Entwicklung gelangenden Milchsäure auch bei völliger Erschöpfung des Muskels mit kochendem Wasser im Gewebe infolge Säureeweißbildung gebunden bleibt, und gerade dieser Anteil dürfte es sein, der das Quellungs-

vermögen der organisierten Eiweißmasse in mächtiger Weise beeinflusst.

Diese Untersuchungen sind für die Nahrungsmitteluntersuchung von großem Werte und auch eine Verwendung derselben zu forensisch-chemischen Zwecken ist naheliegend. Denn wir hatten z. B. bis jetzt keine Methode, das genaue Alter einer Leiche zu erfahren.

Gewerbliche Vergiftungen.

Von Privatdozent Dr. Rambousek, Prag-Smichow.

(Schluß.)

II. Spezieller Teil.

Wir folgen dabei einer Einteilung, welche sich aus dem im Beginn unserer allgemeinen Erörterung Gesagten ergibt und welche sowohl auf das physiologische als das chemische und das technische Moment Rücksicht nimmt und auf diese Weise möglichst natürliche Klassen bilden soll; hierbei wollen wir alle weitläufigen technischen Erörterungen vermeiden.

Zu der Gruppe der gewerblichen *Reiz- und Ätze* zählen die Mineralsäuren (Salzsäure, Fluorwasserstoff, Schwefel- und schweflige Säure, Salpeter- und salpeterige Säure), ferner die Halogene (Chlor, Brom und Jod) und die Alkalien (Ammoniak und Alkali-Hydroxyde). — *Mineralsäuren und Laugen* können im flüssigen bzw. gelösten Zustande schwere Oberflächenverätzungen hervorrufen, außerdem kommen sie, wie auch die Halogene, insbesondere Chlor, als gasförmige Ätze in Betracht, welche schon in sehr niedrigen Konzentrationen (einige Volumpromille) in der Luft enthalten, mehr oder minder schwere Verätzungen und Reizzustände der Atemorgane und Entzündungen der Luftwege und der Lungen hervorrufen können. Die Gefahr der Säurevergiftung und Verätzung ergibt sich vornehmlich in der Säureindustrie, ferner bei der Erzeugung von Salzen (auch Soda nach dem *Leblanc*-Prozeß), ferner kann es überall dort zur Säurevergiftung kommen, wo Säuren verwendet werden oder als Nebenprodukte in der Industrie entstehen. Beides ist häufig genug der Fall. Sowohl Schwefelsäure als Salpetersäure und Salzsäure finden die weitgehendste Verwendung in Industrie und Gewerbe. So wird z. B. die Salpetersäure in großen Mengen zur Bildung von Sprengmitteln und ferner zur Erzeugung der Vorstufen zur Teerfarbenfabrikation aus dem Benzol verwendet. Fluorwasserstoffsäure dient zum Glasätzen und entsteht in großen Mengen bei der Erzeugung von Superphosphat (Kunstdünger); außerordentlich große Mengen von schwefeliger Säure entwickeln sich bei den vorbereitenden Arbeiten der Metallurgie, insbesondere beim Abrösten von Erzen (z. B. Schwefelkies, Blende u. a.), ferner bei der Erzeugung von Ultramarin und zahlreichen anderen chemischen Prozessen. Wie erwähnt, wirken schon kleine Mengen gasförmiger Säure, die in der Luft enthalten sind, schädlich; bei den meisten Säuren kann es jedoch

zu Einatmung größerer Giftmengen deshalb nicht kommen, weil sich infolge der heftigen Reizung der Schleimhaut der Atemwege sofort kräftiger Husten, gegebenenfalls sogar Stimmritzenverschluß ergibt, wodurch ein längeres Aufhalten in der gefährlichen Atmosphäre unmöglich wird. Ähnlich verhält es sich mit den Halogendämpfen, von denen Chlor in der Industrie die größte Rolle spielt, welches in großen Mengen erzeugt und zur Chlorkalkdarstellung, ferner in der Bleicherei und in der chemischen Großindustrie verwendet wird. — Eine Ausnahme von dieser gewöhnlichen Wirkung saurer Dämpfe machen die bekannten braunroten Dämpfe von Untersalpetersäure, die sich entwickeln, wenn Salpetersäure mit organischer Substanz zusammenkommt, wozu insbesondere beim zufälligen Ausrinnen von Salpetersäure reichlich Gelegenheit ist. Der Arbeiter, der solche Dämpfe zufällig eingeatmet hat, bleibt zunächst frei von Vergiftungserscheinungen, erst nach einigen Stunden, meist in der darauffolgenden Nacht, stellen sich Brustschmerzen, furchtbare Atemnot, Bewußtlosigkeit ein, welche unter den Anzeichen schwerer Lungenentzündung meist schnell zum Tode führen. Es sei daher vor diesen Dämpfen ganz besonders gewarnt. — Der Schutz vor den Wirkungen der Gifte dieser Gruppe ergibt sich aus den von uns früher erörterten allgemeinen Grundzügen der Schutzmaßnahmen gegen gewerbliche Gifte, indem es hier vor allem notwendig ist, daß das fabrikatorische System und die Lagerapparate derart beschaffen seien, daß die Ätze weder im gasförmigen, noch im flüssigen Zustande entweichen können.

Während für die Gruppe der Ätze somit vornehmlich akute Vergiftungen charakteristisch sind, wird die Gruppe der *metallischen* gewerblichen Vergiftungen dadurch gekennzeichnet, daß die Metallgifte zu chronischen Störungen mit intensiver Beeinträchtigung des allgemeinen Ernährungszustandes und des Nervensystems Veranlassung geben. Die Hauptvertreter dieser Gruppe sind das Blei und das Quecksilber. — Die chronische gewerbliche *Bleivergiftung* spielt unter den gewerblichen Vergiftungen die größte Rolle. Überall, wo Blei und Bleiverbindungen verwendet werden, kann diese gefährliche Gewerbekrankheit vorkommen. Man zählt gegen 150 gewerbliche Betriebsarten, in welchen Bleivergiftungen zustande gekommen sind. Vor allem sind dieser Gefahr ausgesetzt: Bleihüttenarbeiter, die in Bleiweiß- und sonstigen Bleifarbenfabriken Beschäftigten, Maler und Anstreicher, die Bleifarben verwenden, Letterngießer und Setzer, Arbeiter in Akkumulatorenwerken, Patronen- und Schrotwerken, ferner die Töpfer und Tonwarenerzeuger, die mit Bleiglasuren hantieren. Aber auch dort, wo die Verwendung des Bleis keine so wichtige Rolle spielt, kann es durch Entwicklung von bleihaltigem Staub zu schweren Bleivergiftungen kommen; solche wurden z. B. bei Feilhauern und Papiermanschettenerzeugerinnen festgestellt, die bleihaltige Unterlagen bei ihrer Beschäftigung verwenden. Die Bleivergiftung ist der Typus der chronischen gewerblichen Staubvergiftung, deren Entstehung wir bei unseren allgemeinen

Erörterungen charakterisiert haben. Wird diese Erkrankung nicht frühzeitig genug erkannt und der Kranke dem gefährlichen Berufe entzogen, entwickelt sie sich zu einem qualvollen, schweren Leiden. Die ersten Anzeichen sind in der Regel das Auftreten eines schwarzen Saumes am Zahnfleischrand und gewisse Veränderungen im Blut, welche ein charakteristisches, bleiches Aussehen des Kranken bedingen; im weiteren Verlaufe der Erkrankung kommt es zu Kolikanfällen (Unterleibschmerzen von außerordentlicher Heftigkeit), später zu eigenartigen Lähmungen bestimmter Muskelgruppen, insbesondere der Strecker des Vorderarms, wodurch die Hand dann kraftlos herabhängt und nicht mehr gehoben werden kann. Bei den schwersten Formen der Bleivergiftung entwickeln sich schließlich schwere Veränderungen des zentralen Nervensystems und dauerndes Siechtum, welches unter allgemeiner Entkräftung und geistiger Umnachtung durch Gehirnleiden zum Tode führt. — Es bedarf wohl nicht der Erwähnung, daß sich die öffentlichen Arbeiterschutzmaßnahmen und auch die internationalen Bestrebungen in dieser Richtung vor allem mit der Bekämpfung der weit verbreiteten Bleivergiftung beschäftigen. Gerade hier kann durch entsprechende Belehrung der Arbeiterschaft und strenge Reinlichkeitspflege, abgesehen von den technischen Schutzmaßnahmen, am meisten geleistet werden. — Neben dem Blei spielt als Metallgift vor allem das *Quecksilber* eine Rolle. Auch die chronische Quecksilbervergiftung bewirkt zunächst Zerstörungen der Mundschleimhaut, mehr oder minder schwere Nervenerscheinungen, heftiges Zittern und schließlich allgemeines Siechtum. Die Erkrankung droht dem Quecksilberhüttenmann, aber auch allen Arbeitern, die mit Quecksilber und Quecksilberverbindungen hantieren. Früher war diese Vergiftung unter den Quecksilberspiegelbelegern sehr verbreitet, doch ist das Quecksilberamalgamierungsverfahren bei der Spiegelerzeugung jetzt verlassen und damit das Übel behoben. Anders in der Hutmacherei, beziehungsweise bei deren Vorarbeiten, der Hasenhaarschneiderei; hier wird noch immer quecksilberhaltiges Material als *Beize* verwendet, was mitunter recht schwere Quecksilbervergiftungen unter den Arbeitern bedingt. Im allgemeinen ist aber, dank den umfassenden hygienischen Maßnahmen, die Quecksilbervergiftung selten geworden, was auch von der Quecksilberverhüttung gilt.

Die Gruppe des *Arsens* und *Phosphors* umfaßt Gifte, die chronische Stoffwechselstörungen hervorrufen. Unter den Arsenverbindungen muß aber der Arsenwasserstoff von hier ausgeschieden werden, da dieser zu der Gruppe der Blutgifte gehört. — Das metallische *Arsen* und seine oxydischen Verbindungen (Sauerstoffverbindungen) bedingen chronische gewerbliche Vergiftungen, die mit Verdauungsstörungen und nervösen Erscheinungen (Lähmungen und ähnlichem) einhergehen und in schweren Fällen zu Kräfteverfall und Störungen der Funktionen des zentralen Nervensystems führen. Schwere Arsenvergiftungen sind selten, sie betreffen wohl meist nur Arbeiter in Arsenhütten

(sogenannten Gifthütten, Giftkammern), in denen Arsenik erzeugt wird. Der Allgemeinwirkung des Arsens gegenüber sticht die chronische *Weißphosphorvergiftung*, welche in den Phosphorzündhölzchenfabriken vorgekommen ist, mit einem ganz charakteristischen, besonderen Erkrankungsbilde ab. Dieses Leiden besteht in einem durch die allmähliche Aufnahme von Phosphordämpfen bewirkten Absterben des Unterkieferknochens, dessen tote Teile sich durch Eitergänge abstoßen, was zu einem Verlust des Unterkiefers und einer entsetzlichen Entstellung des Kranken führt. Das Furchtbare dieser Erkrankung hat zur Erlassung eines allgemeinen internationalen Weißphosphorverbots in allen Kulturstaaen Veranlassung gegeben. — Anhangsweise sei hier der schädlichen Einwirkung des Chroms gedacht, welche zum entstellenden Verluste der Nasenscheidewand durch Geschwürbildung und ferner auch zu Entwicklung von schwer heilbaren Hautgeschwüren Veranlassung geben kann. Diese Übel sind in Industrien, welche Chromverbindungen verwenden (Farbencrzeugung, Schnellgerberei, Zündhölzchenfabriken u. a.), sehr verbreitet; auch hier schützt man sich durch Reinlichkeitspflege und andere persönliche Schutzmaßnahmen.

In der Gruppe des *Schwefelwasserstoffs* und *Schwefelkohlenstoffs* sowie des *Cyans* fassen wir gewerbliche Gifte zusammen, die in erster Reihe das Nervensystem beeinflussen. *Schwefelwasserstoff*, dieses ekelerregend riechende Gas, wird in manchen chemischen Industrien verwendet und kommt auch im Kloakengase vor. Es ist ein furchtbares Gift, welches, in großen Mengen eingeatmet, durch Gehirnlähmung zum plötzlichen Tode führt. Mehrungsräume stürzen mitunter, von dieser Vergiftung ereilt, wie vom Blitz getroffen tot zusammen; in der chemischen Industrie sind solche Unglücksfälle selten, da das Vorhandensein dieses Gases leicht an seinem üblen Geruche erkannt wird. — Ein noch viel heftiger wirkendes Gift ist der *Cyanwasserstoff* (Blausäure). Es genügt das Einatmen kleiner Mengen dieses Gases, um plötzlichen Tod zu bewirken. Trotzdem in der Industrie giftige Cyanverbindungen oft in großen Mengen erzeugt und verwendet werden, zählen infolge der umfassenden Schutzmaßnahmen in den gefährdeten Betrieben gewerbliche Cyanvergiftungen zu den größten Seltenheiten. — Den durch die beiden eben genannten akut wirkenden Nervengifte hervorgerufenen Erscheinungen steht das Bild der gewerblichen *Schwefelkohlenstoffvergiftung* gegenüber, welche durch allmähliche Aufnahme von Schwefelkohlenstoffdämpfen bewirkt, ein schleichendes Nervenleiden darstellt, das zu eigentümlichen Geisteskrankheiten führt. Solche Erscheinungen wurden hauptsächlich bei Arbeitern in Gummiwarenfabriken, wo Schwefelkohlenstoff bei der Verarbeitung des Kautschuks verwendet wird, beobachtet. Dies führte zum Ersatz dieses gefährlichen Stoffes durch andere unschädliche Produktionsmittel.

Die Hauptvertreter der Gruppe der gewerblichen *Blutgifte* sind der Arsenwasserstoff und das Kohlenoxyd. — Die akute *Arsenwasserstoffvergif-*

tung, die durch die Einatmung von verhältnismäßig sehr geringen Mengen von Arsenwasserstoff herbeigeführt wird, ist meist eine gewerbliche Vergiftung. Die Giftwirkung des Arsenwasserstoffs beruht darauf, daß derselbe, durch die Atmung ins Blut gelangend, die geformten Blutelemente durch Auflösung zerstört, was meist außerordentlich schnell nach heftigem Unwohlsein unter Atemnot zum Tode führt. Diese sehr gefährliche Vergiftung kommt meist dadurch zustande, daß im Gewerbe arsenhaltige Säure oder arsenhaltiges Metall verwendet wird, was zum Beispiel bei der Darstellung von Wasserstoff (zu Ballonfüllungen u. a.) der Fall ist, welcher dann infolge seines Gehaltes an Arsenwasserstoff schwere Unfälle durch Vergiftung herbeiführen kann. — Diesem Blutgifte steht die Wirkung des *Kohlenoxydgases* gegenüber, welches auch ein typisches Blutgift ist, aber nicht die Blutkörperchen selbst, sondern deren Farbstoff verändert. Kohlenoxyd ergibt sich in der Industrie überall dort, wo sich, gewollt oder nicht gewollt, ein unvollständiger Verbrennungsprozeß vollzieht, das heißt eine Verbrennung bei ungenügendem Zutritt von Luftsauerstoff stattfindet. Daher entsteht Kohlenoxyd bei allen Feuerungen, die unrichtig konstruiert oder bedient sind, es ist aber auch ein Hauptbestandteil des Hochofengases (Gichtgas), des Leuchtgases und des Heizgases (Generatorgas). Das Blut nimmt bei der Kohlenoxydgasvergiftung das Gift in die Lunge auf, der Blutfarbstoff nimmt eine eigentümlich kirschrote Farbe hierdurch an, wodurch das Blut die Fähigkeit verliert, Sauerstoff aufzunehmen, so daß eine innerliche Erstickung eintritt; tiefe Bewußtlosigkeit, die in schweren Fällen zum Tode führt, kennzeichnet diese, leider ziemlich verbreitete, gewerbliche Vergiftung.

Wir schließen mit einer, die große Zahl der *organischen gewerblichen Gifte* umfassenden Gruppe ab. Hauptvertreter sind hier die so mannigfaltigen Bestandteile des Teers, die infolge der Entwicklung der Teerfarbenindustrie eine so große Rolle in der chemischen Produktion spielen. — Ein heftiges Gift haben wir in dem *Benzol* vor uns, welches in großen Mengen aus dem Steinkohlenteer dargestellt wird. Diese leicht verdampfende Flüssigkeit ist der Stammvater aller Anilinprodukte, auch der herrlichen Anilinfarben, welche nunmehr fast ausschließlich in der Färberei jedweder Art zur Anwendung gelangen. Benzoldampf ist ein Nervengift, welches eingeatmet schwere Vergiftung und plötzlichen Tod zur Folge haben kann. Aus Benzol wird zunächst *Nitrobenzol* und dann *Anilin* erzeugt; diese beiden Flüssigkeiten, welche in Dampfform eingeatmet werden oder auch infolge ihrer Fähigkeit, das Hautfett zu lösen, durch die Haut dringen können, sind Blutgifte. Die zufälligen Vergiftungen mit diesen Stoffen ereignen sich nicht selten durch Begießen oder Beschütten der Kleidung mit denselben. Charakteristisch ist für diese Vergiftung das durch die Blutveränderung hervorgerufene plötzliche Dunkelblauwerden der sichtbaren Schleimhäute, insbesondere des Lippensaums. In solchen Fällen, welche sich mitunter unvermutet

rasch einstellen, soll die früher erwähnte Behandlung durch Sauerstoffeinatmung schnell zur Hand sein. — Sehr bemerkenswert ist der glückliche Umstand, daß die *Anilinfarben*, die aus dem Anilin gewonnen werden und die uns durch ihre Pracht nun überall erfreuen, trotz der Giftigkeit ihrer Stammverbindungen als *ungiftig* anzusehen sind. Dies erleichterte bedeutend ihren vollständigen Sieg über die anderen Farbstoffe, insbesondere die Metallfarben, von denen viele giftig sind. — Zum Schluß sei der jüngsten Beobachtung über gewerbliche Vergiftungen durch ausländische *Holzarten*, wie Buchsbaumholz, Rosenholz u. a. gedacht. Die bei den mit der Bearbeitung dieser Holzarten Beschäftigten auftretenden, noch nicht ganz aufgeklärten Krankheitserscheinungen äußern sich vor allem in Hautaffektionen.

Wir sehen aus dieser lange nicht vollständigen Aufzählung der wichtigsten Gruppen der gewerblichen Gifte, daß die Gefahren, welche sich hier ergeben, außerordentlich mannigfaltige sind; der rasche Fortschritt der chemischen Technik stellt sozusagen täglich vor neue Fragen und Aufgaben auf diesem Gebiete. Und wenn auch, wie erwähnt, hinsichtlich der Abwehr dieser Gefahr schon große Erfolge erzielt wurden, bedarf es fortdauernd der größten Anstrengung und Aufmerksamkeit aller beteiligten Faktoren, um diesen oft sehr tückischen Gefahren auch künftig stets wirksam zu begegnen.

Die periodisch verlaufenden chemischen Reaktionen und ihre Analogie mit biologischen Vorgängen.

Von Prof. Robert Kremann, Graz.

(Schluß.)

Bevor wir das Gebiet der periodischen Erscheinungen bei der Elektrolyse verlassen, möge nur noch kurz erwähnt werden, daß auch zahlreiche, allerdings weniger eingehend untersuchte periodische Erscheinungen beobachtet wurden, die ihren Sitz an der Kathode haben. Es gehören hierher die von *Förster* beobachteten Stromschwankungen bei der Abscheidung von Kupfer aus stark salpetersaurer Lösung, die vom Verfasser mit *C. Suchy* beobachteten periodischen Stromschwankungen bei der Elektrolyse gemischter Ferri-Nickelsulfatlösungen, sowie im besonderen das von *Coehn* zuerst beschriebene Phänomen der „schwingenden Wasserstoffelektrode“, die bei der elektrolytischen Herstellung von Amalgamen unter bestimmten Versuchsbedingungen beobachtet worden waren. Das als Kathode in einer Alkalisalzlösung dienende Quecksilber färbt sich zunächst bei der Aufnahme des Alkalimetalls grau; dann tritt plötzlich Gasentwicklung ein, das vorher entstandene Amalgam zerfällt, worauf die Amalgambildung von neuem einsetzt. *Coehn* hat acht- bis zehnmalige Schwankungen bei diesem Vorgange bemerken können, bei etwa vier- bis fünfmaligem Wechsel in der Minute. Er deutet diesen Fall von Periodizität dahin, daß zunächst die Amalgambildung bis zu bestimmter, von der Spannung der

Kathode abhängiger Konzentration fortschreitet; die darauf eintretende elektrolytische Wasserstoffentwicklung bringt einen Übergangswiderstand hervor, der bei gleichbleibender Spannung der Stromquelle an der Entstehungsstelle des Amalgams das Potential sinken läßt. So tritt Zersetzung unter stürmischer Wasserstoffentwicklung ein. Dadurch ist der Strom unterbrochen und die Zersetzung geht weiter, bis wieder eine metallische Oberfläche vorhanden ist und der Strom unter erneuter Amalgambildung einsetzen kann.

3. Keiner der beiden Klassen periodischer Erscheinungen zugehörig ist die von *Bredig* und *Weinmayer* aufgefundene, von *Wilke* und von *Antropoff* näher studierte, mit periodisch wechselnder Geschwindigkeit erfolgende katalytische Zersetzung von Hydroperoxyd an Quecksilberflächen. Die allgemeine Erscheinung ist die, daß eine Hydroperoxydlösung, dessen saure Reaktion durch eine Spur Alkali auf ein Minimum gebracht wurde, in Berührung mit einer Quecksilberfläche derart zersetzt wird, daß auf eine raschere Sauerstoffentwicklung (aktive Periode) eine Periode minimaler Sauerstoffentwicklung (passive Periode) folgt und beide Zustände rhythmisch abwechseln. Hand in Hand geht damit die Tatsache, daß die katalytische Quecksilberoberfläche in der passiven Periode mit einer Haut eines Quecksilberoxyds überzogen ist und die Quecksilberfläche im passiven Zustand um rund 0,07 Volt positiver ist als im aktiven Zustande. Demgemäß gehen also mit den periodischen Änderungen der Reaktionsgeschwindigkeit, die durch den periodisch wechselnden Druck des entwickelten Sauerstoffs gemessen und durch geeignete Registriervorrichtungen aufgeschrieben werden kann, periodische Änderungen des elektromotorischen Verhaltens der katalysierenden Quecksilberfläche Hand in Hand. Letztere können als Schwankungen der elektromotorischen Kraft einer durch Kombination der Quecksilberfläche mit einer Normalelektrode entstandenen Kette durch ein registrierendes Galvanometer aufgezeichnet werden. Der periodische Verlauf dieser Reaktion kommt nach *Antropoff* auf folgende Weise zustande: Nachdem durch Oxydation genügend Quecksilberionen in Lösung gegangen sind, erfolgt die Bildung der oben erwähnten Haut infolge des Ausfallens eines Niederschlags (vermutlich Mercuroperoxydat Hg_2O_2); damit tritt die oben erwähnte passive Periode ein. Nach einiger Zeit zerreißt diese Haut infolge Auftretens mechanischer Spannungen. Die nun folgende Auflösung der Haut, die den Eintritt der aktiven Reaktionsperiode kennzeichnet, ist eine Folge ihres Zerreißen, indem an den Grenzlinien zwischen blanker und mit Haut bedeckter Oberfläche elektrische Lokalströme entstehen, welche kathodisch die Haut auflösen und anodisch Sauerstoffgas entwickeln, so daß die beschriebene pulsierende Quecksilber-Wasserstoffsuperoxydkatalyse eine intermittierende Elektrolyse des Wasserstoffsuperoxyds darstellt.

Fassen wir die charakteristischen Eigenschaften dieser letztbeschriebenen, periodischen Reaktion zusammen — und ein gleiches gilt mutatis mutandis auch für die übrigen, früher erwähnten periodisch

verlaufenden Reaktionen, so können wir folgende drei Momente hervorheben:

- a) Den enormen Einfluß, den minimale Zusätze (katalytisch wirkend) auf die Form und das Existenzbereich der Pulscurven ausüben;
- b) die Tatsache, daß neben den Pulsationen der rein chemischen Reaktionen auch koinzidierende Pulsationen der elektromotorischen Kraft des betreffenden Systems auftreten;
- c) die in allen Fällen, auch bei rein elektrolytischen, durch Übergangswiderstände erkläraren periodischen Erscheinungen, beobachtbare Tatsache, daß mit sinkender Temperatur die Dauer des Pulsperioden enorm verlängert, mit sinkender Temperatur stark verkürzt wird.

Die unter b und c genannten Momente illustriert deutlich die beistehende Figur, in der die obere

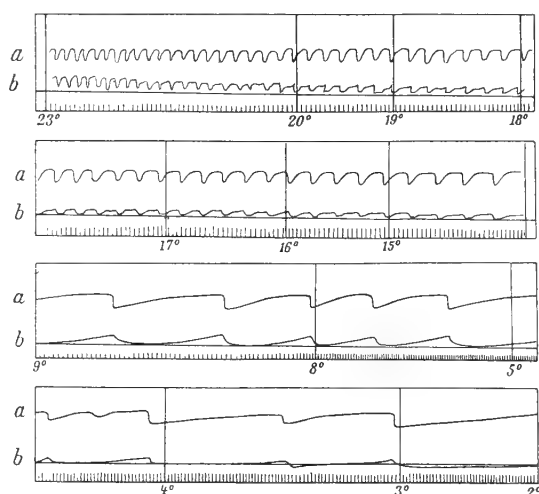


Fig. 1. (Aus *Bredig*, Elektrochemie und ihre Beziehungen zur Medizin, Fig. 30, Fischers Verlag, Jena 1907.)

Kurve *a* von einem registrierenden Galvanometer, die untere *b*, der Sauerstoffentwicklungsentsprechend, von einem geeigneten Druckschreiber aufgezeichnet wurde. Man sieht einerseits die Koinzidenz der rein chemischen Pulsationen mit denen der elektromotorischen Kraft der Kette:

puls. Hg-Fläche / H_2O_2 / Normalelektrode.

Alle drei Punkte haben ihr völliges physiologisches Analogon:

ad a) Es werden die Zuckungen des Herzens und der Muskeln durch Spuren gewisser Zusätze enorm beeinflusst.

ad c) Auch die Temperatur hat auf die Dauer der Pulsperiode beim Herzen einen gleichsinnigen Einfluß.

ad b) Auch das pulsierende Herz zeigt solche elektrische Pulsationen gleichzeitig mit seinen gewöhnlichen Pulsationen. Bei der Quecksilberkatalyse des Hydroperoxyds ist als Grund der Pulsation die periodische Bildung und Zerfall einer sehr instabilen Quecksilberverbindung erkannt worden. Manche Physiologen nehmen schon lange an, daß auch bei der Pulsation des Herzens durch den Stoffwechsel sehr instabile chemische Produkte rhythmisch abwechselnd entstehen und verschwinden.

Diese fast allgemein gültige Analogie zwischen den pulsierenden chemischen Reaktionen und physiologischen, periodischen Erscheinungen erfährt noch eine Erweiterung im besonderen Falle der pulsierenden $\text{Hg-H}_2\text{O}_2$ -Katalyse durch die Versuche von *G. Bredig* und *E. Wilke*. Es ist diesen Forschern nämlich gelungen, für das erwähnte katalytische System solche Bedingungen festzulegen, daß die Reaktion stetig erfolgt, daß es spontan also keine Pulsation gibt, aber bei Behandlung der katalysierenden Quecksilberfläche mit elektrischen Strömen (Gleich- oder Wechselstrom) die Pulsationen wieder erregt werden. Unterbricht man die elektrische Reizung, klingen die Pulsationen wieder ab und gehen in den Zustand stationärer Reaktion über. Wir haben hier also ein Analogon zur bekannten Tatsache vor uns, daß man den ruhenden Muskel durch elektrische Ströme zur Zuckung reizen kann. Diese Analogie ist aber eine noch weiter gehende. *Bredig* und *Kerp* haben nämlich gefunden, daß der Schwellenwert der sinusoidalen Wechselstromintensität, die nötig ist, um oben erwähnte Reizung zu verursachen, proportional mit der Quadratwurzel aus der Polfrequenz steigt. Es liegt hier also dieselbe Gesetzmäßigkeit vor, die sich aus der Nernstschen Theorie über die quantitative Beziehung zwischen dem Schwellenwert der Wechselstromstärke und der Frequenz dieses Wechselstroms bei der elektrischen Reizung zahlreicher physiologischer Systeme ergibt. Unter der Voraussetzung, daß der Strom zur Erzielung eines bestimmten Reizes an einer bestimmten Stelle des Organismus die Konzentration bestimmter Stoffe auf einen Schwellenwert bringen muß, während gleichzeitig das entstehende Konzentrationsgefälle diese Konzentrationsänderung durch Diffusion wieder rückgängig zu machen sucht, hat *W. Nernst*

die Formel: $\frac{i}{\sqrt{n}} = R$ abgeleitet, in der i die

Schwelle der Wechselstromstärke, welche einen bestimmten physiologischen Reiz auslöst, n die Frequenz des Stromes und R eine für den betreffenden Reiz und die Stromkurvenform spezifische Konstante bedeutet. Es besagt die an Versuchen seiner Mitarbeiter und an Literaturangaben sehr gut bestätigte Beziehung, daß die Reizschwelle der sinusoidalen Wechselstromstärke proportional mit der Quadratwurzel aus der Polfrequenz steigt. Wir haben also hier eine weitgehende Analogie zwischen den Vorgängen in einem rein anorganischen System mit denen im Organismus vor uns.

Wie *Bredig* betont, dürfte das Gemeinsame in beiden analogen Erscheinungsgruppen in einem Chemismus, bzw. Stoffwechsel liegen, der von katalytischen Einflüssen gesteuert wird, welche ihrerseits wieder einen periodischen Verlauf besitzen und durch chemische Zusätze oder elektrische oder mechanische Einflüsse stark veränderlich sind.

Überblicken wir nun das in kurzen Zügen skizzierte Gebiet der periodischen Erscheinungen in der Chemie, so sehen wir, wie bereits erwähnt, daß alle bisher beobachteten Erscheinungen dieser Art sich nur in heterogenen Systemen abspielen. Wenn

wir bis heute eine streng mathematische Wiedergabe des Reaktionsverlaufes in den einzelnen speziellen Fällen nicht geben können, so liegen doch seitens *Lotka* Ansätze allgemeiner Natur vor, welche die Bedingungen festlegen, unter denen in heterogenen Systemen oscillatorischer Reaktionsverlauf eintreten muß.

Andererseits muß aber betont werden, daß durchaus kein Grund vorliegt, anzunehmen, daß periodischer Reaktionsverlauf nur auf heterogene Systeme beschränkt sei. Wenn bislang auch noch kein Fall oszillierenden Reaktionsverlaufes in homogenen Systemen beobachtet wurde, so ist ein solcher aber durchaus möglich. So hat neulich *Hirniak* die mathematische Formulierung der Bedingungen gegeben, unter denen periodischer Reaktionsverlauf in homogenen Systemen möglich ist.

Das Inulin und die Möglichkeit seiner technischen Verwertung.

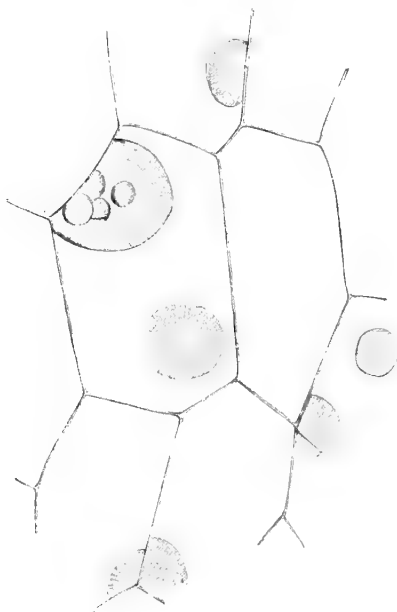
Von Privatdozent Dr. Viktor Grafe, Wien.

Man sollte nicht meinen, daß der Feldbau in den Kulturländern noch Schätze birgt, an denen wir achtlos vorübergehen, die wir ungehoben liegen lassen, obwohl die Technik der Nahrungs- und Genußmittel, vor allem aber die Medizin das größte Interesse an ihrer Auswertung hätte und der rationellen Ausnützung auch sicherlich der gemünzte Erfolg nicht fehlen könnte. Ich meine das Inulin und die Pflanzen, welche dieses Kohlehydrat hervorbringen. Das Inulin ist ein stärkeähnliches, weißes, geschmackloses Pulver, welches sich in unterirdischen Organen, Blättern und Stengeln von Pflanzen aus verschiedenen Gruppen, in nennenswerter Menge aber nur in denen von Kompositen, findet. Von diesen sind die wichtigsten, weil sehr gewöhnlich und allgemein kultiviert, der *Alant* (*Inula helenium*), die *Zichorie* (*Cichorium Intybus*), *Topinambur* oder Erdbirne (*Helianthus tuberosus*), die *Georgine* (*Dahlia variabilis*) und der *Löwenzahn* (*Taraxacum officinale*). Die Hauptmenge des Inulins findet sich bei diesen in den unterirdischen Teilen, so enthalten Rhizom und Wurzeln des *Alant* 44 %, die Wurzel der *Zichorie* 60 %, die Knolle des *Topinambur* 15 %, der *Georgine* 40 % und die Wurzel des *Löwenzahns* 42 % Inulin. Freilich sind diese Zahlen durchaus wechselnd, vor allem mit der Vegetationsperiode der Pflanze. Da das Inulin in ihnen die Rolle eines Reservestoffes spielt, mit dessen Hilfe der werdende Keimling sich entwickelt, ist davon naturgemäß bei Einbruch des Winters am meisten in den unterirdischen Pflanzenteilen enthalten, während im Frühjahr beim Austreiben das Reservedepot durch ein Enzym, die Inulase, mobilisiert und das Inulin in eine lösliche Zuckerart verwandelt wird, die an die Stätten des Verbrauches von Zelle zu Zelle wandert. Das Inulin gleicht der Stärke in jeder Beziehung: beide Kohlehydrate zeigen Beziehungen zum Fett, indem der Pflanzenorganismus Fett in Stärke oder in Inulin mit Leichtigkeit umzuwandeln vermag, eine

Kunst, die der Chemiker noch nicht zustande bringt¹⁾; beide liefern beim Erwärmen mit verdünnten Säuren eine einfache, süßschmeckende Zuckerart, die Stärke den Traubenzucker, das Inulin der Hauptmenge nach Fruchtzucker; bei beiden ist der genannte einfache Zucker das Endstadium, dazwischen sind aber zahlreiche Zwischenstadien faßbar, bei der Stärke die Gruppe der Dextrine, beim Inulin wenig bekannte Stoffe, die „Pseudoinulin, Inulinin, Helianthin, Synanthrose“ usw. heißen. Während man bei den stärkebildenden Pflanzen dieses hochmolekulare Kohlehydrat bei der Kohlensäureassimilation des Laubblattes entstehen sieht, war man bis vor kurzem der Anschauung, daß Inulin bei diesem Prozesse nicht gebildet werde, sondern die einfache Zuckerart, die aus Inulin auch bei der Hydrolyse entsteht, und daß erst beim Übergang in die Wurzel die Kondensation zu Inulin stattfindet. Erst V. Grafe und V. Vouk konnten nachweisen, daß auch hier schon im Blatte Inulin entsteht, so wie etwa im Blatte der Bohne die Stärke, und daß hier wie dort das gebildete Polysaccharid gelöst wird, um dann durch den Stengel in das unterirdische Reservedepot zu wandern. Dort kann nicht alle Lävulose in Inulin umgewandelt werden, sondern wie etwa beim Hineinstopfen eines Produktes in ein überfülltes Magazin, bleibt immer noch etwas außerhalb desselben, und wenn wir gleichzeitig mit dem Hineinstopfen eine Umwandlung der Ware annehmen wollten, so bleibt beim Hineinstopfen von Fruchtzucker in das Wurzelmagazin und bei seiner Verwandlung in Inulin immer auch noch etwas unverwandelt, es bleibt immer ein gleichbleibendes Verhältnis zwischen beiden erhalten und wenn im Frühjahr beim Austreiben umgekehrt wieder Inulin zu Fruchtzucker wird, so wird zunächst die im Herbst unverwandelt gebliebene Partie kondensiert und bald fangen die neuentstandenen Blätter ihrerseits an Inulin zu bilden, das hinunterströmt, so daß der Wurzelgehalt an Inulin doch nur wenigen Schwankungen, eben nur jenen im Frühjahr und Herbst, unterliegt. Daß aber wohl die Stärke, nicht aber das Inulin zur Beobachtung gelangen kann, ergibt sich aus dem Umstande, daß die Stärke in Wasser ganz unlöslich, das Inulin aber immerhin und im warmen Wasser sogar stark löslich ist, während die Stärke beim Kochen mit Wasser keine echte Lösung, sondern eine kolloidale Kleisterflüssigkeit bildet. Legt man aber einen Pflanzenteil, der größere Mengen Inulin enthält, in starken Alkohol ein, in welchem sich dieses Kohlehydrat nicht löst, dann fällt es aus seiner Lösung in charakteristischen Sphäriten aus, wie sie unser Bild eines Schnittes durch die Georginenwurzel zeigt.

Lävulose und Dextrose, jene beiden einfachen Zuckerarten, die aus Inulin bzw. Stärke entstehen, sind sehr nahe verwandt, gehen auch leicht ineinander über, so daß sich im Hydrolyseprodukt von

Inulin neben Lävulose auch immer etwas Dextrose findet und ebenso auch in den inulinführenden Pflanzenteilen. Inulin erscheint als ein Kondensationsprodukt der Lävulose, welches nicht ganz so hoch und kompliziert zusammengesetzt ist, wie die Stärke aus Dextrose: Darauf deutet schon seine größere Löslichkeit im Wasser, sein Vermögen zu kristallisieren, das den ganz komplexen Kohlehydraten Stärke und Zellulose fehlt und schließlich der Umstand, daß Inulin schon viel leichter, durch verdünntere Säuren, kürzere Kochdauer usw. in Lävulose zerfällt als Stärke in Dextrose. Um so merkwürdiger ist es, daß keines der Enzyme des menschlichen Körpers imstande ist, Inulin zu zerspalten, sondern, wie es scheint, nur die Salzsäure des Magens. Seitdem mit inulinhaltigen Pflanzenteilen,



Schnitt durch die Georginenwurzel, in starken Alkohol eingelegt. Das im Zellsaft gelöste Inulin kristallisiert in Sphäriten aus.

namentlich mit den Knollen von *Helianthus tuberosus* (Topinambur), welche als Gemüse für Zuckerkranken verwendet werden, die besten Erfahrungen gemacht worden sind, hat man inulinführenden Pflanzen nach dieser Richtung mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Dazu kommt noch, daß die Zubereitungsarten dieser Pflanzenteile außerordentlich mannigfaltige und daß sie eminente Fettträger sind, in welchen bis 70 % ihres Gewichtes Fett untergebracht werden kann, ohne daß der Geschmack wesentlich dadurch beeinflusst wird. In manchen Fällen hat man freilich mit Inulinkuren wenig Erfolg gehabt, was wohl damit zusammenhängt, daß die zahlreichen Stadien der Zuckerkrankheit nicht auf dieselben Beeinflussungen gleich reagieren und daß überdies gerade hier die spezifische Eigenart des betreffenden Diabetikers sehr in die Wagschale fällt.

In neuester Zeit scheint der Gebrauch von Inulinpflanzen bei Diabeteskuren wieder sehr in Aufnahme zu kommen. So weist Prof. H. Strauß

¹⁾ Die Umwandlung von Fett in Inulin wurde zuerst von V. Grafe und V. Vouk nachgewiesen. s. Biochem. Zeitschr. Bd. 43, 424 (1912) und Bd. 47, 320 (1912). Über Inulin s. K. Prantl, „das Inulin“, München 1870; H. Fischer, Cohns Beitr. z. Biologie d. Pflanzen Bd. 8, 53 (1902).

(Berlin) nachdrücklich darauf hin¹⁾, daß nach seinen Erfahrungen „Inulin von Diabetikern nicht nur ausgezeichnet vertragen wird, sondern auch durch seinen Eintritt in den Stoffwechsel die Acetonausscheidung herabzusetzen vermag“. *Strauß* führte seine Versuche an schweren, mittelschweren und leichten Formen der Diabetes aus²⁾ und fand dabei so wichtige Erfolge, daß er die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf die Benutzung des Inulins für die Behandlung von Diabetikern, besonders in solchen Fällen lenkt, welche mit Acidose kompliziert sind.

Das Inulin ist ein Polysaccharid der Lävulose, des Fruchtzuckers, so wie Stärke ein Polysaccharid der Dextrose, des Traubenzuckers ist. Während also bei der Hydrolyse von Stärke mit verdünnten Säuren oder bei deren Behandlung mit dem Enzym Diastase, mit dem Ptyalin des Speichels usw. Dextrose entsteht, liefert das Inulin bei der Hydrolyse fast ausschließlich Fruktose und nur wenig Dextrose. Schon im Jahre 1874 war das Inulin von *Külz* für die Behandlung von Diabetikern empfohlen, während *Naunyn* in seinem Buche Diabetes mellitus auf Grund einer Dissertationsarbeit seines Schülers *Socin*³⁾ später ein weniger günstiges Urteil über das Inulin fällt. Aber auch *Socin* erklärte, daß nach Darreichung von Topinamburmehl eine relativ geringfügige Zuckerausscheidung stattfand und daß jedenfalls Inulin im Diabetikerorganismus langsamer eine Schwächung der kohlehydratzerstörenden Funktionen erzeugt als die Dextrose. Sehr wichtig für das Schicksal des Inulins im Organismus ist der Befund von *Komanos*⁴⁾, der unter Leitung *Hoppe-Seylers* fand, daß weder Speichel noch Pankreassaft das Inulin zu zerlegen vermögen, daß auch Fäulnisprozesse nur in geringem Grade auf das Inulin spaltend wirken, während schwache Säurelösungen, wie erwähnt, die Hydrolyse vollziehen. Im Dünndarme des Kaninchens fand *Komanos* stets Inulin, aber keinen Zucker, es scheint aber doch eine Glykogenspeicherung in der Leber auf Kosten von Inulin stattfinden zu können. Indessen ist die Möglichkeit der Inulinresorption durch andere Befunde wie die von *Miura*, *Lafayette* und *Mendel*⁵⁾ in Frage gestellt worden. Die Frage der Resorbierbarkeit des Inulins kann jedenfalls noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. In den leichteren Fällen des Diabetes fand aber *Strauß* eine ausgezeichnete Toleranz für 100 g Inulin täglich, unter deren Einwirkung die vorhandene Acidose schwand. Magen- und Darmstörungen wurden nie beobachtet. Mit Rücksicht auf die in neuerer Zeit besonders warm empfohlenen Haferkuren ist die Beobachtung von Wichtigkeit, daß

„die Vergleichsuntersuchungen mit Hafer- und Weizenmehlsuppen ergaben, daß in den Fällen Inulin erheblich besser oder mindestens ebensogut vertragen wurde wie Hafermehl bzw. Weizenmehl“. Dagegen leisteten grüne Bananen sehr gute Dienste; nun enthalten aber diese Früchte erhebliche Mengen Lävulose. *Strauß* stellte überdies fest, daß die Magensalzsäure die Fähigkeit hat, Inulin in Lävulose zu spalten, was natürlich nur dann vollkommen möglich wird, wenn die Arbeit des Magens eine normale ist. Jedenfalls empfiehlt *Strauß* auf Grund seiner Erfahrungen das Inulin zur kurmäßigen Verwendung bei Diabetikern als außerordentlich wirkungsvoll und den Hafermehlkuren meistens überlegen. *Strauß* führt seine Kuren vorerst periodisch, für die Dauer von 4 bis 8 Tagen mit wechselnden Intervallen aus und rät vor allem zur Einverleibung des Inulins in Form von Gemüse, weniger in der von Inulinbrot. Daß es von hohem Wert ist, eine Kohlehydratnahrung zu besitzen, die dem Diabetiker als Nährstoff dienen kann, bedarf keiner Erwähnung, das Inulin selbst ist aber vorläufig zu kostspielig, denn es kostet mangels einer industriell verwertbaren Herstellungsmethode noch immer 3,60 Mark pro 100 g. *Strauß* sagt übrigens, „daß man mit häufigen, in entsprechenden Intervallen gereichten kleinen Mengen von Lävulose vielleicht Ähnliches erreichen wird, wie mit Inulin, das ja langsamer an die Säfte gelangt als sein Spaltungsprodukt Lävulose“; tatsächlich fand er, daß man schon mit dreimal täglich 5 g Lävulose einen deutlichen Einfluß auf die Acidose ausüben kann. Allerdings muß die raschere Resorption nicht immer einen Vorteil bieten, sie kann die Toleranz für das Kohlehydrat herabsetzen und zur Zuckerausscheidung führen; das Polysaccharid Inulin, das viel langsamer an die bei der Zuckerökonomie beteiligten Organe herankommt als sein Spaltungsprodukt Lävulose, kann vielleicht dieser gegenüber manche Vorteile haben, welche aber allerdings wieder ausgeglichen werden, wenn die Lävulose in kleineren Dosen und kleineren Intervallen verabreicht wird, so daß die zur Resorption gelangenden Mengen ebenso klein sind wie die jeweils aus Inulin stammenden. Tatsache ist, daß man mit Einspritzungen von reiner Lävulose in sehr schweren Diabetesfällen sehr gute Erfolge erzielt hat. Aus dem vorerwähnten Befund, daß auch in den Blättern inulinführender Pflanzen erhebliche Mengen Inulin vorliegen, geht hervor, daß auch die Blätter als Diabetikergemüse Anwendung finden können. Es war vorhin die Rede davon, daß Inulin offenbar mit der Stärke nahe verwandt sein muß, denn Lävulose und Dextrose gehen leicht ineinander über. Darauf deutet eine höchst interessante Erfahrung, die kürzlich *A. Fernbach*¹⁾ gemacht hat. Impft man Hefewasser, das einen Zusatz von 5 bis 10 % Rohrzucker enthält, mit einem anaeroben Bakterium, dem die Verfasser den Namen *Gommobacter* geben und beläßt es bei einer

¹⁾ *H. Strauß*, Therapie der Gegenwart 1911, Augustheft.

²⁾ *H. Strauß*, Berliner Klinische Wochenschrift 49, 1213 (1912).

³⁾ *Socin*, Inaug.-Dissertat., Straßburg 1870.

⁴⁾ *Komanos*, Inaug.-Dissertat., Straßburg 1875.

⁵⁾ *Miura*, Zeitschr. f. Biologie Bd. 32; *L. Mendel*, Centralbl. f. d. Physiol. u. Pathol. d. Stoffwechs. Nr. 17, 1908; *Lewis*, Journ. of the Americ. Medic. Assoc., April 1912; *Neubauer*, Münchener mediz. Wochenschr. 1905 Nr. 32; *Sandmeyer* Zschr. f. Biol. Bd. 31.

¹⁾ *A. Fernbach* und *M. Schoen*, Annales de la Brasserie et de la Distillerie 1912, Nr. 13 nach dem Referat von *C. Ukmar*, Allg. Zschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. 41, 160 (1913).

Temperatur von 30—32°, so wird es nach einigen Tagen trübe, zähe und fadenziehend. Sauerstoff hemmt die Entwicklung des Gommobacter; es entsteht eine Gasbildung, die aus Wasserstoff und Kohlensäure besteht. Die Zähigkeit wird durch eine gummiartige Substanz hervorgerufen, die durch Alkohol, Azeton und so weiter niedergeschlagen werden kann. Der Niederschlag ist viskos, geschmacklos und läßt sich zu einem weißen, sehr leichten Pulver zerstoßen, das mit Wasser eine klebegummiartige Lösung bildet; sein Gewicht beträgt ca. die Hälfte des verwendeten Rohrzuckers. Wenn man diese Masse mit verdünnten Säuren behandelt, so zeigt sie nach ganz kurzem Aufkochen der Ebene des polarisierten Lichtes gegenüber ein Drehungsvermögen und auch sonst genau die Eigenschaften, wie sie der Lävulose entsprechen. Die Hydrolyse zu Lävulose verläuft fast quantitativ, eine Lösung mit 15 % Gummi liefert bei einem Zusatz von 0,01 % Schwefelsäure nach einer Kochdauer von zehn Minuten eine Lävuloselösung von 1,47 %. Das Gummi ist also ein Polysaccharid der Lävulose; merkwürdigerweise erzeugt Gommobacter aus keiner anderen Zuckerart als gerade aus Rohrzucker den Lävulosegummi, er muß die Saccharose also vorher invertiert haben, aber bietet man ihm schon invertierten Zucker oder ein entsprechendes Gemisch von Lävulose und Dextrose, so bildet er keinen Gummi. Er muß also offenbar selbst aus der Saccharose die Lävulose bilden können, und die in Bildung begriffene Lävulose gibt den Anstoß zur gleichsinnigen Umwandlung auch der aus dem Rohrzucker stammenden Dextrose, wobei jedoch ein großer Teil — es entsteht ja nur ungefähr die Hälfte der Saccharose an Gummi — oder vielleicht die ganze Dextrose des Saccharosemoleküls in die vorerwähnten Gase verwandelt wird; auch andere Zuckerarten werden vollkommen in Gase verwandelt, und nur die eine Hälfte des Rohrzucker-moleküls, welches ja aus gleichen Teilen Dextrose und Lävulose besteht, in Form eines leicht zu reinigenden, unlöslichen Polysaccharids der letzteren Zuckerart fixiert, aus welchem Polysaccharid dann mit Leichtigkeit die Lävulose dargestellt werden kann.

Aus den geschilderten Tatsachen geht wohl zweifellos die hohe Bedeutung der Inulinpflanzen für die Medizin hervor, aber ebenso wie die Pflanzenstärke nicht leicht direkt von den verdauenden Säften des Organismus angegriffen wird, sondern dazu erst einer Vorbearbeitung, einer „Aufschließung“ durch den Backprozeß bedarf, durch den bekanntlich ein teilweiser Abbau, eine Dextrinierung bewirkt wird, durch welche den Verdauungsfermenten des Körpers vorgearbeitet wird, so muß auch das Inulin „aufgeschlossen“ werden, um so mehr als ja, wie erwähnt, der menschliche Körper über kein Inulin abbauendes Enzym, über keine Inulase, verfügt. Eine derartige Aufschließung erfordert aber nicht die vorhergehende Gewinnung des Inulins, sondern kann, wie ich gefunden habe, in der betreffenden Pflanze durch einen höchst einfachen physiologischen Pro-

zeß durchgeführt werden. Man hat nichts anderes zu tun, als die betreffenden Pflanzenteile unter bestimmte Bedingungen zu bringen, um feststellen zu können, daß eine „Dextrinierung“ beziehungsweise vollkommene Verzuckerung des Inulins innerhalb weniger Tage sich vollzieht. Wenn der ursprüngliche Gehalt an Inulin zum Beispiel bei Topinambur 29 % beträgt und der ursprüngliche Lävulosegehalt 4 %, so steigt die Menge der Lävulose nach dem Verfahren auf 26 % an, während der Inulin-gehalt auf ca. 6 % gesunken ist¹⁾. Der Topinambur, welcher vor der Behandlung ganz indifferent schmeckte, ist nunmehr infolge der großen Süßkraft der Lävulose ganz süß geworden; während er sich vorher bei Siedhitze des Wassers ohne weiteres trocknen ließ, bräunt er sich jetzt bei dieser Temperatur und nimmt den charakteristischen Röstgeschmack des Karamels an, kurz er hat sehr viel Zucker aufzuweisen, was die chemische Analyse bekräftigt. Dadurch wird es aber auf die einfachste Weise möglich, ein Nährpräparat für den Diabetiker zu schaffen, welches diesen ganz der ungewohnten Arbeit enthebt, aus Inulin die resorbierbare Lävulose erst zu schaffen, sondern ihm diese wertvolle Zuckerart direkt, in relativ großer Menge, und um billigen Preis, liefert. Es ist also jetzt möglich, aus inulinhaltigen Pflanzen ein lävulosereiches Gemüse oder eine obstartige Zukost, ein Kompott oder mit Hilfe von Eiweiß, Mandeln, Fett ein natursüßes Gebäck herzustellen, welches dem Diabetiker alle Nährstoffe zuzüglich der Kohlehydrate bietet.

Für die Pflanze hat das Inulin eine besondere Bedeutung, auf die ich noch mit einigen Worten eingehen möchte. Bekanntlich gefrieren wässrige Lösungen erst bei größeren Kältegraden als reines Wasser, eine Lösung kann man also mehrere Grade unter 0° abkühlen, ohne daß sie gefriert, solche Lösungen sind also für die Pflanze ein Wärmeschutz, die gelöste Substanz hält das Wasser zähe fest und läßt es nicht zur Eisbildung kommen, welche die Zellen der Pflanze zerreißt. Der Entzug des Wassers hat aber, auch ohne daß es zu Eis gefriert, wie Molisch in geistvollen Studien gezeigt hat²⁾, eine Schädigung durch Verwelken zur Folge. Der Wurzelgehalt an Inulin, das sich ja im Zellsaft löst, hat also für die betreffenden Pflanzen den Vorteil, daß ihnen Kälte weniger anhaben kann, daß sie sich nicht so tief unter die Erde verkriechen müssen, um den Winter zu überstehen. Gerade dadurch ist aber eine Wertverminderung der tief abgekühlten Wurzeln für den Menschen und auch eine Verminderung des für die Pflanze wertvollen Reservestoffes Inulin gegeben; ich habe gefunden, daß sich in solchen Wurzeln der Inulingehalt stark vermindert. In der Kälte wird bei ihnen, wie bei manchen Pflanzen, die Atmungsintensität etwas erhöht, die Wirkung der Inulase aber nicht gehemmt, so daß sich ein fortwährender Abbau von Inulin zu Zucker und eine Veratmung der gebildeten

¹⁾ Nicht veröffentlichte Versuche nach Protokollen von V. Grafe und V. Vouk.

²⁾ H. Molisch, Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen, Jena 1897; ferner Flora 1907.

Lävulose ergibt; sowie Zucker veratmet wird, ist das Gleichgewicht gestört, neuer Zucker kann aus dem Inulin entstehen usf. Zu dieser Hydrolyse ist aber Wasser notwendig und gerade dieses Wasser wird ja durch das Inulin zähe festgehalten. Wenn dann endlich doch das Wasser ausfriert, stockt auch sofort der Inulinverlust, der Lösungs-Wärmeschutz bringt also den Verlust an Inulin mit sich.

Wenn man inulinhaltige Pflanzen zu Nährpräparaten verwenden will, so wird man natürlich darauf bedacht sein, solche Pflanzen zu wählen, die keine unangenehm schmeckenden Nebstoffe, wie die Bitterstoffe der Zichorie oder des Löwenzahns, enthalten, obzwar unter Umständen auch diese einen gewissen Geschmackswert haben können. Dagegen sind die Knollen der Erdbirne und Georgine ganz indifferent im Geschmack und die ersteren so wohlfeil und anspruchslos, daß sie als Material für die Wildfütterung verwendet werden. Wenn es sich nicht um ein Nährpräparat, sondern um die Gewinnung der Lävulose aus dem Inulin handelt, so gelingt das ebenfalls mit Hilfe eines von mir ausgearbeiteten Verfahrens sehr leicht¹⁾, und da die Erdbirne und Georginenknolle sicherlich nicht teurer zu stehen kommen, als die Kartoffel, aus deren Stärke man ja auch Kartoffelzucker herstellt, so dürfte das Verfahren technisch sicherlich lohnen, um so mehr, als die Süßkraft der Lävulose, der süßen Komponente des Honigs, eine höhere ist als die des Stärkezuckers. Überdies dürfte es durch geeignete Kulturbedingungen möglich sein, den Inulingehalt von Helianthus und Dahlia zu erhöhen. Eine Herstellung von Lävulose aus den inulinhaltigen Materialien mit Umgehung des Inulins, das bisher immer zunächst dargestellt wurde, ist technisch noch nicht versucht worden, obwohl es sicherlich nicht schwieriger ist, als die Herstellung von Dextrose aus Kartoffeln. Eine so dargestellte Lävulose könnte aber auch sehr gut als Süßmittel verwendet werden, sei es für normale Menschen, wenn es billig genug gewonnen werden kann, sei es für den Diabetiker, in welchem letzterem Falle nicht nur ein Süßungsmittel wie Saccharin vorläge, sondern auch ein wertvoller Nährstoff. Da Lävulose eine viel größere Süßkraft zeigt, als Rübenzucker, sind von ihr zur Erzielung desselben Effektes viel geringere Mengen erforderlich, als von unserem Rübenzucker. Nach Stein hat die Lävulose die Eigenschaft, die Magensäure zu binden und soll bei Schwindsüchtigen als Nahrungsmittel ganz besondere Vorzüge aufweisen. Als Ersatz für Milchzucker kommt sie ferner für Säuglinge in Betracht, da ihr die abführende Wirkung des Milchzuckers fehlt. Aber allen diesen Verwen-

dungsarten stand bisher der hohe Preis der Lävulose entgegen.

Von der genügend billigen Darstellungsweise der Lävulose hängt aber auch ihre Verwendung in der Industrie der Konditorwaren und Fruchtmarmeladen ab. Abgesehen von der größeren Süßkraft dieser Zuckerart ist in der käuflichen Dextrose kaum mehr als 60 % wirklichen Traubenzuckers enthalten, der Rest ist unangegriffene Stärke oder Dextrine, Zwischenprodukte zwischen Stärke und Dextrose, denn die Stärke ist ja, wie erwähnt, nicht so leicht vollständig zerlegbar, im Gegensatz zu Inulin, das mit Leichtigkeit vollkommen zu Lävulose hydrolysiert werden kann. Das geht so weit, daß die Lävulose selbst beim Kochen mit Säuren viel leichter zerstört wird als die Dextrose, was natürlich als Übelstand in Betracht kommt. Die leichte Löslichkeit der Lävulose im Wasser, die schwere Kristallisierbarkeit, die penetrante Süße, das alles sind Eigenschaften, welche diese Zuckerart für die Kanditenfabrikation äußerst wertvoll machen müßten. Ein ungeheures Verwendungsgebiet müßte sich den inulinhaltigen Pflanzen eröffnen, wenn es möglich würde, dieselben für die Spiritusfabrikation nutzbar zu machen, wie es mit der stärkeführenden Kartoffel schon lange geschieht. Freilich, das Inulin wird nicht wie die Stärke von der Diastase des Malzes angegriffen, es wird aber auch ebensowenig wie die Stärke von den meisten Hefearten direkt vergoren. Es müßte also eine vorhergehende Hydrolyse des Inulins in den inulinführenden Pflanzen, physiologisch oder chemisch erfolgen, was bei der leichten Zerlegbarkeit des Inulins viel einfacher ist als bei der Stärke. Die gebildete Lävulose wird dann aber glatt vergoren. Nun sind die Hefen aber äußerst anpassungsfähige Organismen, die je nach dem gebotenen Nährboden „angelernt“ werden können, die verschiedensten Enzyme auszubilden, außerdem gibt es Schimmelpilze, welche so wie die „Kojihefe“ (*Aspergillus Oryzae*) imstande sind, Reisstärke direkt zu vergären, es müßten sich durch genaue Verfolgung der Mikroflora, die auf inulinhaltigen Pflanzen zu vegetieren vermag, Organismen finden lassen, die auch Inulin ähnlich verarbeiten. Aber es gibt auch Hefen, die Inulin direkt angreifen und zu Alkohol vergären. Es kommt freilich sehr viel auf das „Milieu“ an, in welchem man die Hefe arbeiten läßt, auf das Vorhandensein von physiologisch entstandener Lävulose, die gewissermaßen die Virulenz der Hefe dem Inulin gegenüber zu erhöhen scheint und auf manche andere Momente, deren Darlegung hier zu weit führen würde. Ich habe zusammen mit meinem Mitarbeiter V. Vouk eine große Reihe von Hefen auf ihr Vermögen, Inulin anzugreifen, geprüft und bei manchen eine bemerkenswerte Fähigkeit dazu festgestellt. Über diese Versuche wird nach ihrem Abschluß andernorts berichtet werden.

Aus den vorstehenden, infolge Rummangels leider allzu skizzenhaft gebliebenen Ausführungen, dürfte immerhin hervorgehen, daß in der Verwertung der Inulinpflanzen der Technik und der Medizin ein sehr großes Gebiet vorbehalten ist, Schätze, die vorderhand vollkommen brach liegen und deren

¹⁾ Es muß darauf hingewiesen werden, daß vorläufig nur Laboratoriumsversuche vorliegen, die natürlich nicht direkt in die Praxis übersetzt werden können und für die Technik überhaupt nicht brauchbar sein müssen. Vor allem ist es ein Übelstand, daß sich lävulosehaltige Säfte beim Erhitzen ohne weitere Vorsichtsmaßregeln stark bräunen, was vermieden werden müßte. Im Laboratorium ist das allerdings leicht möglich, ob auch im Großbetrieb, müßten eigene Versuche zeigen.

Hebung reichen Gewinn bringen, der Technik und auch der theoretischen Wissenschaft neue Impulse geben muß.

Über die Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs auf natürlichem und künstlichem Wege.

Von Dr. F. Marshall, Halle a. S.

Der Stickstoff als integrierender Bestandteil pflanzlichen wie tierischen Eiweißes ist für die Lebewesen einer der allernötigsten und unentbehrlichsten Stoffe. Er muß allerdings in einer Verbindungsform vorhanden sein, die ihn leicht aufnehmbar zunächst für Pflanzen macht, die ihn dann zum Aufbau organischer Verbindungen benutzen und auf diese Weise wieder den Tieren mundgerecht machen. Gemäß seiner außerordentlich großen Bedeutung ist der Stickstoff in seinen der Aufnahme durch die Pflanzen leicht zugänglichen Formen ein sehr notwendiger, und wo er, wie bei vielen unserer Kulturpflanzen, künstlich zugeführt werden muß, auch ein ziemlich teurer Pflanzennährstoff. Abgesehen hiervon werden aber auch die bisherigen natürlichen Bezugsquellen, die diesen Stickstoff in seiner brauchbarsten Form liefern, nämlich die Chilesalpeterlager, in absehbarer Zeit erschöpft sein.

Es ist also sehr verständlich, daß man sich schon seit längerer Zeit nach einem Ersatz umsieht, um nach Abbau des Chilesalpeters nicht in Verlegenheit zu kommen, und so hat man denn seine Hoffnung auf den ungeheuren Stickstoffvorrat der irdischen Atmosphäre, der etwa vier Fünftel derselben beträgt, gesetzt. *Max Passon* hat berechnet, daß die Stickstoffmenge, die in einer Luftsäule von Atmosphärenhöhe und einem Hektar Querschnitt enthalten ist, ausreichen würde, um das landwirtschaftliche Stickstoffbedürfnis Deutschlands auf ein Jahr zu decken. — Nun lag aber bis vor nicht allzulanger Zeit ein für künstliche und, wie man glaubte, auch für natürliche Angriffe nur wenig antastbares Kapital in dem Luftstickstoff vor, denn der Stickstoff ist ein sehr träges Element, welches schwer Verbindungen mit anderen Stoffen eingeht.

I. Ausnutzung des Luftstickstoffs auf natürlichem Wege.

Trotz dieser anerkannten chemischen Trägheit des Stickstoffs kann man aber durch eine einfache Überlegung zu dem Schlusse kommen, daß in der Natur doch die Bildung von Verbindungen aus atmosphärischem Stickstoff vor sich gehen muß und sogar in verhältnismäßig reichlichem Betrage. Wie wir sehen, ist also die Verbindungstendenz des Stickstoffs sehr gering; das Zersetzungsbestreben vieler Stickstoffverbindungen ist aber verhältnismäßig groß, und es finden fortwährend Stickstoffverluste in die Atmosphäre statt, nur wo die Bedingungen zur Festlegung des Stickstoffs als Salpeter gegeben sind, ist der gebundene Stickstoff, wenigstens unter günstigen Bedingungen¹⁾ zeitlich etwas beständiger. Daher müßte aber auf der Erde der gebundene Stickstoff allmählich verschwinden, wenigstens im Laufe der Millionen von Jahren, wenn niemals Stickstoff aus der Luft gebunden würde. Erstens läßt sich aber annehmen, daß die Erde heute viel dichter belebt ist als vor Millionen von Jahren, also ist auch vermutlich mehr Stickstoff festgelegt als damals. Andererseits ist in den hundert Jahren seit der Bestimmung des Luftstickstoffs

durch *Dumas* und *Boussingault* keine Zunahme im Stickstoffgehalt der Luft konstatiert worden. Es müssen sich also, da auch die sonstige Zusammensetzung der Luft die gleiche geblieben ist, innerhalb letzterer Zeit Stickstoffverlust und Stickstofffestlegung das Gleichgewicht gehalten haben.

Die Natur besitzt demnach Mittel und Wege zur Festlegung von freiem Stickstoff, und diese sind heute auch, allerdings wahrscheinlich erst zum Teil, bekannt. Man kann sie einteilen in physikalische, chemische und biologische Mittel zur Stickstoffbindung. — Bei der Wirksamkeit physikalischer Faktoren ist die Überführung des Stickstoffs in eine chemische Verbindung nicht immer das Resultat, so bei der Lösung in Wasser und bei der Absorption beziehungsweise Adsorption durch den Boden. Eine physikalische Erscheinung indessen, die zur chemischen Bindung von Stickstoff führt, sind die elektrischen Entladungen in der Atmosphäre, durch deren Wirkung Oxydationsprodukte des Stickstoffs entstehen. Diese Verbindungen werden dann durch Regen, Tau oder Schnee gelöst dem Boden als Pflanzennährstoffe zugeführt.

Es ist eine große Anzahl von Untersuchungen ausgeführt worden über die Stickstoffmengen, die durch die Niederschläge in den Boden gelangen. Zum Beispiel hat *W. Leather*⁴⁾ in zwölfmonatlicher Beobachtungszeit einen regenreichen Ort Indiens, einen regenärmeren Ort Indiens und die Versuchsstation Rothamsted in England in bezug auf den Stickstoffgehalt ihrer Niederschläge verglichen und hat hierbei die folgenden Ergebnisse erhalten:

Ort	mm Niederschlag	Teile Stickstoff in 1000000 Teilen als		= kg N pro 1 ha		
		NH ₃	HNO ₃ + HNO ₂	NH ₃	HNO ₃ + HNO ₂	= N
Dehra Dun . .	2200	0,104	0,070	2,283	1,533	3,816
Cawnpore . .	1254	0,221	0,068	2,782	0,861	3,643
Rothamsted . .	692	0,440	0,183	3,040	1,264	4,304

*H. Ingle*²⁾ hat in der Zeit vom 1. Juli 1904 bis 30. Juni 1905 wöchentlich entnommene Regenwasserproben von Pretoria untersucht und folgende Durchschnittswerte für das ganze Jahr bekommen:

mm Niederschlag	Teile N in 1000000 Teilen als		= kg N pro 1 ha		= % N als	
	NH ₃	HNO ₃	NH ₃	HNO ₃	NH ₃	HNO ₃
617,5	1,194	0,196	7,383	1,214	85,9	14,1

Neuere Untersuchungen über die Zusammensetzung des Regens liegen vor von der Insel Barbados³⁾. Dasselbst wurden in „Dodds botanical garden“ von Dezember 1906 bis März 1908 an Gesamtniederschlägen 1499 mm (= 882 mm pro 1 Jahr) gemessen. Mit diesen Regenmengen gingen nieder 1,080 kg Stickstoff pro Jahr und Hektar. — *Fr. Th. Shutt*⁴⁾ hat besonders die in Form von Schnee gefallen Niederschläge mit berücksichtigt. Während eines Jahres führten die Niederschläge von

¹⁾ *W. Leather*, Memoirs of the Department of Agriculture in India, I, Nr. 11, 1907.

²⁾ *H. Ingle*, Transvaal Agric. Journal 1905, 4, 105.

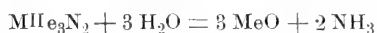
³⁾ Rpt. Agric. Work Barbados, Impt. Dept. Agr. West-India 1906—1908.

⁴⁾ *Fr. Th. Shutt*, Chemical News 1909, 100, 305.

⁴⁾ Es gibt aber bekanntlich sogenannte denitrifizierende Bakterien, die zu den reduzierenden Bakterien gehören, und deren Tätigkeit darin besteht, Salpeter zu Stickstoff abzubauen.

Ottawa (Canada) dem Boden pro Hektar 43,4 g Stickstoff (sic!) zu, hiervon waren 74 % Ammoniakstickstoff und 26 % Stickstoff aus Salpetersäure und salpetriger Säure. Ein ganz ähnliches Prozentverhältnis ist in Rothamsted ermittelt worden, und auch in Schweden¹⁾ wurden ähnliche Befunde gemacht. Noch verschiedene Forscher haben Untersuchungen über den Stickstoffgehalt der Niederschläge ausgeführt, wie *F. Weeden*²⁾, *Aufroy*³⁾, *Loew* und *Aso*⁴⁾ u. a. Die hier angeführten Beispiele mögen jedoch genügen. Zu erwähnen ist indessen noch, daß Regenfälle des Anfangs mehr gebundenen Stickstoff enthalten als gegen Ende, und daß heftige Regengüsse weniger Stickstoffverbindungen herab bringen als leichte (*Loew* und *Aso*), auch werden in den heißesten Monaten die größten Mengen von Stickstoffverbindungen im Regenwasser gefunden (*Aufroy*). — Es ist nun aber wohl zu beachten, daß nicht aller dieser Stickstoff, den die Niederschläge in Form von Verbindungen aus der Atmosphäre niederführen, als direkt aus dem elementaren Stickstoff entstanden aufgefaßt werden darf. Zunächst gilt dieses nicht für den größten Teil des Ammoniakstickstoffes, den man in der Hauptsache als Fäulnisprodukt von der Erdoberfläche auffassen muß. Aber auch von den Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs wird nur ein Teil durch Oxydation des Luftstickstoffs entstanden sein, der andere dagegen durch Oxydation von Ammoniakstickstoff.

In sehr frühen erdgeschichtlichen Zeiten, und wo ähnliche Verhältnisse durch Eruptionen usw. hergestellt werden, auch heutzutage noch ist eine natürliche Entstehung von Stickstoffverbindungen aus elementarem Stickstoff auf einem anderen, mehr rein chemischen Wege denkbar. *V. Kohlschütter*⁵⁾ hat nämlich nachgewiesen, daß in den Uranmineralien außer dem Helium auch Stickstoff enthalten ist, und zwar nicht im absorbierten oder occludierten Zustande, sondern chemisch gebunden. Er hat ferner durch Versuche gezeigt, daß die Metalle der Uranmineralien in naszierendem Zustande ein sehr starkes Bindungsvermögen für Stickstoff besitzen. Hierbei entstehen sogenannte Stickstoffmetalle oder Nitride, die aber mit Wasser sich bekanntlich leicht in Metalloxyd respektive Hydroxyd und Ammoniak zersetzen nach folgendem Schema:



*Matignon*⁶⁾ hatte bereits gefunden, daß auch die seltenen Erdmetalle rasch Stickstoff aufnehmen, desgleichen das Zirkon, Niobium und Vanadium, ferner ist es bekannt, daß auch die gewöhnlichen Erdalkalimetalle sich mit Stickstoff verbinden. Die Entstehungsbedingungen solcher Metallnitride werden aber in frühesten Erdperioden reichlich vorhanden gewesen sein, zumal da ja *Kohlschütter* (l. c.) in den Uranmineralien auch Nitride gefunden hat.

Auf eine weitere Möglichkeit chemischer Stickstoffbindung in der Natur soll erst bei dem Kapitel der künstlichen Stickstoffausnutzung verwiesen werden.

¹⁾ *Feilitzen* und *Lugner*, Einige Untersuchungen über den N-Gehalt der atmosphärischen Niederschläge in Flahult in Schweden. *Fühlings landw. Zeitschr.* 1910, 59, 248.

²⁾ *F. Weeden*, *Americ. Rpt. Dept. Agr.* i. Stock (Queensland), 1908—1909, 59, 60, 77, 78.

³⁾ *Aufroy*, *Bulletin écon. Indo-Chine*, nouv. sér. 1909, 12, 595.

⁴⁾ *O. Loew* und *Aso*, *Bull. Coll. Agric. Tokyo*, Imper. Univers. Japan, 1908.

⁵⁾ *V. Kohlschütter*, *Liebigs Ann. Chem.* 1901, 317, 158. (Es erscheint fraglich, ob in den Uranmineralien nicht das starke Stickstoffbindungsvermögen des Radiums eine Hauptrolle spielt. D. Ref.)

⁶⁾ *Matignon*, Paris, Absorption von H und N durch seltene Erden, *ref. Ch. Zt.* 1900.

Wir wenden uns nunmehr der Festlegung des atmosphärischen Stickstoffs auf biologischem Wege zu, einem Gebiete, welches in den letzten fünfundzwanzig Jahren reiche Bearbeitung gefunden hat.

Daß Leguminosenanbau eine künstliche Stickstoffdüngung entbehrlich macht, war schon zu *Plinius'* Zeiten bekannt, aber der Grund hiervon blieb lange verborgen, selbst als man die charakteristischen Leguminosenknöllchen entdeckt hatte, hielt man sie lange Zeit hindurch lediglich für Eiweißmagazine. Erst durch die bahnbrechenden Arbeiten von *Hellriegel* und *Wilfarth*¹⁾ im Jahre 1888 über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen kam Licht in diese Frage. Nachdem übrigens die Verfasser schon in den sechziger Jahren mit diesen Arbeiten begonnen hatten, hätten sie sich mit ihrer Entdeckung beinahe zuvorkommen lassen, und zwar durch *Ericksson*²⁾, der 1874 in den Leguminosenknöllchen pilzfäden- und bakterienähnliche Gebilde fand, den letzteren aber eine irrtümliche Deutung gab. *Hellriegel* und *Wilfarth* faßten die Resultate ihrer Arbeit in sieben Kardinalpunkten zusammen, von denen uns in diesen Zeilen ganz besonders die folgenden angehen: „3. Den Leguminosen steht außer dem Bodenstickstoff noch eine zweite Quelle zur Verfügung, aus welcher sie ihren Stickstoffbedarf in ausgiebigster Weise zu decken, respektive soweit ihnen die erste Quelle nicht genügt, zu ergänzen vermögen. 4. Diese Quelle bietet der freie elementare Stickstoff der Atmosphäre. 5. Die Leguminosen haben nicht an sich die Fähigkeit, den freien Stickstoff der Luft zu assimilieren, sondern es ist hierzu die Beteiligung von lebensfähigen Mikroorganismen im Boden unbedingt erforderlich. 6. Um den Leguminosen den freien Stickstoff für Ernährungszwecke dienstbar zu machen, genügt nicht die bloße Gegenwart beliebiger niederer Organismen im Boden, sondern ist es nötig, daß gewisse Arten der letzteren mit den ersteren in ein symbiotisches Verhältnis treten. 7. Die Wurzelknöllchen der Leguminosen sind nicht als bloße Reservespeicher für Eiweißstoffe zu betrachten, sondern stehen mit der Assimilation des freien Stickstoffs in einem ursächlichen Zusammenhang.“ — An *Hellriegel* und *Wilfarth* schlossen sich Arbeiten von *Beijerinck*³⁾ und von *Frank*⁴⁾ an, die unter anderem die stickstoffassimilierenden Bakterien zu bestimmen versuchten. Ersterer beschrieb Organismen aus den Leguminosenknöllchen als *Bacillus radicola*, diese Organismen stellten aber nach *Frank* Formelemente dar, die sich aus der als Mykoplasma bezeichneten Mischung von Bakterien und Protoplasma differenzieren und die er als Bakteroiden bezeichnet. *Beijerinck* wäre somit nach *Frank* in den gleichen Irrtum verfallen, wie früher *Ericksson* (siehe oben). *Frank* erforschte den Vorgang der Infektion der Leguminosen durch die stickstoffsammelnden Bakterien und benannte die letzteren als *Rhizobium leguminosarum*. Er ist der Meinung, der Ort, wo die Assimilation des Stickstoffs stattfindet, seien nicht die Knöllchenorgane, sondern die Blattflächen, er findet die Bakterien im ganzen Pflanzenkörper verteilt. Eine ähnliche Ansicht vertritt übrigens *Stoklasa*⁵⁾, auch bei ihm wird die Stickstoffassimilation

¹⁾ *Hellriegel* und *Wilfarth*, *Unters. über d. Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen*, Beilageheft z. d. *Zeitschr. d. Vereins f. Rübenzuckerindustrie d. D. R.*, XI, 1888.

²⁾ *Ericksson*, *Studier öfver leguminosernes rotknölar*, Lund 1874.

³⁾ *Beijerinck*, *Botanische Zeitung* 1888, 46.

⁴⁾ *Frank*, Über die Pilzsymbiose der Leguminosen, Berlin, C. Parey, 1890. (Spez.-Abdr. aus dem *landw. Jahrb.* 1890.)

⁵⁾ *J. Stoklasa*, *Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich* 1898, 1, 78.

bei den Leguminosen durch die Blätter bewirkt, indem die Bakterien eine Art von Enzym ausscheiden, durch dessen Reiz das lebende Protoplasma der Wirtspflanze zu energischer Assimilation elementaren Stickstoffs gereizt wird. Derartige Theorien der Stickstoffbindung dürften, wie *Löhnis*¹⁾ wohl mit Recht meint, „als erledigt angesehen werden“. Nach *Frank* (l. c.), *Roy*²⁾, *Nobbe* und *Hiltner*³⁾ erfolgt die Bindung des im Wasser gelösten, durch die Wurzeln in die Pflanze gelangten Stickstoffs in den Knöllchen. Die Infektion der Leguminosen durch Knöllchenbakterien findet, wie die meisten Autoren annehmen, dadurch statt, daß die Wurzeln einen Lockstoff ausscheiden, über dessen Natur man sich noch nicht ganz einig ist. Die Verarbeitung des aufgenommenen Stickstoffs erfolgt nach *Hiltner*⁴⁾ unter Mitwirkung eines Enzyms. Die Bakteroiden scheiden jedenfalls stickstoffhaltige Stoffwechselprodukte aus, die der Pflanze zur Nahrung dienen (*Nobbe* und *Hiltner* l. c.).

Es ist nun seither sehr viel über diese „Stickstoff-ammien“ der Leguminosen gearbeitet worden, wovon wir hier nur das Wichtigste streifen können. Es drängen sich naturgemäß verschiedene Fragen auf, zum Beispiel die, ob denn bei allen Leguminosen derselbe *Bacillus* tätig sei, und wie es sich mit dessen Verbreitung verhalte. Es hat sich ergeben, daß eine jede Leguminose einen anderen Knöllchenerreger besitzt (außer *Gleditsia triacanthos*, die man bisher allein nur knöllchenfrei gefunden hat). Näheres hierüber gehört indes nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Was die Verbreitung betrifft, so schreibt *Hopkins*⁵⁾ für die Verhältnisse seiner Heimat, daß die Bakterien von Rotklee und Pferdebohnen daselbst ziemlich verbreitet seien, was wohl im allgemeinen für die Anbauggebiete dieser Pflanzen überhaupt gelten wird. Auch was *Hopkins* über das Fehlen der Bakterien der Sojabohne berichtet, gilt für alle Verhältnisse, unter denen Soja nicht heimisch ist. Ich verweise hierüber auf eine Mitteilung von *F. Wohltmann*⁶⁾, nach der in Österreich die Versuche, Soja anzubauen, fehlgeschlagen seien; nach *Wohltmanns* Ansicht würde eine Impfung mit Boden, auf dem die Soja heimisch ist, Abhilfe schaffen. — Ein noch näher liegender Gedanke, als Zahl und Verbreitung der Leguminosenbakterien, war jedoch der, ob nicht auch andere Pflanzen imstande seien, wenigstens fakultativ atmosphärischen Stickstoff zu binden. Früher bereits, als die Stickstoffassimilation durch die Knöllchenbakterien klar erkannt war, hatte *M. Berthelot*⁷⁾ die Stickstoffbindung durch frei lebende Bakterien des Bodens nachgewiesen, die strenge Bestätigung dieser Tatsache erfolgte einige Jahre später durch die Arbeiten *Winogradsky*⁸⁾. Die Wichtigkeit der hierdurch ermöglichten Stickstoffanreicherung in Kulturböden wurde bald erkannt, unter anderen auch von *J. Kühn*⁹⁾, der auf dem Versuchsfeld des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle seit dem Jahre 1878 ununterbrochen Roggen nach sich selbst baute und den immer wieder günstigen Ertrag auch der ungedüngten Parzellen auf bakterielle Stickstoffanreicherung zurückführte¹⁰⁾. *Wino-*

gradsky (l. c.) hatte das *Clostridium Pastorianum* beschrieben, ihm folgte der *Azotobacter chroococcum Beijerinckii*¹⁾, der sehr weit verbreitet ist und energischer als *Cl. P.* Stickstoff zu binden vermag. Von der Verbreitung des *Azotobacter* gibt uns eine Vorstellung, daß ihn *Keutner*²⁾ neben *Clost. Past.* als regelmäßigen Bewohner des Meeres kennen gelehrt hat. Speziell für *Azotobacter* weist er nach, daß derselbe in einer Nährlösung mit 8 % Kochsalz noch Stickstoff zu assimilieren vermag (euryhaliner Organismus). *Keutner* hat die Stickstoffbakterien am Meeresgrunde auf festsitzenden Algen, aber auch an Planktonorganismen gefunden. Auch am Süßwasserplankton sind sie weit verbreitet. Von *Keding*³⁾ erfahren *Keutners* Angaben volle Bestätigung, es ist somit anzunehmen, daß die Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs auch für die Pflanzenwelt der See eine Rolle spielt. *Keding* sucht die Verbreitung des *Azotobacter*, die, wie schon erwähnt, eine sehr große ist, durch den Wind zu erklären, da der Organismus elf Monate lang scharfes Austrocknen vertrug, ohne seine Assimilationsfähigkeit einzubüßen. Über die Lebensbedingungen der Stickstoff bindenden Bakterien hat in neuer Zeit besonders *Fischer*⁴⁾ in Bonn gearbeitet, speziell für *Azotobacter* ist Kalk unentbehrlich (cf. auch *Vogel* und *Gerlach*). Der Kalk hat nach ihm aber wahrscheinlich nicht nur Ernährungsfunktionen, da die in jedem Boden vorhandene Kalkmenge ausreicht. Was die sonstigen Mineralnährstoffe betrifft, so haben *Wilfarth* und *Wimmer*⁵⁾ festgestellt, daß in reinem Sande, auch bei Gegenwart genügender Mengen von Kali, Kalk und Magnesia, kein Stickstoff bakteriell gebunden wurde, wenn die Phosphorsäure fehlte. Auch *Wohltmanns* spezifischer Düngungsversuch in Poppelsdorf zeigte Wirksamkeit von *Clostridium* und *Azotobacter* nur auf Parzellen, die Kalk, Magnesia, und Phosphorsäure erhalten hatten. Dies beschränkt natürlich die sonst weite Verbreitung von *Azotobacter* auf solche Böden, wo diesen Bedingungen Genüge getan ist. Aber auch gewisse Bodenbedingungen müssen erfüllt sein, so konnte *H. v. Feilitzen*⁶⁾ bei Untersuchung einer großen Anzahl von Moorböden, die zum Teil schon in alter Kultur waren, nur in einem Falle *Azotobacter* feststellen; es handelte sich hier um einen fast neutralen Hochmoorboden in Sandmischkultur, der seit neunzehn Jahren in Kultur war und Stallmist und Kunstdünger erhalten hatte. Von sonstigen Bedingungen hat *Schneider*⁷⁾ Lockerheit und gute Krümelstruktur, also gute Durchlüftung, als förderlich für die Stickstoffbindung konstatiert. Ferner brauchen die Stickstoffbakterien auch organische Stoffe als Energiequelle, von denen *H. Pringsheim*⁸⁾ Traubenzucker, Rohrzucker, Stärke, Milchezucker und Mannit auführt. Nach seinen Arbeiten⁹⁾ ist hierzu noch die Cellulose zu zählen. Nach *Stoklasas*¹⁰⁾ Untersuchungen wird übrigens die Energie der Stickstoffbakterien auch durch Gegenwart von Mangan erhöht. — Außer dem *Azotobacter chroococcum* und *Clostridium Pastorianum* sind im Laufe der Zeit noch eine Anzahl stickstoffbindender Bakterien beschrieben worden, von denen *Bacillus ellen-*

1) *Löhnis*, Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie, Berlin 1910.

2) *Roy*, Compt. rend. 39, 1854, p. 1133.

3) *Nobbe* und *Hiltner*, landw. Vst. 42, 1893, 477.

4) *Hiltner*, Naturw. Ztschr., Land- und Forstw. 1, 1903, 9.

5) *Hopkins*, Univ. of Illinois, Agr. Exp. Stat. Bullet. 94.

6) *F. Wohltmann*, Vorlesung über speziellen Pflanzenbau.

7) *Berthelot*, Comptes rendus 101, 1885, 104, 1887.

8) *Winogradsky*, Comptes rendus 116, 1893.

9) *J. Kühn*, Fühlings landw. Ztg. 50, 1901, 2—9.

10) Diese einfeldrige Wirtschaft *Kühns* besteht heute noch fort, trägt also kommenden Winter zum 36. Male Roggen. D. Ref.

1) *Beijerinck*, Zentr. f. Bakt. u. Par. II, 7, 1901.

2) *Keutner*, Wissensch. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F., Bd. VIII.

3) *Keding*, Wissensch. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F., Bd. IX, 275.

4) *Fischer*, J. f. Landw. 1905, Bd. 53, 61 und später.

5) *Wilfarth* und *Wimmer*, landw. Vzt. 1907, Bd. 67, p. 27.

6) *H. v. Feilitzen*, Fühlings landw. Ztg. 1910.

7) *Schneider*, Ph., landw. Jahrb., Ergb. IV, 1906.

8) *H. Pringsheim*, Zentr. f. Bakt. II, 1908, Bd. XX, 248.

9) *H. Pringsheim*, ebenda, XXIII, 300 usw.

10) *Stoklasa*, Zentr. f. Bakt. II, 1909, XXI, Nr. 15—16.

bachensis a Caron und das zu den Buttersäurebakterien gehörige, von H. Pringsheim¹⁾ als Stickstoff assimilierend erkannte *Clostridium americanum* genannt seien. Erwähnenswert ist noch, daß Löhnis und Pillai²⁾ aus humusarmen Lehmöden eines indischen Reisfeldes stickstoffassimilierende Bakterien isolierten. *Azotobacter* war nicht vertreten; durch reichlichere Stickstoffbindung zeichneten sich aus: *Bacterium pneumoniae*, *Bacterium malabarensis* und *Micrococcus sulfureus*. Kaserer³⁾ berichtet ferner im Jahre 1907 von einigen neuen Stickstoffbakterien mit autotropher Lebensweise, und zwar: *Bacillus pantotrophus*, *Bacillus nitrator*, *Bacillus azotofluorescens*, der letztere ist imstande, aus Ameisensäure und Luftstickstoff kohlen-saures Ammon zu bilden. Auch die Leguminosenbakterien wurden darauf untersucht, ob sie im freien Zustande fähig seien, Stickstoff zu assimilieren. Während Stoklasa⁴⁾ für *Bacterium radicicola* Stickstoffbindung überhaupt in Abrede stellt, weist E. B. Fred⁵⁾ für dasselbe eine Stickstoffassimilation sogar nach, wenn es gar nicht mit Leguminosen in Symbiose befindlich ist. — Die Stickstoffbindung durch blaugrüne Algen, speziell durch Nostocaceen, wurde durch Schlösing und Laurent⁶⁾ festgestellt, diese Organismen dürften somit in der Landwirtschaft besonders bei der Schattengare des Bodens eine bedeutsame Rolle spielen. Für niedere, chlorophyllgrüne Algen ist die Tatsache einer Stickstoffassimilation durch Schneidewind und Krüger⁷⁾ stark in Frage gestellt worden. — Auch die Rolle von Hefepilzen, Schimmelpilzen usw. bei der Ausnutzung des Luftstickstoffs ist von verschiedenen Seiten studiert worden. Wir wollen hier nur der Arbeiten von Kny⁸⁾, Charlotte Ternetz⁹⁾, G. Fröhlich¹⁰⁾ und H. Zickes¹¹⁾ gedenken. — Kny hatte in Gemeinschaft mit Koturo Saida die Stickstoffassimilation durch Schimmelpilze untersucht und positive Befunde erhalten für *Phoma Betae*, *Mucor stolonifer* und *Aspergillus niger* auch bei Abwesenheit von Stickstoffverbindungen im Nährsubstrat, für *Endococcus purpurascens* nur bei Anwesenheit gebundenen Stickstoffs. — Heinze bezweifelt indessen, daß Schimmelpilze wirklich elementaren Stickstoff verarbeiten können. Charlotte Ternetz (l. c.) hat aus Ericaceenwurzeln Schweizer Torfmoore und anderer Orte Pilzmycel isoliert, welches mit dem des endotrophen Mycorrhizapilzes der Erika übereinstimmte (nämlich *Oxycoccoes palustris*). Sie stellte fest, daß dieser Pilz absolut nur wenig Stickstoff zu speichern vermag, viel weniger als *Winogradsky's* *Clostridium*, dafür arbeitet er aber ökonomischer, da er weniger Zucker als Energiequelle verbraucht. G. Fröhlich (l. c.) stellte die Stickstoffbindung durch einige auf abgestorbenen Pflanzen häufige Hyphomyceten fest. H. Zickes (l. c.) endlich wies nach, daß auch vereinzelte, auf Laubblättern vorkommende Hefepilze Stickstoff aus der Luft assimilieren und dadurch bei Laubfall eine Stickstoffbereicherung des

Bodens herbeiführen. Mit dieser Tatsache stehen in Zusammenhang die Arbeiten über die Stickstoffansammlung durch Wald, von denen besonders die von Montemartini¹²⁾ und Henry¹³⁾ wichtig sind. Montemartini untersuchte speziell Platanen- und Erlenblätter; der Stickstoffgehalt der ersteren stieg von Dezember bis Mai von 1,33 % auf 1,40 %, der der letzteren von 1,40 auf 1,75 %. Gepulverte Blätter, die mit einem Tropfen Waldbodenauflauf versehen ins Freie gestellt wurden, enthielten im November 0,783 g Stickstoff, im März darauf 0,812 g. — Henry ist der Meinung, daß dürre Blätter (Eiche, Hagebuche) unter der Mitwirkung von Mikroorganismen hinreichende Stickstoffmengen aufnehmen, um dem Stickstoffbedarf der Holzproduktion zu genügen. Ein auf Dünsand stehender Kiefernwald hat auf diesem Wege in 58 Jahren bis zu 15 cm Tiefe 270 kg Stickstoff pro 1 ha aufspeichert. Der Boden eines alten Eichenwaldes ergab, in gleicher Weise untersucht, sogar ein Kapital von 2500 kg Stickstoff pro 1 ha. — Ein Versuch mit *Pinus maritima* in Glassandkultur lieferte bis zu 4 cm Tiefe eine Stickstoffanreicherung durch abgeworfene Nadeln von durchschnittlich 8 kg pro Jahr. (Genau können natürlich derartige Versuche nicht sein, denn es wird natürlich aller auf andere Weise, z. B. in gebundener Form, aus der Atmosphäre aufgenommenen Stickstoff mitbestimmt, ferner können die Verhältnisse beim Wald, wo die Auswaschungsverluste bedeutend vermindert und die Zersetzungen stark verlangsamt sind, nicht für alle Verhältnisse maßgebend sein. D. Ref.)

Was nun eine Assimilation atmosphärischen Stickstoffs durch höhere Kryptogamen und durch Phanerogamen anbetrifft, so steht der Möglichkeit einer solchen die Majorität der Forscher durchaus ablehnend gegenüber. Briosi¹⁴⁾ allerdings ist zu Ergebnissen gekommen, die eine Stickstoffassimilation der Kryptogamen, besonders für *Salvinia auriculata* und *Azolla caroliniana*, beweisen, an höheren Pflanzen können nach ihm *Lemna maior* und *minor* Stickstoff binden. — Eine Zeitlang hat man geglaubt, daß der Senf befähigt sei, atmosphärischen Stickstoff festzulegen. Es scheint dies indessen nicht der Fall zu sein; Pfeiffer und Franke¹⁵⁾ bezeichnen den Senf als eine Pflanze, die zwar imstande sei, eine Stickstoffbindung vorzüglich auszunutzen, er sei ein hervorragender Stickstoffhalter, aber elementaren Stickstoff könne er nicht binden. Lemmermann und Blank¹⁶⁾ kommen zu dem Schluß, daß die bisherigen Versuche nicht dafür sprechen, daß der Senf ein Stickstoffsammler sei. Einzelne Forscher sind aber in der Verallgemeinerung der Stickstoffassimilationsfähigkeit noch bedeutend weiter gegangen als Briosi, so Jamieson¹⁷⁾, der in einer von den Fachgelehrten gründlich abgelehnten Arbeit gewissermaßen den folgenden Leitsatz aufstellt, daß die Pflanzen fast allgemein Stickstoff aus der Luft aufnehmen und in Eiweiß umwandeln könnten. Als Assimilationsorgane hierfür deutet er besondere Haare, die er als Albumingeneratoren bezeichnet. In neuester Zeit ist wieder eine Arbeit über die Stickstoffassimilation in den höheren Pflanzen erschienen, und zwar von Eva Mameli und Gino Pollacci¹⁸⁾. Nach diesen zeigten *Acer Negundo*,

¹⁾ H. Pringsheim, ebenda, 1906, XVI, Nr. 25, 795.

²⁾ Löhnis und Pillai, Zentr. f. Bakt. II, 1907, XIX, 87.

³⁾ Kaserer, Arb. d. landw. Labor. u. d. Versuchswts. d. k. k. Hochschule f. Bodenkult. in Wien.

⁴⁾ Stoklasa, Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, 1908, I, 78.

⁵⁾ E. B. Fred, Centr. f. Bact., II, 1912, 15/16, 376.

⁶⁾ Schlösing und Laurent, Ann. de l'Inst. Pasteur, 6, 1892, p. 837.

⁷⁾ Schneidewind und Krüger, Landw. Jahrb., 1900, 29, 771.

⁸⁾ Kny, 73. Vers. der Gesellsch. deutscher Naturf. u. Ärzte in Hamburg, 22.—28. Sept. 1901.

⁹⁾ Ch. Ternetz, Ber. d. dtsh. bot. Ges., 1904, 22, 267 bis 274, und Naturw. Rundsch., 1904, 37, 476.

¹⁰⁾ G. Fröhlich, Naturw. Rundsch., 1908, XXIII, Nr. 19.

¹¹⁾ H. Zickes, Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften in Wien, math.-naturw. Kl., 1909, 118.

¹²⁾ Montemartini, Staz. agrar. speriment., 1906, 38, 1060.

¹³⁾ E. Henry, Journ. d'agric. prat., 1907, I, 549, 80, 613, 45, 78.

¹⁴⁾ Briosi, Naturw. Rundschau, 1910, 32, 410.

¹⁵⁾ Pfeiffer und Franke, landw. Versuchsst., 1897, 48, 455.

¹⁶⁾ Lemmermann und Blank, ebenda, 1908, 59.

¹⁷⁾ Jamieson, Agric. Research. Assoc., 1905, Aberdeen (Util. of Nitrogen in air by plants).

¹⁸⁾ Eva Mameli und Gino Pollacci, Naturw. Rundsch. 1911, 484.

Solanum nigrum, *Cucurbita Pepo*, *Polygonum Fagopyrum* und am stärksten *Raphanus sativus* einen Stickstoffzuwachs, der nur der Luft entstammen konnte. Die Verfasser kommen zu dem Resumé, daß die Fähigkeit, Luftstickstoff zu assimilieren, allen Pflanzen zukomme. Übrigens hatte auch *Briosi* (l. c.) gemeint, daß die Bindungsfähigkeit für elementaren Stickstoff in der Pflanzenwelt verbreiteter sei, als man denke, und daß nur dadurch die Boussingaultsche Anschauung, wonach eine solche Assimilation nicht stattfindet, den Sieg davongetragen habe, daß nicht alle Pflanzen gleichmäßig Stickstoff assimilieren. — Gegen ein solches Verhalten wenden sich unter anderen *Kövessi* und *Henry*. Ersterer widerlegt die Tatsache einer Stickstoffaufnahme durch Pflanzenhaare (cf. *Jamieson*), und *Henry* spricht die Ansicht aus, daß die beobachtete Stickstoffaufnahme aus der Luft nur deren Ammoniakgehalt entstammen könne. Ammoniak vermögen ja die Pflanzen bekanntlich mittels ihrer Spaltöffnungen aus der Luft aufzunehmen. — Während somit einzelne Gelehrte weit über das Ziel hinausgeschossen haben, fehlt es andererseits auch nicht an solchen, die der ganzen Frage der Assimilation elementaren Stickstoffs sehr skeptisch gegenüber stehen. Um nur ein Beispiel zu nennen, sei die kritische Äußerung von *Reichenbach*, *Pfeiffer* und *Ehrenberg*¹⁾ mitgeteilt, nach der noch kein Versuch bekannt ist, welcher den Beweis erbrächte, daß die freilebenden, stickstoffbindenden Bakterien unter praktischen Verhältnissen eine wesentliche Tätigkeit entfalten.

(Schluß folgt.)

Bergsons Philosophie und die biologische Forschung.

Von Privatdozent Dr. Julius Schaxel, Jena.

Der Einsicht, daß der biologischen Forschung unserer Tage eine kritische Sichtung ihrer Mittel und eine Klärung über ihre Voraussetzungen und Ziele fehlt, kann sich nur der verschließen, der seine Augen über den Rahmen eng begrenzter Arbeit nicht erhebt und so in einem unbewußt übernommenen Gleise geleitet wird. Von *Driesch* wurde schon vor zwanzig Jahren dieser nun deutlicher fühlbar gewordene Zustand bemerkt. Mehr als sonst jemand hat er sich darum bemüht, durch sinnvoll angelegte Arbeit Besserung zu schaffen. Weil er aber von Anfang an im Banne vitalistischer Ideen stand und die Züge, die der biologischen Wissenschaft ihre eigene Geschichte aufgeprägt hat, verkannte, sind seine Ergebnisse nicht geeignet, allgemein zu befriedigen.

Neuerdings hat man die Philosophie *Henri Bergsons*²⁾ mit dem Beinamen einer „biologischen“ geschmückt. Wir wollen in aller Kürze ihre Stellung zur Biologie untersuchen. Es wird sich dabei zeigen, was die Forschung von ihr zu erwarten hat.

Werden *Bergsons* grundsätzliche Anschauungen in wenigen Sätzen zusammengefaßt, so verliert

sein Werk den eigentümlichen Reiz, den ihm die kunstvolle, von reichem Beiwerk begleitete Darstellung verleiht. Wir müssen die verführerische Fülle interessanter Einkleidungen beiseitelassen, um das Gerüst der wesentlichen Ideen zu erkennen.

Bergson entnimmt der Abstammungslehre, daß die organischen Arten im Laufe der Zeit zu ihrer gegenwärtigen Beschaffenheit gekommen sind. Auch wir Menschen haben eine solche Entwicklung hinter uns. Dabei erfuhr unser Intellekt eine bestimmte Ausbildung. Er wurde so geformt, daß wir uns in der Welt des Leblosen zurecht finden. Unsere Begriffe wurden an der toten Materie gebildet. Das kommt der Wissenschaft von diesen Gegenständen zugute und sichert der Physik und der Chemie ihre Erfolge. Wir operieren in ihnen mit Momentaufnahmen von Gedankenbildern, ohne die Zeit als etwas Reales zu berücksichtigen. Dieses Verfahren erweist sich bei dem Versuch, das Leben selbst darzustellen, als unzulänglich. Der Intellekt, ein Produkt des Werdens in der Zeit und nur mit Begriffen ausgestattet, die auf das Zeitlose gehen, vermag das Werden selbst nicht zu meistern. „Der Intellekt charakterisiert sich durch eine natürliche Verständnislosigkeit für das Leben.“ „Sich das Ganze des Lebens vorzustellen, kann nicht darin bestehen, Begriffe zu kombinieren, die das Leben selbst im Laufe seiner Entwicklung abgelagert hat: wie sollte der Teil dem Ganzen gleichkommen, der Inhalt dem Gefäß, ein Niederschlag des Lebensgeschehens diesem Lebensgeschehen selbst?“

Das Versagen des begrifflichen Denkens macht es notwendig, daß wir uns anderer Mittel zum Erfassen des Lebensprozesses bedienen. Wir finden solche in dem Gefühl des eigenen Erlebens, in dem ungewissen Saum, der sich rings um die intellektuellen Vorstellungen webt und langsam im Dunkel verliert. Was wir in uns nur als verschwimmende Nebelschicht um den leuchtenden Kern des Intellekts kennen, besitzt das Tier als den Instinkt, der seine Organisation über den Körper hinaus erweiternd nach der Form des Lebens selbst gemodelt ist. „Erwachte das in ihm schlummernde Bewußtsein, verinnerlichte er sich zu Bewußtsein, statt sich zu Handlung zu veräußern, könnten wir ihn befragen und vermöchte er zu antworten, er würde uns die tiefsten Geheimnisse des Lebens mitteilen. Denn er ist nur die Fortsetzung der Arbeit, kraft deren das Leben die Materie organisiert . . .“

Um also zum Leben selbst zu kommen, bleibt kein anderer Weg als, daß wir uns der Fesseln des Intellekts entringen und uns von dem seiner selbst bewußt gewordenen Instinkt leiten lassen. Die Intuition bietet für uns den Schlüssel zum Tor des Lebens und führt uns kraft der sympathischen Berührung, die sie zwischen uns und allem Lebendigen herstellt, kraft der Weitung, zu der sie unserem Bewußtsein verhilft, in den eigensten Bereich des Lebens ein; „des Lebens, das wechselseitige Durchdringung, das unendlich fortgesetzte Schöpfung ist“. So gelangen wir zu der ursprünglichen Lebensschwungkraft, die durch die Vermittlung

¹⁾ *Reichenbach*, *Pfeiffer* und *Ehrenberg*, Mitt. der landw. Institute d. Univ. Breslau, III, 899 (ref. 1907).

²⁾ Die Hauptwerke von *Henri Bergson* sind in deutscher Übersetzung bei Eugen Diederichs in Jena erschienen. Für den Biologen kommen besonders in Betracht *Materie und Gedächtnis*, 1908, und *Schöpferische Entwicklung*, 1912.

der entwickelten Organismen von Keimgeneration auf Keimgeneration übergeht. Sie ist „der durch die Materie geschleuderte Strom, der aus ihr zieht, was er eben kann“. Weil diese Wirkung der Lebensschwungkraft auf die Materie weder nach einem vorbestimmten Plane erfolgt, noch von einer Absicht geleitet ist, entsteht die unvorhersehbare Mannigfaltigkeit der Formen, womit das Leben den Weg seiner Entwicklung besät.

Für unsere Betrachtung ist es wesentlich festzustellen, daß *Bergson* zum Erfassen des Lebens besondere Mittel für nötig hält, nämlich die Selbstbesinnung auf die eigene Lebensschwungkraft: die Intuition, und die Einfühlung in die Lebensvorgänge anderer, die uns nicht unmittelbar zugänglich sind, auf Grund der Intuition: die Sympathie.

Mit großem Interesse wird man hier die Frage aufwerfen, welcher Art die Einsichten in die Lebenserscheinungen sind, die *Bergson* selbst mit Hilfe der von ihm namhaft gemachten Betrachtungsweise gewinnt. Wer daraufhin die Werke des Philosophen durchsucht, wird nur enttäuscht werden, falls er irgend etwas Neues zu finden gehofft hat. Die von *Bergson* gezeichnete Geschichte des Lebens und alle seine anderen Bezugnahmen auf Tatsächliches sind nur Einkleidungen dessen, was in zusammenfassenden oder populären Darstellungen der Biologie heute allgemein ausgeführt wird, in die unscharfe Terminologie des Gefühlsmäßigen. Was nach *Bergson* der Intellekt vom Lebendigen in die Begriffe des Leblosen übersetzt hat (die Tätigkeit der üblichen Wissenschaft), das erst löst er wieder in flüchtigen Rauch auf. Berücksichtigt man die durch die philosophischen Voraussetzungen und das zur Verfügung stehende wissenschaftliche Material bedingten Unterschiede, so wird man in *Okens* spekulativer Naturgeschichte mehr Originalität finden als in *Bergsons* schöpferischer Entwicklung.

In der Verwertung des Erforschten befriedigt *Bergson* nicht. Sehen wir zu, ob etwa die forschende Arbeit eine Sichtung ihrer Mittel und Ziele, wie wir oben meinten, von der intuitiven Philosophie zu erwarten hat. Die Antwort auf diese Frage ist einfach: gewiß nicht! *Bergson* lehnt es ab, daß die Philosophie sich mit den Prinzipienfragen der Wissenschaft zu befassen habe. Er glaubt sie dadurch zu der unwürdigen Rolle einer bloßen Registratur zurückgedrängt zu sehen. „Ihr eigenster Gegenstand ist die Spekulation, d. h. das Schauen.“ Ihre Stellung zum Lebendigen ist eben durch Intuition und Sympathie gekennzeichnet, gerade im Gegensatz zur Wissenschaft, die der Intellekt beherrscht. *Bergson* läßt die Wissenschaft vom Leben da, wo sie ist, nämlich in der Wissenschaft vom Anorganischen. „Wissenschaftlich erforschbar ist das Organische nur, wenn der Organismus zuvor einer Maschine angeähnelte worden ist. Die Zellen sind die Maschinenteile, der Organismus ihr Gefüge, während die elementaren Vorgänge, kraft deren die Teile gestaltet werden, als die realen Elemente des Vorgangs gelten, der das Ganze gestaltet hat.“

Wir lesen bei *Bergson*, was wir schon wußten, nämlich daß die Biologie so weit zu Resultaten gelangt, die denen der Physik und Chemie vergleichbar sind, als sie unter der Voraussetzung der Teilbarkeit der Lebenserscheinungen analytisch vorgeht. Die moderne experimentelle Schule macht diese Voraussetzung und verfährt in ihrem Sinne, allerdings meist ohne sich Rechenschaft darüber abzulegen. Auch *Bergson* unterläßt eine tiefergehende Klärung dieser Sachlage. Er begnügt sich damit, die analytische Erforschung des Organismus mit der handwerksmäßigen Herstellung einer Maschine zu vergleichen: „Will jemand eine Maschine machen, so wird er ihre Teile Stück für Stück zurecht schneiden und sie hinterher zusammensetzen: in der fertigen Maschine bleiben sowohl die Teile, wie ihr Gefüge sichtbar. Das Ganze des Resultats repräsentiert hier das Ganze der Arbeit, und jedem Teil der Arbeit entspricht ein Teil des Resultats.“ Dann wird die „handwerkliche Herstellung“ alsbald verlassen, so daß wir darauf verzichten können, die Unzulänglichkeit dieser Charakterisierung der analytischen Biologie ausführlicher darzulegen. Und mit begeistertem Schwung wird dem schauenden Nachbilden der Organismen zugeeilt, zu dem Intuition und Sympathie befähigen sollen, das uns aber bis jetzt noch keinerlei Offenbarungen hat zuteil werden lassen.

Bergsons „biologische“ Philosophie ist für den Biologen wertlos; denn er erfährt durch sie weder warum und wie er handwerken soll, noch zieht er aus ihren besonderen Mitteln Gewinn, abgesehen davon, daß er eigentlich an dem Schauen, zu dem der Philosoph bevorrechtet ist, nicht teilnehmen darf. Es wird dem Forscher weder allgemeine Methodik noch eine brauchbare Methode geboten, sondern er wird aus dem Reiche der fesselnden Arbeit in das der „Freiheit“ geführt. Es scheint eine leere Wüste zu sein, die er da betritt. Nach *Bergsons* eigenen Erzählungen von seinen Ausflügen in dieses Land hat er dort weniger originale Erfahrungen gesammelt als die Spiegelungen wissenschaftlicher Ergebnisse verschwimmend vorüberziehen sehen.

Bergson darf bei den Naturforschern auf keinen Beifall rechnen. Um so sicherer ist ihm der Erfolg bei denen, denen nichts an den einzelnen Resultaten der Forschung, alles an ihrem allgemeinsten Facit liegt. Sie sind heute wieder einmal einige Jahrzehnte von dem unerfüllten Versprechen einer Weltanschauung hingehalten, die sich ganz im Rahmen der Wissenschaft halten will, und des Wartens müde. Ihnen ist eine Philosophie, die sagt, daß sie da anfängt, wo die Wissenschaft aufhört, eben recht.

Besprechungen.

Schneider, Joh., Zur postembryonalen Entwicklung der nereidogenen Form von *Nereis Dumerilii* unter besonderer Berücksichtigung des Darmtrakts. Mitteilungen a. d. Zool. Station Neapel, 1913, Bd. 20, Heft 4, Seite 529—646, mit 19 Fig. i. Text und Taf. 25 u. 26.

Verfasser gibt eine bis in die feinsten histologischen Details gehende ausführliche Beschreibung der Darm-

bildung der von der nereiden Form von *Nereis Dumerilii* erzeugten jungen Anneliden, die besonders wegen der Art, wie hier die Dotterresorption vor sich geht, ein allgemeineres Interesse verdient.

Die Abkömmlinge der Entomerenkerne werden zu den späteren amöboiden Vitellophagen, denen die Aufzehrung des Dotters obliegt, und die dabei schließlich nach einer Reihe von akinetischen Teilungen zugrunde gehen. Daneben aber beteiligt sich an der Dotterresorption die aus dem Mesenteroderm hervorgegangene provisorische Mukosa vermittelt ihrer Fermentwirkung auf den in den Entomeren enthaltenen Dotter oder durch unmittelbare Abkapselung und Aufnahme einzelner Dotterpartikelchen in das Darmepithel. Das dem von Wilson beschriebenen „Zellpflock“ bei *Nereis limbata* entsprechende Mesenteroderm bildet nämlich einen hinteren Mitteldarmabschnitt, der zunächst gegen den zwischen den Entomeren sich anlegenden vorderen Mitteldarmabschnitt durch eine Mitteldarmlamelle abgeschlossen ist. Es können nun eine, zwei, drei oder alle vier Entomeren ihren Dotter in den vorderen Mitteldarmabschnitt vollständig oder auch nur unvollständig entleeren, wodurch es zur Bildung des vom Referenten (*Zoologica*, 1911, Heft 62) so bezeichneten „Roten Körpers“ kommt, der dann vom Darmepithel resorbiert wird. Findet eine sehr starke Entleerung von Dotter in das Mesodäum statt, so reißt in manchen Fällen die Mitteldarmlamelle, und es wird ein „Gelber Körper“ im hinteren Mitteldarmabschnitt gebildet, an welchem sich ähnliche Prozesse wie am Roten Körper abspielen. Doch ist hiermit die Komplikation der Darmbildung noch nicht erschöpft, denn es können die Entomeren in ähnlicher Stufenfolge wie oben ihren Dotter auch nach außen, also in das Cölom, entleeren, wobei zum Überfluß oft noch ein Roter Körper gebildet wird.

Verfasser sucht nun durch einen Vergleich mit anderen Polychäten zu zeigen, daß die entwicklungshemmende Wirkung des Dotters dem durch die Brutpflege veranlaßten steigenden Dottergehalt der Eier parallel geht, wobei vielfach ganz ähnliche Erscheinungen wie bei der Entwicklung dotterreicher Arthropodeneier zutage treten, z. B. die Spezialisierung des Entoderms zu Vitellophagen und sein Ersatz durch Elemente anderen Ursprungs, so durch Ektoderm oder, wie im vorliegenden Falle, durch Mesenteroderm. Die starke Anhäufung des Dotters führt zu einem Zustand innerer Spannung, die dann die Veranlassung zur Entleerung desselben in das Mesodäum oder Cölom oder in beide Hohlräume gleichzeitig wird. Am Schlusse vergleicht Verfasser die Annelidenentwicklung in Hinsicht auf die Darmbildung mit der der Arthropoden und weist auf die Ähnlichkeit bei der Roten-Körper-Bildung von *Nereis*, der Darmbildung von *Capitella* und der Eifurchung niederer Crustaceen hin, die ihn zu der Ansicht führt, daß sich bei den Verfahren der Crustaceen vielleicht einmal ähnliche Prozesse wie bei den genannten Polychäten abgespielt haben, und daß die Komplikationen, die schließlich zur superfiziellen Furchung führten, sich zuerst bei der Mitteldarmbildung bemerkbar machten.

Hempelmann, Leipzig.

Groß, J., *Insekten*. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912. 134 S. u. 56 Abbild. Preis M. 0,90.

Als 5. Band vom „Tierreich“ der Sammlung Göschen ist die Bearbeitung der Insekten von Groß erschienen. Das Werkchen bringt in durchaus gemeinverständlicher Sprache nach einer kurzen Einleitung, die auch die Stellung im System behandelt, zunächst eine Besprechung des Körperbaus der Insekten, die den Hauptteil ausmacht. Es folgt die Fortpflanzung, Entwicklung und Verwandlung. Eine systematische Übersicht, in der

auch die wichtigsten Formen aufgezählt sind, macht den Beschluß. 56 Abbildungen dienen zur Erläuterung des Textes.

Arnold Japha, Halle.

Vincent, Stella Burnham, *The Function of the Vibrissae in the Behavior of the White Rat*. Behavior Monographs, 1912. Vol. 1, Nr. 5. 81 S. u. 19 Fig.

Die Verf. untersuchte die Wichtigkeit des Vorhandenseins der Spürhaare für das Verhalten bei weißen Ratten, indem sie einmal unter Anwendung der Labyrinthmethode die Ortsbewegung normaler Ratten mit derjenigen von Individuen verglich, denen einseitig oder beiderseitig diese Sinnesorgane entfernt wurden, oder denen außerdem die Geruchsnerven durchschnitten waren, oder die man geblendet hatte. Sodann studierte Verf. die Bedeutung der Spürhaare für die Unterscheidung von taktilen Reizen, speziell der Oberflächenbeschaffenheit ihrer Umgebung. Die Tiere mußten zu diesem Zwecke in einer Art Vexierkasten unter mehreren miteinander vertauschbaren zum Futter führenden Kanälen einen solchen mit rauhen gegenüber anderen mit glatten Wänden bevorzugen lernen. Dabei zeigte es sich, daß das Vorhandensein der Spürhaare im Gegensatz zu den Fällen, in denen dieselben entfernt worden waren, von wesentlichem Einfluß auf das Auffinden des richtigen Weges war.

In einer allgemeinen Schlußbetrachtung weist Verf. auf den Wert des Tastsinnes für das Studium des Unterscheidungsvermögens der Tiere hin, eines Sinnes, der ihr von den Experimentatoren zugunsten vor allem des Gesichtssinnes bisher viel zu sehr vernachlässigt zu sein scheint. Ferner werden die Beziehungen zwischen Assoziationsfähigkeit und Unterscheidungsvermögen erörtert und der Einfluß des Vertrautseins mit den Verhältnissen einerseits, sowie des im vorliegenden Falle infolge der durch elektrische Induktionsschläge herbeigeführten Bestrafung des verkehrten Handelns auftretenden erregenden Elements andererseits auf das Verhalten besprochen.

Hempelmann, Leipzig.

Simroth, Heinrich, *Abriß der Biologie der Tiere*. 1. Entstehung und Weiterbildung der Tierwelt. — Beziehungen zur organischen Natur. 155 S. u. 34 Abb. 2. Beziehungen der Tiere zur organischen Natur. 148 S. u. 35 Abb. 3. vermehrte Auflage. Berlin u. Leipzig, G. J. Göschen, 1913. Preis geb. pro Band M. 0,90.

Die neue vermehrte Auflage von Simroths an treffenden und originellen Gedanken reicher Biologie der Tiere bringt unter Beibehaltung der früheren Anordnung zu der unveränderten Grundlage noch eine Menge durch den Fortschritt der Wissenschaft notwendigerweise bedingter Ergänzungen. Zur Orientierung über die so überaus mannigfachen Lebensäußerungen der Tierwelt kann das Werkchen angelegentlich empfohlen werden.

Hempelmann, Leipzig.

Franz, V., *Sehorgan*. VII. Teil des Lehrbuchs der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere, herausgegeben von Prof. Dr. Albert Oppel. Jena, Gustav Fischer, 1913. X, 417 S. u. 431 Abbild. Preis M. 18,—.

Der eben erschienene 7. Teil des bekannten Lehrbuchs der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere von A. Oppel behandelt das Sehorgan der Wirbeltiere. Der Verf., V. Franz, der selbst eine Reihe von Untersuchungen an dem Wirbeltierauge veröffentlicht hat, beschreibt gemäß dem Sinne des vorliegenden Lehrbuchs im allgemeinen an der Hand der anatomischen, physiologischen, zoologischen und medizinischen Literatur den feineren Bau des Sehorgans, stellt aber doch bei manchen Teilen desselben, besonders beim

Glaskörper, dann auch bei der Retina, dem Schnerven und verschiedenen anderen histologischen Einzelheiten neue Gesichtspunkte auf.

Der in topographischer Anordnung der einzelnen Gewebelemente abgefaßten Beschreibung der typischen Wirbeltieraugen ist ein kurzes Kapitel über die Sehorgane von *Amphioxus* vorausgeschickt. Es kann hier der Natur der Sache nach nur auf ein paar Besonderheiten des reichen, durch treffliche Abbildungen unterstützten Textes hingewiesen werden. Die Befunde an der Struktur der Netzhaut scheinen dem Verf. zugunsten der jetzt mehrfach angestrebten Aufteilung der bisherigen Klasse der Fische in mehrere Klassen zu sprechen. Entgegen der weitverbreiteten älteren Anschauung möchte Verf. die Retina im ausgebildeten Zustande für kein reines Epithel mehr ansehen, da besonders die verschiedenen Arten von Ganglienzellen hinsichtlich ihrer Anordnung gegen eine solche Auffassung sprechen. Nur die Neuroepithelschicht, die z. B. *Greeff* neben einem Ganglion retinae und einem Ganglion nervi optici als einen Hauptbestandteil der Netzhaut betrachtet, behält den Epithelcharakter bei. Im Anschluß an die Erörterung der Schichten der Retina stellt Verfasser das Gesetz oder die Regel auf, die ihm von umfassender Bedeutung zu sein scheint: „Mit reicherer histologischer Differenzierung erfolgt reinere Schichtenbildung.“ Unter den Fischen besitzen die Teleostier, unter den Landtieren die Reptilien und ganz besonders die Vögel die am weitesten differenzierte Netzhaut.

Den Glaskörper, unter Abzug jeglichen zelligen Elements, möchte Verfasser als die Basalmembran der Retina auffassen. So kommt er denn auch zu der Annahme, daß bei persistierender Netzhautspalte auch eine Glaskörperspalte persistieren müsse, was er durch verschiedene Angaben aus der Literatur zu beweisen sucht. Schließen sich nun, wie bei den Reptilien und Säugern, die beiden Spalten, so entsteht als Rest der ehemaligen Augenbecherhöhle der Glaskörpertrichter oder -kanal.

Ein Kapitel über die rudimentären Wirbeltieraugen beschließt das ganze Werk, das durch ein umfangreiches Literaturverzeichnis noch einen besonderen Wert erhält. Die Hilfstteile des Auges, Lider, Drüsen und Muskeln, sind nicht behandelt.

Hempelmann, Leipzig.

McAtee, W. L., and F. E. L. Beal, Some common game, aquatic, and rapacious birds in relation to man. U. S. Department of Agriculture. Farmers' Bulletin Nr. 497, Mai 1912. S. 5—30. Mit 14 Fig.

Die Verfasser haben die Beziehungen von 19 Vogelarten zum Haushalt des Menschen studiert und machen sorgfältige Angaben über die Nahrungsgewohnheiten von jagdbaren Vögeln, über den Nutzen und Schaden von Wasser- und Raubvögeln.

Hempelmann, Leipzig.

Beal, F. E. L., and W. L. McAtee, Food of some well-known birds of forest, farm and garden. U. S. Department of Agriculture. Farmers' Bulletin Nr. 506, Sept. 1912. S. 5—35. Mit 16 Fig.

Die Verf. stellen die Nahrung von 20 in den Vereinigten Staaten bekannten Vogelarten fest, weisen deren absolute Nützlichkeit für den Landbau nach und empfehlen sie deshalb unter Beifügung von instruktiven Habitusbildern dem Schutze der Landleute.

Hempelmann, Leipzig.

McAtee, W. L., Bird enemies of the codling moth. Yearbook of U. S. Department of Agriculture for 1911. S. 237—246. Mit 2 Taf.

36 Vogelarten, die sich auf 13 Familien verteilen, sind als natürliche, wesentliche Feinde der den Apfel-

und Birnbäumen durch ihre Brut schädlichen Gespinstmotten in den Vereinigten Staaten erkannt worden. Unter ihnen sind am wichtigsten die Spechte, Blaumeisen und Sperlinge. Die etwaige künstliche Einführung von 10 weiteren fremden Vogelarten, die ebenfalls bewährte Feinde der schädlichen Insekten sind, hält Verf. für gefährlich, da sie eventl. einheimische Arten verdrängen könnten.

Hempelmann, Leipzig.

Plate, L., Leitfaden der Deszendenztheorie. Abdruck aus dem Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. 2. Jena, Gustav Fischer, 1913. S. 1—55. Mit 69 Abbildungen. Preis brosch. M. 1,60.

In einer durch seine Eigenart als Artikel des Handwörterbuches der Naturwissenschaften bedingten knappen und präzisen Form gibt der bekannte Deszendenztheoretiker L. Plate eine kurz zusammengedrängte Übersicht über die gesamte Deszendenztheorie, wie sie sich unserem heutigen Wissen darbietet. Er behandelt die allgemeine Bedeutung dieser Theorie und führt, unterstützt von zahlreichen Abbildungen, Beweise zugunsten derselben an aus der Systematik, der Paläontologie, der vergleichenden Anatomie, der Embryologie und dem Verhalten lebender Tiere. Schließlich stellt er noch die wichtigsten Theorien über Artbildung und organische Zweckmäßigkeit zusammen.

Hempelmann, Leipzig.

Ornithologisches Jahrbuch. Organ für das paläarktische Faunengebiet. Herausgegeben von Victor Ritter von Tschusi zu Schmidhoffen. XXIII. Jahrgang 1912. Hallein. VI, 247 S.

Außer zahlreichen Berichten und Anzeigen über die neueste ornithologische Literatur bringt auch dieser Band des ornithologischen Jahrbuches eine Anzahl bemerkenswerter Aufsätze über die Lebensweise, Verbreitung und Besonderheiten interessanter Vögel aus der Feder bewährter Vogelkenner, die im einzelnen zu nennen Raumangel verbietet. Allein fünf verschiedene Artikel über das Auftreten des Tannenbähers im Jahre 1911 finden sich in diesem Band.

Hempelmann, Leipzig.

Rádl, Em., Paracelsus. Eine Skizze seines Lebens. Isis No. 1, tome I, fascicule 1, S. 62—94. Wondelgen-Lez-Sand 1913.

Was Em. Rádl Biologie-Geschichtliches schreibt, ist immer besonderer Beachtung wert. So enthält auch diese biographische Skizze viele interessante Bemerkungen und zeigt ein vorzügliches historisches Urteil.

Paracelsus hat in seinem vielbewegten Leben mit allen Mitteln die Idee, daß die eigene Erfahrung über die traditionelle Schulweisheit geht, zur Anerkennung bringen wollen. Die Jugend, die Lehrjahre, die Wanderzeit (1493—1526), die zwei Jahre Professur in Basel, der scharfe und grobe Streit mit den Gegnern, das ungestete Umherirren bis zum Tode in Salzburg werden lebendig und fesselnd geschildert. Wir hören von Dingen, „die ein jeder erfahren muß, der sich in den Kampf um eine neue Idee eingelassen hat“.

J. Schazel, z. Z. Palma de Mallorca.

Francé, R. H., Wert und Unwert der Naturwissenschaft. München-Leipzig, Hans Sachs, 1913. 62 S. Preis M. 1,50.

Entgegen der heute oft leichtthin aufgestellten Behauptung, daß unser Zeitalter das der Naturwissenschaften sei, führt der Verfasser aus, daß die Naturwissenschaft auf die geistige Kultur unserer Zeit nur einen verschwindend geringen Einfluß gehabt hat. Sie

ist im besonderen keineswegs die Zerstörer-in der Traditionen. Es liegt durchaus nicht in ihrem Wesen, alles historisch Überkommene zu zersetzen. Die Geschichte lehrt vielmehr, daß der Aufschwung der Naturerkenntnis den geistigen Reformbewegungen auf politischem und religiösem Gebiet immer erst folgt. Die Kritik der naturwissenschaftlichen Methodik ergibt, daß „alle Behauptungen der Naturforschung nur Aussagen über das Verhältnis des Menschen zu dem auf ihn einwirkenden Weltall sind“. Dieser Relativismus verleiht den Versuchen zum Aufbau einer naturwissenschaftlichen Weltanschauung nur geringe Werbekraft den traditionellen religiösen Begriffen gegenüber. Der eigentliche Feind der Traditionen ist die historische Forschung. „Naturforscher, die durch ihre Wissenschaft religiös geworden sind, kennt man genug, aber nicht einen Kulturgeschichtsforscher, dem es so erging.“ Die Historie hat aber für die Befreiung der Menschheit von allen autoritativen Begriffen zu sorgen, wenn sie sich der lebendigen Entwicklung hemmend in den Weg stellen. Die Sache der naturwissenschaftlichen Bildung ist es nicht, dem Menschen ein Weltbild zu verschaffen, sondern ihm eine Kette von Signalen zu liefern, die ihn über das für sein Leben Brauchbare und Unbrauchbare orientieren.

J. Schaxel, z. Z. Palma de Mallorca.

Astronomische Mitteilungen.

Über Höhenwinkelmesser zur astronomischen Ortsbestimmung im Luftfahrzeug macht Prof. Schwarzschild (Potsdam) in der Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt vom 12. Juli d. J. interessante und lichtvolle Mitteilungen unter dem Titel „Libellenhorizont und Libellensextant“, auf die im folgenden etwas näher eingegangen sei. Der Libellenquadrant nach dem System Butenschön oder nach dem wesentlich verbesserten neuesten Modell von Bunge ist nach K. Schwarzschild für das typische Freiballoninstrument zur astronomischen Ortsbestimmung zu halten, während der Libellensextant Modell Spindler und Hoyer als das eigentliche astronomische Rüstzeug für das Luftschiff bezeichnet wird. Nach den Erfahrungen des Unterzeichneten, die sich auf sehr zahlreiche Ortsbestimmungen nicht nur im Freiballon, sondern auch in Lenkluftschiffen aller Systeme beziehen, gibt der dem Schiffssextanten ähnelnde Libellensextant von Spindler und Hoyer tatsächlich etwas genauere Messungsergebnisse als alle Libellenquadranten; dieser Vorteil wird jedoch dadurch wieder aufgehoben, daß die Messungen mit Libellenquadranten im allgemeinen viel einfacher sind und vor allem dadurch, daß bei letzteren, wenn sie gut konstruiert sind, sich der Gesamtfehler des Instruments für sehr lange Zeit praktisch konstant hält, während diese instrumentelle Verbesserung am Libellensextanten in ziemlich erheblichem Maße veränderlich ist, schon wegen der gegeneinander beweglichen Spiegeleinrichtungen. Das neueste Modell Bunge 1913 des Libellenquadranten, das ein größeres Gesichtsfeld, stärkere Helligkeit, eine trägere Libellenblase, besondere Strichteilung der Libelle mit roten Abgrenzungsmarken, halben Spiegel und geteiltes Gesichtsfeld (Gestirn links, Blase rechts im Felde, Ablesung der Minuten an Schraubentrommel und große Trieb-schraube zur Feinbewegung usw.) enthält, hat sich in den letzten Monaten bei Ortsbestimmungen im Luftschiff vorzüglich bewährt. Sehr richtig hebt Prof. Schwarzschild hervor, daß in einem unruhig bewegten Luftschiff sowohl beim Stampfen als auch beim Schlingern die dadurch erzeugte Beschleunigung der Blasenbewegung die Sicherheit der Einstellung erheblich zu stören vermag. Dagegen hilft nur die vom Unterzeichneten auch schon des öftern mit

Erfolg durchgeführte Ausschaltung der Luftschiffmotoren für kurze Zeit. Bei den Z-Schiffen hat es, sobald bei nach unten fehlender Orientierung eine astronomische Ortsbestimmung nötig wird, nicht das geringste Bedenken, die Motoren zu stoppen und das Luftschiff alsdann für ganz kurze Zeit als Freiballon zu benutzen. Bei gestoppten Motoren läßt sich die Höhenmessung der Gestirne vollkommen ruhig ausführen und sogar eine Ablesung der Nadel im Balloninklinatorium zur magnetischen Ortsbestimmung im Nebel (in Breite nach den Isoklinen) ziemlich genau erledigen. Auf die von Prof. Schwarzschild an derselben Stelle veröffentlichte Tatsache, daß eigentlich der tragisch verunglückte Ballon-Polarforscher André der erste war, der ein Libelleninstrument zur geographischen Ortsbestimmung im Luftfahrzeug benutzt hat oder benutzen wollte, hat auch der Unterzeichnete schon vor etwa neun Jahren bei seiner Einführung des Libellenquadranten in die aeronautische Ortsbestimmung hingewiesen. Mit Recht hebt endlich Prof. Schwarzschild hervor, daß im Luftschiff über See, falls als Abschenslinie zu den Höhenmessungen der Gestirne etwa der natürliche Meereshorizont benutzt werden sollte, gerade ein Libellensextant, dessen Libellenhorizont abnehmbar ist und der deshalb auch wie ein gewöhnlicher Schiffssextant benutzt werden kann, besonders geeignet sein würde. Schon an anderer Stelle hatte aber der Unterzeichnete darauf hingewiesen, daß die Benutzung der Kimmlinie zu Höhenmessungen von einem über See fahrenden Luftschiff aus doch ihre Bedenken haben dürfte und erst noch einer praktischen Erprobung bedarf. Bei einer mittleren Fahrhöhe des Luftschiffs von nur 300 m beträgt die Kimmtiefe oder Depression des Meereshorizonts schon über $\frac{1}{2}$ Grad und kann noch nicht einmal als konstant betrachtet werden wegen der beim Visieren nach unten aus jener Höhe vermutlich auftretenden starken Refraktionsanomalien, besonders bei erheblichen Differenzen zwischen Luft- und Wassertemperaturen. Daß sogar auf Seeschiffen der Libellenquadrant oder Libellensextant bei unsichtbarer Kimm sehr wertvoll ist, konnte auch der Unterzeichnete mehrfach auf langen Seereisen feststellen. Auf einer mehrwöchentlichen Seefahrt nach Spitzbergen im Sommer 1912 wurde das Schiff sogar an mehreren Tagen, als tiefe Nebel die Kimm ganz verdeckten, nur nach den Messungen, die der Unterzeichnete an der Sonne mit dem Libellenquadranten ausführte, navigiert. Die Schiffsleitung hatte deshalb auch die Beschaffung eines neuen Libellenquadranten als Ersatzinstrument für astronomische Navigation bei der Direktion der Hamburg-Amerika-Linie beantragt.

Wichtige spektroskopische Messungen an Sternspektren sind auf dem Potsdamer Astrophysikalischen Observatorium von K. Schwarzschild und G. Eberhard ausgeführt worden, Messungen, mit denen auch ein kosmogonisches Interesse verknüpft ist. Es handelt sich um die Spektren der hellsten Sterne im Bootes (Arkturus) und im Stier (Aldebaran) sowie um den schwächeren Stern σ Geminorum, die sämtlich ihrem Spektraltypus nach unserer Sonne als Fixsternsonne verwandt sind. Es fand sich nämlich in den betreffenden Sternspektren eine deutliche Umkehrung der K- und H-Linie des Calciums, wie sie im Sonnenspektrum stets wahrzunehmen ist. Man muß daher annehmen, daß ähnlich wie auf der Sonne besondere Eruptionerscheinungen auch bei jenen Sternen auftreten, die die beobachtete Umkehr der Spektrallinien hervorrufen. Im Anschluß hieran ergibt sich ferner die weitere Frage, ob nicht auch auf jenen Sternen, ähnlich wie in der Sonne, Fleckenerscheinungen auftreten, deren Periode sich dann auch in einer periodischen Veränderlichkeit der Intensität jener Emissionslinien zeigen müßte. Hierauf wäre in Zukunft besonders zu achten bei Fortsetzung der wichti-

gen spektroskopischen Untersuchungen an den Sternspektren, die so interessante kosmogonische Ausblicke gewähren.

Über Bestimmung von Meteorbahnen mit Hilfe der drehbaren Sternkarte macht H. Dole in den Mitteilungen von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik (1913, S. 72, 33) beachtenswerte Mitteilungen. Wenn am Tage oder bei bedecktem Himmel, wo keine Sterne sichtbar sind, ein helles Meteor erscheint, so kann dasselbe mit Hilfe von terrestrischen Objekten festgelegt und genau aufgezeichnet werden. Legt man alsdann bei nächster Gelegenheit von demselben Standpunkte aus, aber bei sichtbaren Gestirnen die nach irdischen Marken früher bezeichnete Bahn nochmals nach den Sternen an Hand der drehbaren Sternkarte, eingestellt auf die ursprüngliche Erscheinungszeit des Meteors, fest, so erhält man sehr befriedigende Resultate. Derartige Bahnbestimmungen von Meteoriten nach der drehbaren Sternkarte sind zweifellos genauer als solche, die auf einfachen Schätzungen von Azimut und Höhe der Meteorerscheinung beruhen.

Über die Absorption der chemischen Strahlung und der Wärmestrahlung der Sonne durch die Erdatmosphäre liegen sehr interessante Untersuchungen von J. Vallot aus korrespondierenden Messungen auf dem Mont Blanc und in Chamonix vor, die ausführlich in den *Comptes rendus* Bd. 155, Nr. 4 mitgeteilt sind und über die das Juniheft der *Meteorologischen Zeitschrift* eine kürzere Mitteilung von J. Vallot selbst enthält. Auf dem Mont Blanc herrscht ein mittlerer Luftdruck von 448 mm, in Chamonix von 672 mm; dieser Luftdruckdifferenz von 224 mm entspricht nach den neuesten Messungen ein Verlust an Sonnenstrahlung in Höhe von 0,3 Kalorien. Auf dem Gipfel des Mont Blanc betrug nämlich die gemessene Wärmestrahlung der Sonne 1,6 und in Chamonix nur 1,3 Kalorien. Wäre die Erdatmosphäre völlig homogen, so müßte der Sonnenstrahlungsverlust an Kalorien oberhalb des Mont Blanc, also von 448 mm bis 0 mm (obere Grenze der überhaupt absorptionsfähigen Luftschichten) etwa doppelt so groß sein, wie der für eine Luftdruckdifferenz von 224 mm gemessene Verlust von 0,3 Kalorien, also rund 0,6 Kalorien betragen. Danach müßte die Sonnenkonstante etwa 2,2 betragen. Da aber erfahrungsgemäß nur die unteren Schichten der Atmosphäre Wasserdampf enthalten, der in den oberen ganz fehlt, liegen die tatsächlichen Verhältnisse etwas anders. In Wirklichkeit zeigen die neuesten und besten Messungen für die Sonnenkonstante, die u. a. von Abbot, Fowle und Aldrich herrühren, auch einen kleineren Wert als früher angenommen wurde, nämlich rund 1,93 Kalorien pro Quadratzentimeter und Zeitminute. Danach würde also die Absorption der Erdatmosphäre oberhalb 4000 m (Mont-Blanc-Höhe) kleiner sein müssen als der für homogene Luftschichten soeben angenommene Betrag von 0,6 Kalorien und nur etwa 0,3 Kalorien betragen. Es verdient Beachtung, daß Vallots photometrische Messungen hiermit auch im Einklang stehen; nur irrt Vallot darin, daß er annimmt, die Sonnenkonstante würde in der Astronomie immer noch auf etwa 4 Kalorien geschätzt.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Der als Ökologie bezeichnete Teil der Botanik, der das Leben der Pflanzen in seinen Beziehungen zum Standort und dadurch auch die Pflanzen als Nachbarn nebeneinander beobachtet, ist ein noch jüngeres Kind der Biologie und der Systematik, zugleich aber eine

Schwester der modernen Pflanzengeographie. Aus dem letzteren Umstand erklärt sich, daß ein pflanzengeographisches Unternehmen, das im Jahre 1904 gegründete, durch Exkursionstätigkeit und Herausgabe von Vegetationsbildern rühmlichst bekannte *Central Committee for the Survey and Study of British Vegetation*, nunmehr die Basis der ersten der Ökologie im besonderen geweihten Vereinigung geworden ist, der *British Ecological Society*. Sie hat sich die Pflege der Pflanzengeographie und Ökologie zur Aufgabe gestellt und will dies Ziel durch Versammlungen, Exkursionen und Herausgabe einer neuen Zeitschrift erreichen. Von diesem Organ, dem *Journal of Ecology* (Herausgeber Frank Cavers, jährlich 4 Hefte 15 sh.), liegt soeben das erste Heft vor. Es enthält aus der Feder von F. W. Oliver die topographische und pflanzengeographische Schilderung von Blakeney Point (Norfolk), einem interessanten, durch Ankauf seitens eines Trusts als Naturschutzgebiet erklärten Küstenstrich, sowie ein Sammelreferat von W. G. Smith über *Raunkiaers* biologische Typen und statistische Methoden der Pflanzengeographie, in dem den geistvollen Ideen und Methoden des dänischen Pflanzengeographen endlich wieder einmal die (in Deutschland auch nicht immer geschenkte) verdiente Beachtung zuteil wird. Sie sind in der Tat, hervorgegangen aus dem Land und der Schule des Mannes, dem die Ökologie ihr Entstehen verdankt (E. Warming), wohl eins der wichtigsten Fundamente für Arbeiten der neuen Gesellschaft. Literaturbesprechungen und Referate, ausführliche allgemeiner Art (15 Seiten von A. G. Tansley über die Einteilung der Pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen Gesichtspunkten von Brockmann-Jerosch und Rübl), sowie solche spezieller Art (Pflanzengeographie und Floristik) schließen den Text, dem ein Verzeichnis neuer Literatur anhängt. Unter dem weiter ins Auge gefaßten Stoff der Zeitschrift verdient die Berücksichtigung der niederen Pflanzen, die Arbeitsmethodik (im Zusammenhang damit die Naturschutzbewegung und das Exkursionswesen) besondere Beachtung.

F. T.

Die Methode der mikroskopischen Gasanalyse, welche Krogh in die Physiologie eingeführt hat, gestattet die Untersuchung von Gasbläschen, welche weniger als $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser haben. Mit einer für viele Zwecke hinreichenden Genauigkeit kann der Gehalt solcher Bläschen an Sauerstoff und Kohlensäure ermittelt werden. Mit dieser Methode hat jetzt Krogh (*Skandinavisches Archiv für Physiologie*, Bd. 29, 1913, p. 29 bis 36) die Zusammensetzung der Luft in den Tracheen der Insekten untersucht. Es ergab sich stets ein sehr viel geringerer Sauerstoffgehalt als in der atmosphärischen Luft, z. B. bei Heuschrecken in den Tracheen der Hinterbeine 15–18%, bei einem Laufkäfer sogar nur 1%, ja in einem Falle völliges Fehlen des Sauerstoffes. Demgegenüber ist der Gehalt an Kohlensäure nicht etwa, wie zu erwarten wäre, ein besonders hoher, beträgt vielmehr meist nur etwa 2% und erreicht selbst in dem Falle, wo der Sauerstoff völlig fehlte, nur 4,4%. Die in den Muskeln des Beines produzierte Kohlensäure verläßt offenbar größtenteils nicht durch die Tracheen, sondern auf dem Blutwege die Stellen ihrer Entstehung. Die starke Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes spricht für eine geringe Ventilation, doch konnte Krogh andererseits zeigen, daß bei einer künstlichen Steigerung der Atembewegungen, wie sie durch Kohlensäure-Anhäufung bewirkt werden kann, bei jedem Atemzuge wenigstens 20% des Luftbestandes der Tracheen gewechselt werden.

P.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 34.

22. August 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Der heutige Stand der Biologie in Amerika. Von *Prof. Dr. Baron J. von Uexküll, Heidelberg.* S. 801.

Über die Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs auf natürlichem und künstlichem Wege. Von *Dr. F. Marshall, Halle a. S.* (Schluß.) S. 805.

Deutsche Baumwollkultur. Von *Zivilingenieur Werner-Bleines, Berlin-Südende.* S. 809.

Der deutsche Patentanspruch. Von *F. Lubberger, Berlin.* S. 814.

Ozonwasser. Von *Otto Bürger, Kirm (Nahe).* S. 817.

Über einige neuere Methoden zur Herstellung von Alkalimetallen mit Calciumcarbid und Aluminium. S. 818.

Zuschriften an die Herausgeber:

Über die Genesis der Kohlehydrate. Von *J. Parnas.* S. 819. Von *E. Baur.* S. 820.

Besprechungen. S. 820.

Astronomische Mitteilungen. S. 822.

Kleine Mitteilungen. S. 823.

Norrenbergs Handbuch für den naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht

Geschichte des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts

Von Professor Franz Pahl

377 Seiten. Broschiert M. 8.60. Im Originalband M. 10.60

Methodik des chemischen Unterrichts

Von Professor Dr. Karl Scheid

463 Seiten. Broschiert M. 10.—. Im Originalband M. 12.—

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

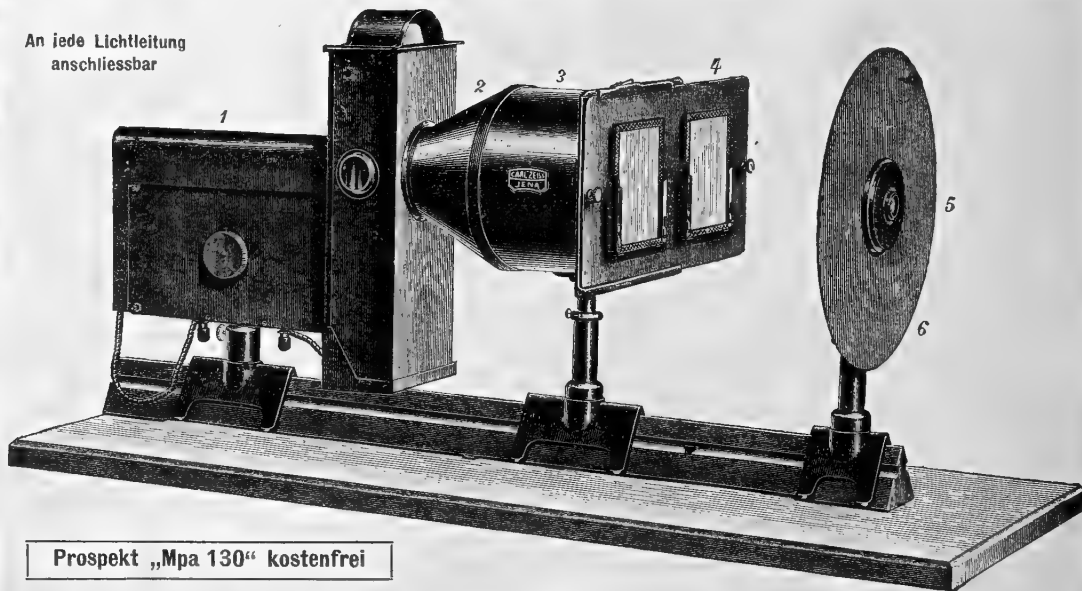
Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT
FÜR DIAPOSITIVE
Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



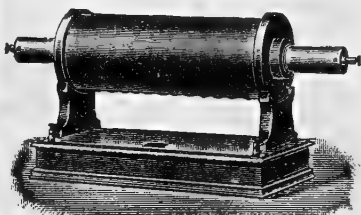
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Neu! Neu! Neu! Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden ca. 230 Mark
5 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Der Kautschuk.

Eine kolloidchemische Monographie
von **Dr. Rudolf Ditmar** in Graz.
Mit 21 Abbildungen. 1912.

Preis M. 6.—; in Leinwand gebunden M. 6.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Der heutige Stand der Biologie in Amerika.

Von J. von Uexküll, Heidelberg.

Die Biologie ist eine amerikanische Wissenschaft. Zwar besitzt Europa einige hervorragende Vertreter dieser Wissenschaft, aber eine Wissenschaft, die in der Erforschung der Lebenserscheinungen aller Tiere ihre Aufgabe sieht, gibt es in Europa nicht. In Amerika hingegen hat sich die Biologie von jeder Bevormundung freigemacht und gleich drei selbständige Wissenszweige emporgetrieben: die Entwicklungsmechanik, die Vererbungslehre und die Behavior of animals, d. h. die Lehre vom Benehmen der Tiere, welche in Deutschland irrigerweise zur vergleichenden Psychologie gerechnet wird.

Von diesem dritten biologischen Wissenszweige soll hier die Rede sein.

Die Entwicklungsmechanik verdankt ihre Begründung und ihren Namen dem Professor Roux in Halle, die Vererbungslehre gründet sich auf die berühmten Entdeckungen Mendels. Beide Wissenschaften erlebten ihr wirkliches Aufblühen in Amerika. Die Behavior of animals ist ein rein amerikanisches Gewächs, obgleich Fabre, wohl der erste Vertreter dieser Wissenschaft, in Frankreich in einsamer Größe thront.

Die Lehre von dem Benehmen der Tiere ist ein Erzeugnis zweier Wissenschaften: der Physiologie und der Zoologie. Der unvereinbare Gegensatz in den Grundprinzipien, der diese Wissenschaft bis zum heutigen Augenblick kennzeichnet, stammt aus diesem doppelten Ursprung her. Er spricht sich am deutlichsten aus, wenn man die Lehren der beiden Hauptvertreter der Behavior of animals einander gegenüberstellt.

J. Loeb, der einst in Würzburg die vergleichende Physiologie begründete, die zu einem Hauptbestandteile der Behavior-Lehre werden sollte, ist ein überzeugter Physiker. Mit dem genialen Blick für große Vereinfachungen, der jeden Neuschöpfer auszeichnet, sah er, daß alle Bewegungen der Tiere sich dadurch auszeichnen, daß sie in bestimmten Momenten ihre Richtung ändern. Er entdeckte die Tatsache, daß viele niedere Tiere vom Lichtstrahl wie von einem Zauberstabe getroffen, momentan umschwenken und entweder zur Lichtquelle hin oder von ihr weg eilen. Es gelang ihm ferner nachzuweisen, daß auch der Erdmittelpunkt einen solchen richtenden Einfluß ausübt. Diese Tatsachen, im Verein mit den von den Botanikern gefundenen, richtunggebenden Wirkungen chemischer Stoffe auf Sporen, veranlaßten Loeb seine Tropismenlehre aufzustellen, welche es versucht, alle Richtungsänderungen in der Bewegung der Tiere auf einfache physikalische Grundgesetze zurückzuführen; wie etwa der Einfluß elektrischer Ströme oder magnetischer Aus-

strahlungen die Bewegungen kleiner, im Fliegen, Schwimmen oder Laufen begriffener eiserner Automobile ändern würde.

Diese Lehre hat eine ganz hervorragende biologische Bedeutung, weil sie uns zwingt, ein jedes Tier in jedem Moment als durch äußere Ursachen gerichtet, gezogen oder abgelenkt vorzustellen. Der dauernde innige Zusammenhang zwischen Tier und Außenwelt wird dadurch aufs glücklichste zur Anschauung gebracht.

Die physikalische Tendenz, die Loeb's Lehre charakterisiert, legt mehr Gewicht auf die äußeren Ursachen, als auf die inneren Bedingungen der Tiere. Dieser Überzeugung folgend, gelang es Loeb nachzuweisen, daß wenigstens bei den niedersten Tieren das Zentralnervensystem, das man bisher als alleinige Ursache des tierischen Geschehens ansah, nichts weiter ist, als ein einfaches Nervennetz, das nur Erregungen leitet, aber keine Dispositionen zu treffen hat.

Ganz im selben Sinne war seine Entdeckung, daß die Eier der Tiere zur Entwicklung gebracht werden können, wenn an Stelle des Spermas eine chemische Substanz auf sie einwirkt.

Aber trotz dieser unleugbaren Erfolge zeigte es sich immer mehr, daß die Grundanschauungen Loeb's, die Tiere seien nichts anderes, als durch Tropismen dirigierte Automaten, falsch sei. Das allgemeine Schema, das Loeb aufgestellt hat, wird für immer seine Geltung behalten, seine physikalische Auswertung ist aber bereits überwunden.

In schroffen Gegensatz zu Loeb trat der zweite Begründer der Behavior-Lehre, Jennings. Wie kein Zweiter ist Jennings überall, wo er mit Hand anlegte, bahnbrechend gewesen. Er begann damit, daß er unser gesamtes bisheriges Wissen über die Physiologie der Infusorien wegwischte und auf eine neue Basis stellte. Ihm gelang der Nachweis, daß die Infusorien Organismen sind, die im wesentlichen mit einer einzigen Reaktion auskommen. Alles, was nicht eßbar ist, ist für sie ein Reiz, vor dem sie fliehen. Auf diese Weise kommen sie von selbst zum Futter. Nach der Loeb'schen Ausdrucksweise dürfte man sagen: alles in der Welt wirkt auf die Infusorien negativ-tropisch ein, nur das Futter ist indifferent. Auf diese Weise zwingen die äußeren physikalischen Kräfte diese kleinen Motorboote immer zu ihrem Futter hin, als dem einzigen Gegenstande, der sie nicht vertreibt.

So weit schien Loeb Recht zu behalten. Diese einfachsten Strukturen gehorchen einfachsten mechanischen Gesetzen. Aber nun wandte sich Jennings der Erforschung der Amöben zu, die keine dauernde Struktur besitzen, sondern diese nur von Fall zu Fall bilden. Und hier versagte die mechanische Deutung. Es war nicht möglich, das Auftreten der Pseudopodien an verschiedenen Stellen des Amöbenkörpers durch die Wirkung äußerer Fak-

toren allein zu erklären. Es zeigte sich, daß bereits abgelaufene Vorgänge auf die aktuellen Bewegungen einwirkten. Demgemäß nahm *Jennings* die Existenz einer inneren Umstimmung an, welche die Brücke zwischen Vergangenheit und Gegenwart bilden soll.

Diese dauernde innere Umstimmung, die sich wie ein fortlaufender Prozeß durch das ganze Leben der Amöben hinzieht, änderte *Jennings'* Stellungnahme zu der allgemein gültigen Reflexlehre von Grund aus. Die Auffassung, daß die Tiere Automaten sind, die dank ihrer festen Struktur nur ein für allemal festgelegte Bewegungen ausführen können, verwarf er durchaus. Die Strukturen wurden ihm etwas Nebensächliches, zur Hauptsache wurde die innere Umstimmung, deren Wirkungen nicht dem Zufall gehorchen, sondern eine dauernde Regulation des Tieres zu seiner Umgebung hervorgerufen. Diese Regulation ist nach *Jennings* der bestimmende Lebensfaktor von der Amöbe bis zu den höchsten Tieren. Und hier fand er an einem scheinbar einfachen Falle die Möglichkeit, diese Regulation näher zu präzisieren.

Wenn man einem Hunde, der einen Spazierstock quer im Maul trägt, befiehlt, sich durch eine Öffnung zu zwängen, in der wohl er, nicht aber der quergehaltene Stock Platz hat, so faßt der Hund nach mehreren mißglückten Anstrengungen den Stock an der Krücke an und nun gelingt es ihm, den Stock mit hindurchzubringen.

Hier fand *Jennings* die Regulation deutlich am Werke, die nach mehreren „irrtümlichen Versuchen“ zum richtigen Resultat führt. *Jennings* übersah, daß es sich bei Anwendung dieser Worte auf die Tätigkeit des Hundes bereits um eine grobe Analogie aus dem menschlichen Leben handelt, und machte „trial and error“ zu den beherrschenden Lebensfaktoren des gesamten Tierlebens.

Diese unkritische Übertragung von Begriffen der menschlichen Psychologie auf Erscheinungen im Tierleben ist für die allgemeine zoologische Denkungsart durchaus charakteristisch und entspricht völlig der Darwinischen Anwendung des „Kampfes ums Dasein“ auf das Tierleben.

Die Lehre vom trial and error trat, wie sich von selbst versteht, in schroffen Gegensatz zur Tropismenlehre *Loebs*, ohne daß der wirklich vorhandene und allen Lebewesen innewohnende Gegensatz zwischen Struktur und Protoplasma eindeutig zutage getreten wäre. „Alle Struktur gehorcht mechanischen Gesetzen, alle Strukturbildung geht vom Protoplasma aus und wird von der Planmäßigkeit beherrscht.“ Diese einfache Konstatierung der Tatsachen wurde als „vitalistisch“ von beiden Seiten verworfen.

In welcher Weise bei den einfachsten Vorgängen beide Deutungen auf die gleichen Erscheinungen angewandt werden, läßt sich an einem interessanten Versuch *Masts* zeigen. Das Infusor *Stentor* schwimmt, wenn es vom Lichtstrahle getroffen wird, vom Licht fort. „Aha, negativer Phototropismus.“ Nun erweist es sich, daß nur das vordere Ende reizbar ist und auf den Lichtreiz mit der allgemeinen Abwehrreaktion antwortet. Daher wird das vordere Ende, sobald es bei einer Wendung aus dem Schatten

seines Hinterkörpers kommt, sich wieder abkehren und deshalb schwimmt das Tier von der Lichtquelle fort. „Aha, trial and error.“

Der Leser wird sagen: Wenn ein Vorgang wie dieser genügend aufgeklärt ist, so ist es gleichgültig, welche allgemeine Deutung man ihm als Etikette aufklebt. Das ist aber nicht richtig, denn die Deutung, die man sucht, bestimmt auch die Fragestellung.

Jennings wandte sich in den letzten Jahren neuen Problemen zu. Er züchtete von einzelnen Individuen des Infusors *Paramäcium*, das er durch und durch kannte, durch einfache Teilung bei Verhinderung der Konjugation im Laufe der Jahre die zweitausendste Generation heran. Ursprünglich hatte er wohl erwartet, daß die Regulation, die er sich als im ständigen Fluß begriffen vorstellte, auch die Variation der Individuen hervorbringen würde. Die Individuen eines Stammes vom *Paramäcium* variieren sehr deutlich, was lag näher, als durch Züchtung einer reinen Linie diese Variationen hervortreten zu lassen, die man dann als ein Produkt der Regulation ansehen konnte. Gelang dies, so lag es klar auf der Hand, daß *Darwin* recht gehabt und die durch den Kampf ums Dasein ausgemerzten Zwischenstufen zwischen den Arten als „Irrtümer“ in den dauernd angestellten Versuchen der Natur anzusehen seien. Damit wäre dem Darwinismus die lang entbehrte experimentelle Stütze geboten worden.

Die Versuche aber entschieden gegen *Darwin*, die erwartete Variation trat nicht ein. Der Ur-Ur-(2000 mal Ur-) Enkel glich seinen Ahnen auf ein Haar und unterschied sich wie dieser in allen Punkten von seinen Genossen.

Hier offenbarte sich nun *Jennings'* unbestechlich wissenschaftliche Gesinnung: ohne an seinen Versuchen zu deuteln, stellte er sich unumwunden auf die Seite der Mendelschen Lehre und erkannte an, daß auch für die Tiere die „Festigkeit des Genotypus“ Grundgesetz sei. Die gleichen Eigenschaftsanlagen gehen, wenn keine Kreuzung mit anderen Anlagen eintritt, unverändert von Geschlecht zu Geschlecht. *Jennings* zeigte ferner, daß die Konjugation zweier Individuen nicht, wie man bisher annahm, zur Erneuerung ihrer Kräfte dient, sondern lediglich den Zweck hat, Kreuzungen zu vermitteln.

Hat nun auf dem Vererbungsgebiet die Lehre vom trial and error durch ihren Begründer selbst eine schwere Niederlage erlitten, so hat sie auf dem Gebiet der Animal Behavior immer mehr Anhänger gewonnen.

Und zwar ist es der erfindungsreichste Experimentator Amerikas, *R. Yerkes*, der durch die Einführung der sogen. Labyrinthmethode recht eigentlich den Weg gezeigt hat, wie man die Frage nach trial and error praktisch anfassen kann.

Yerkes, der sehr schöne Beobachtungen über Medusen vollendet hatte, entwarf den ersten Labyrinthversuch, um *Bethe* zu widerlegen, der behauptet hatte, die Krabben seien unfähig, ihre Lebensgewohnheiten zu ändern. Das erste Labyrinth bestand aus einem engen Vorraum, der in die Mitte eines weiten Raumes mündete. Dem Vorraum gerade

gegenüber teilte eine schmale Scheidewand den Hauptraum in zwei kurze Korridore, von denen der eine ins Freie führte, der andere durch eine Glasplatte verschlossen wurde. So glich dieses Labyrinth einer Höhle mit zwei Ausgängen, die beide gleich aussahen, von denen aber nur der eine gangbar war.

Yerkes konnte zeigen, daß die Krabben allmählich die Gewohnheit annahmen, durch die freie Öffnung zu gehen, ohne sich am verschlossenen Ende aufzuhalten. Es entwickelte sich dabei eine einseitige Tendenz, je nach der Lage der freien Öffnung, stetig nach links oder nach rechts zu laufen.

Dieses war die erste durch die Labyrinthmethode nachgewiesene „habit-formation“ mittels „trial and error“.

Aus diesem Urlabyrinth entwickelten sich zwei Typen von Apparaten. Der erste stellt Irrgärten dar, in die alle möglichen Tiere hineingeschickt werden, und nun wird die Zeit und die Fehlerzahl notiert, bis sie wieder am anderen Ende herauskommen. Das halten manche für eine quantitative Methode der Intelligenzmessung.

Der zweite Labyrinthtypus besteht darin, daß man den Tieren auf dem richtigen und dem falschen Wege Merkmale gibt, die sie leiten sollen. Diese Merkmale bestehen aus verschiedenfarbig beleuchteten Glasscheiben, aus Papierscheiben, die bald mit Horizontal- oder Vertikallinien, bald mit Dreiecken oder Kreisen bezeichnet werden. Sie dienen zur Prüfung des Farben- und Formensinnes zahlloser Tiere.

Ich kann nicht umhin, gegen beide Versuchsrichtungen die schwersten Bedenken zu äußern. *Yerkes* hat selbst eindringlich darauf hingewiesen, daß den quantitativ messenden Versuchen die qualitative Beobachtung des Tieres in seiner Umgebung (environment) vorhergehen müsse. Der Begriff des environment, wie er allgemein gang und gäbe ist, ist aber ein irreführender. Die Umgebung, die wir um die Tiere ausgebreitet sehen, mit all ihren Gegenständen, die wir Menschen formen, existiert für die Tiere garnicht. Erst müssen wir wissen, welche Merkmale unserer Gegenstände es sind, die auf die Tiere einwirken. Diese Merkmale werden von einem jeden Tier in anderer Weise miteinander verbunden und bilden daher immer andere Gegenstände. Alle diese Gegenstände zusammen bilden die „Merkwelt“ des Tieres. Die Merkwelt ist für jedes Tier eine andere und ihm durchaus eigentümlich, sie allein wirkt bestimmend auf das Tier ein.

Wie spezialisiert die Merkmale sind, geht z. B. aus den Versuchen von *Mast* an Leuchtkäfern hervor. *Mast* konnte zeigen, daß die Weibchen auf jede beliebige kurzdauernde Beleuchtung reagieren, die Männchen aber nur auf das Aufleuchten des Weibchens, das für jede Art einen speziellen Helligkeitsgrad und Rhythmus aufweist.

Die komplizierten Apparate von *Yerkes*, die es gestatten, Licht von jeder beliebigen Wellenlänge und meßbaren Intensität als Wegweiser für Hühnchen oder Mäuse oder Käfer oder Krabben usw. einzuführen, sind physikalisch sicher einwandfrei, biologisch aber nicht, bevor die Merkwelt dieser

Tiere erforscht ist, denn wie leicht kann ein ganz unkontrollierbarer Umstand, etwa der Geruch eines Fingerabdruckes von den Mäusen als leitendes Merkmal benutzt werden, während der Experimentator die feinsten Lichtexperimente zu machen gedenkt.

Die Versuche von *Heß*, der die Lichtrezeption für Hühnchen dadurch feststellte, daß er in einem verdunkelten Raum eine Reihe Körner streute, die er mit dem Spektrum beleuchtete, sind viel eindeutiger als alle Resultate mit dem Yerkesschen Labyrinth, da sie direkt die Merkmale der Tiere aufsuchen, anstatt ihnen ganz inadäquate Merkmale aufzuzwingen.

Die Versuche von *Katz* und *Nemesz* (welche eine Körnerart am Boden festklebten, die andere aber nicht, und nun sahen, daß die Hühner binnen kurzem nur die freie Körnerart aufzupicken lernten und nach der anderen gar nicht mehr pickten, auch wenn sie nicht mehr festgeklebt waren) geben viel sicherere Fingerzeige, in welcher Art man die Formunterscheidung prüfen kann.

Meiner Überzeugung nach müßte man jedem jungen Biologen folgendes einprägen: Jeder Apparat ist eine Fehlerquelle, deshalb ist jeder Apparat gerade so gut oder so schlecht wie der Forscher, der ihn benutzt.

Ich zweifle nicht, daß in den Händen eines so umsichtigen und weitsichtigen Forschers, wie *Yerkes* es ist, der sogar das Hören der Frösche (ein bislang unlösbares Problem) nachzuweisen vermochte, jeder Apparat gut ist. Aber in fremden Händen sind diese komplizierten Apparate ohne die Kenntnis der Merkwelt des Versuchstieres im wesentlichen eine Fehlerquelle.

Yerkes hat mit unendlicher Geduld sich in die Lebensgewohnheiten eines einzigen Regenwurmes vertieft, um zu sehen, wie weit die Gewohnheiten eines Tieres, das man dekapitiert hat, sich nach Regeneration des Gehirnes wieder zeigen. Dabei benutzte er, um den Regenwurm zu veranlassen, den richtigen Ausgang zu wählen, als Abschreckungsmittel am Eingang des falschen Kanals elektrische Reize und setzte vor den Reizort ein Stückchen Sandpapier, das dem Regenwurm als Merkmal für die kommenden Prügel diente.

Gegen diese ingeniose Versuchsanordnung wird gewiß niemand Einspruch erheben. Wenn aber andere Forscher die elektrische Reizung in ihren Labyrinthversuchen als „Strafe“ bezeichnen und das Prinzip von „Versuch und Irrtum“ durch das Prinzip von „Lohn und Strafe“ verbessern, wobei sie noch über das Maß der Strafe in Diskussion geraten, so fürchte ich, daß sie sich bald in ihrem eigenen Labyrinth fangen werden.

Dies gilt natürlich bloß für einen kleinen Teil der Forscher, die Mehrzahl fördert Jahr für Jahr eine immer größere Menge wichtiger biologischer Erkenntnisse zutage. Ich brauche bloß einige zu nennen, so vor allen den schon erwähnten *Mast*, dem wir die Kenntnis der Lebensgewohnheiten des kühnsten Räubers unter den Infusorien, *Didinium nasutum*, verdanken, und der uns mit dem Infusor *Lacrymaria* bekannt machte, dessen Körper im Detritus verborgen bleibt, während sein Kopf selbst

ständig auf Reisen geht, wobei der Hals sich zu einem haardünnen Gummibande ausdehnt. Auf das wertvolle Buch von *Mast*, in dem die bereits unübersehbare Literatur über die Wirkungen von Licht und Schatten auf die Organismen zusammengetragen und geordnet ist, kann ich hier nicht näher eingehen. Ich kann nur ganz beiläufig hinweisen auf *Asa Schäfers* Versuche, welche zeigen, wie die Frösche es lernen, Haarraupen zu meiden, — auf *Glaser's* Versuche, die Vielseitigkeit der Schlangensterne nachzuweisen, — auf *Lyons* Beweis, daß die Fische am Grunde der Flüsse mit ihren Augen an den Gegenständen hängen, — auf *Cowels* Beschreibung des Höhlenbaues der Sandkrabben.

Pearl, dem wir eine musterhafte Monographie der Lebensfunktionen der Süßwasserplanarien verdanken, hat sich in letzter Zeit der Vererbungslehre zugewandt.

Etwas näher muß ich mich mit *Parker* beschäftigen, der ein ebenso feiner biologischer Beobachter wie Operateur ist, und dessen Arbeiten durch ihre Kürze, Klarheit und Sachlichkeit dem Leser einen wahren Genuß bereiten. Ihm verdanken wir den unumstößlichen Nachweis, daß die Fische hören, und zwar ist es der Otolithenapparat, der ihnen diese Fähigkeit verleiht, während die halbzirkelförmigen Kanäle der Orientierung im Raum dienen. Dies ist deshalb so erstaunlich, weil die Otolithen, bei den Krebsen zum mindesten, mit Sicherheit als Kompaß des Erdmittelpunktes dienen.

Desgleichen hat *Parker* den übrigen Sinnesorganen der Fische, so den rätselhaften Seitenlinien, erfolgreiche Arbeiten gewidmet und sogar die histologische Basis für drei verschiedene Chemorezeptionen aufgedeckt, für Geruch, Geschmack und eine allgemeine chemische Rezeption.

Auch bei niederen Tieren verdanken wir *Parker* viel Neues. Der Nachweis, daß bei den Seeanemonen die Cilien des Nahrungskanals für gewöhnlich hinausschlagen, bei chemischer Reizung durch die Nahrungsmittel aber hineinschlagen, zeigt, wie die gleichen Organe sowohl zur Reinigung wie zur Nahrungsaufnahme dienen können.

Auf Regenwürmer, Rippenquallen Schwämme und Copepoden beziehen sich vortreffliche Spezialarbeiten; ich will aber nur auf die Versuche an Trauerfalttern hinweisen, welche die starke Wirkung großer beleuchteter Flächen gegenüber einer kleineren, aber intensiveren Lichtquelle darlegen, die für das Verständnis des Schmetterlingslebens grundlegend sind.

Diese Entdeckung ist später von *Cole* für eine ganze Reihe verschiedener Tiere in mustergültiger Weise durchgeprüft worden, wobei sich die interessantesten Einzelheiten ergeben haben.

Parkers Arbeiten sind zum Teil mehr physiologischer Art, da sie sich außer dem Behavior auch der Aufdeckung des funktionellen Bauplanes im Tierkörper widmen.

Die gleiche Richtung zeigt die in Europa so berühmt gewordene Entdeckung *Carlsons*, der das Herz des Krebses *limulus* untersuchte, das ein oberflächliches Nervensystem besitzt, welches allein

den Rhythmus des Herzschlages beherrscht. Dadurch wurde die besonders in Deutschland brennende Streitfrage über den myogenen oder neurogenen Ursprung des Herzschlages in ein neues Stadium gerückt.

Rein physiologisch sind auch die bahnbrechenden Arbeiten *Cannons* über die Verdauung der Säugetiere, der zum ersten Male die Röntgenphotographie in einwandsfreier Weise für diese Lebensvorgänge verwandte. Nur die von *Cannon* nachgewiesene Wirkung der Salzsäure auf den Pylorus sei hier erwähnt. Säure vor dem Pylorus öffnet ihn reflektorisch — die durchgetretene Säure schließt ihn und reguliert dadurch den Durchgang der Speisen.

Abseits vom Behaviorproblem liegen Arbeiten eines Mannes, auf die ich noch hinweisen muß, weil ihre Ergebnisse unsere gesamte Anschauung vom Werden und Arbeiten der Organe in so ungeahnter Weise erweitern, daß wir noch zaudernd fragen: Wie sollen wir das deuten? Ich meine die Arbeiten von *Roß Granville Harrison*, der es versteht, die Nerven außerhalb und innerhalb des Tierkörpers nach seinem Belieben wachsen zu lassen. Wer hätte je geglaubt, daß man die Nervenfasern wie Pseudopodien der Amöben unter dem Mikroskop wachsen sehen würde, und daß es möglich wäre, Extremitäten wachsen zu lassen, die alles besitzen — nur keine Nerven?

Wenden wir uns dem Animal Behavior der höchsten Tiere zu, wie Affen, Waschbären und Katzen, so brauche ich nur einige Namen zu nennen, wie *Thorndyke*, *Hagerty* und *Watson*, oder auch *Cole* und *Berry*, um auch auf diesem Gebiet die unbestrittene Suprematie Amerikas darzutun.

Im ganzen hege ich ja Zweifel, ob es überhaupt eine so hochstehende Tiere wie Affen und Waschbären in der Gefangenschaft zu beobachten und ihre Fähigkeiten, mit Riegeln, Türklinken oder ähnlichen menschlichen Erzeugnissen umzugehen, zu prüfen, da gerade bei ihnen der nicht kontrollierbare Einfluß der künstlichen Umgebung schon auf das junge Tier hemmend einwirken muß.

Bei Haustieren, wie Katzen, fällt dieser Einwand fort. Doch scheinen mir auch bei ihnen die Versuchsanordnungen ohne vorherige Feststellung der Merkwelt bedenklich. Selbst *Thorndykes* vielbesprochenes put-through-experiment, das in Kürze darauf hinausläuft, daß eine Katze nur dann freiwillig durch die Tür eines offenen Kastens geht, wenn sie vorher selbst hindurchgegangen, dagegen nicht, wenn sie hineingehoben wurde, scheint mir nicht die Konsequenzen zu erlauben, die man daraus gezogen hat.

Ein ganz besonderes Interesse beanspruchen jene Gegenstände, die nicht vom Menschen, sondern von Tieren gemacht werden. Wenn man von unseren Erzeugnissen sagen kann, daß sie unsere Leistungen durch ihre Gegenleistungen unterstützen, wie z. B. die Treppe das Steigen, der Stuhl das Sitzen usw., so dürfen wir in den Erzeugnissen der Tiere auch nichts anderes erblicken, als einen Gegenstand, der mit seiner Gegenleistung die Leistung des Tieres unterstützt. Und so ist denn auch *Herrik* voll-

kommen im Recht, wenn er ausführt, daß das Nest der Vögel nichts anderes ist, als ein Teil der Gesamtleistung, welche die Vögel zum Schutze ihrer Eier und Jungen vollführen. Dabei spielt das Nest in jeder Vogelart eine andere Rolle in der Gesamtleistung. Es ist daher ganz sinnlos, die verschiedenen Nester direkt miteinander zu vergleichen, indem man eine Skala der Vervollkommnung aufstellt. Die Eier und Jungen sind im einfachsten Nest genau so gut geschützt, wie in den durchgearbeiteten Nestern, weil die Eltern im ersten Fall den größeren Teil der Schutzleistungen selbst übernehmen.

Herrik weist auch ferner darauf hin, wie bei verschiedenen Arten die Schutzleistung auf die beiden Eltern verschieden verteilt ist. Selten nur bauen die Eltern gemeinsam. Meist übernimmt das Männchen die Wache und warnt das nestbauende Weibchen durch einen besonderen Ruf oder treibt es durch seinen Gesang zur Arbeit an. Manchmal bringt es ihm Futter. Oft greift es die Feinde an, öfters lockt es sie vom Nest fort.

Das Weibchen holt das Nestmaterial ohne Wahl mit sicherem Griff des Schnabels, sich nach Merkmalen richtend, die uns oft verborgen bleiben. Uns scheint das Material aus den verschiedensten Gegenständen zu bestehen, fürs Vogelweibchen ist es stets der gleiche Gegenstand, der genommen wird und der nur beim Fortschreiten des Nestbaues zu wechseln hat.

Die innere Rundung des Nestes wird stets auf die gleiche Art erzeugt, durch eine rotierende Bewegung des Körpers gleich dem Runden des Tones durch die Drehscheibe.

Der Nestbau ist völlig instinktiv festgelegt und unabhängig von der Erfahrung des Vogels im elterlichen Nest. Der Instinkt des Nestbaues wird abgelöst durch den Instinkt des Brütens, und dieser durch den Instinkt des Futterbringens.

So zeigt sich hier wieder eine wundervolle Naturidee, die von den Tieren wohl ausgeführt, aber nicht erzeugt wird.

Die Angaben *Herriks* werden durch die Beobachtungen *Craigs* über das Eierlegen der Tauben aufs glücklichste ergänzt.

Ich könnte hiermit schließen und darauf hinweisen, daß von *Margaret Washburn* ein hübsches zusammenfassendes Buch unter dem Titel „Animal Mind“ erschienen ist — ich würde aber dabei den Namen eines Gelehrten gar nicht genannt haben, der, wie es scheint, von allergrößtem Einfluß auf die Entwicklung der Biologie in Amerika gewesen ist. Wer die über 200 Titel der Arbeiten durchliest, die aus dem Zoological Laboratory des Harvard College hervorgegangen sind und deren Qualität und Quantität gleich hoch stehen, muß Hochachtung empfinden vor dem Manne, der persönlich so wenig hervorgetreten, unter dessen Leitung aber so Großes entstanden ist — *E. L. Mark*.

Ich schließe, wohl wissend, daß ich über ein Dutzend vortrefflicher Forscher gar nicht erwähnt habe, aber ich hoffe, auch so in dem Leser die Überzeugung erweckt zu haben, daß die Amerikaner eine

neue biologische Wissenschaft geschaffen haben — die animal behavior —, welche in Europa unbekannt ist.

Über die Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs auf natürlichem und künstlichem Wege.

Von Dr. F. Marshall, Halle a. S.

(Schluß.)

II. Ausnutzung des Luftstickstoffs auf künstlichem (technischem) Wege.

Die moderne Technik vermag den elementaren Stickstoff nach drei Grundprinzipien in chemische Verbindungen überzuführen:

1. Durch Oxydation.

Diese Methode liefert, einen rentablen Fabrikationsgang vorausgesetzt, die wertvollsten Stickstoffverbindungen.

2. Durch Reduktion.

Die Ammoniakdarstellung auf direktem und synthetischem (resp. katalytischem) Wege.

3. Nitride des Luftstickstoffs.

Cyanamide, Cyan und Ammoniak.

1. Die Oxydation des Luftstickstoffs.

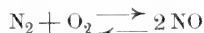
Schon *Davy* hatte die Beobachtung gemacht, daß bei der Elektrolyse lufthaltigen Wassers am positiven Pol Salpetersäure, am negativen Pol Ammoniak abgeschieden wird. Hieran knüpft ein im Jahre 1896 patentiertes Verfahren von *R. Nithack* in Nordhausen¹⁾ an, nach dem besonders salpetersaures Ammoniak aus dem Luftstickstoff hergestellt werden soll. Hierbei wird das Wasser unter hohem Druck mit Stickstoff gesättigt zur Elektrolyse gebracht. Ein von *Siemens und Halske* 1894 patentiertes Verfahren führte gleichfalls zu salpetersaurem Ammoniak. Das Grundprinzip war hier die Bildung von Salpetersäure bei der Einwirkung dunkler elektrischer Entladungen auf ein Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff. Indem nun *Siemens und Halske* den Sauerstoff ozonisierten und trockenes Ammoniakgas beimischten, kamen sie zu brauchbaren Ausbeuten an salpetersaurem Ammon. Die niedrigste Oxydationsstufe des Stickstoffs, das Stickoxydul, erhielt *R. Marston* in Leicester, indem er Stickstoff und Wasserdampf über erhitztes Kupfer oder Eisen leitete. — Theoretisch interessant sind die Versuche von *Berthelot*²⁾ über die Bildung von Salpetersäure während der Verbrennungen. Es hatte übrigens schon *Cavendish* die Entstehung kleiner Mengen von Stickstoffoxyden bei der Verbrennung von Wasserstoff und Kohlenwasserstoffen bemerkt. — Beim Verbrennen von reiner, amorpher Kohle in einem Stickstoffsauerstoffgemisch mit 8 % Stickstoff erhielt *Berthelot* auf 1 g Kohle 0,051 g Salpetersäure, bei der Verbrennung von Graphit $\frac{1}{2}$ und von Diamant $\frac{1}{3}$ dieser Menge. Zunächst entstand Stickstoffpentoxyd, sekundär trat auch Ammoniak auf. *Berthelot* zieht nun den Schluß, daß somit bei der industriellen Verbrennung der Kohle in der Luft Salpetersäure gebildet wird, die, wenn auch von geringer Menge, doch der Landwirtschaft zugute kommt, indem sie durch Regen und Tau in den Boden gelangt. — Schwefelverbrennung ergab viel weniger Salpetersäure, während solche bei der Verbrennung von Eisen überhaupt nicht auftrat. — Im Jahre 1901 führt

¹⁾ Chem. Zt. 1898, 140.

²⁾ Ref. in Chem. Ztg. 1900, 494, 519.

M. J. Wilbert¹⁾ Versuche von Lord Rayleigh über Verbrennung von Stickstoff in atmosphärischer Luft fort. Um ein technisch verwertbares Verfahren zu erzielen, setzt der Verfasser hierbei Hochofengase in elektrische Energie um.

Das erste Verfahren, auf das seitens der Technik größere Hoffnungen gesetzt wurden, ließen sich 1902 Bradley und Lovejoy, New York, patentieren. Sie setzten ein sorgfältigst getrocknetes Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff der fortgesetzten Einwirkung eines möglichst kleinen, oft unterbrochenen elektrischen Lichtbogens aus, zu dessen Gewinnung sie eine besondere Gleichstrommaschine konstruierten. Das Verfahren wurde ihnen von der Atmospheric Products Company Niagara Falls N. Y. abgekauft. — Die neueren norwegischen und deutschen Verfahren zur Oxydation des Luftstickstoffs zeigen von obigem den fundamentalen Unterschied, daß sie möglichst große Lichtbögen verwenden. So verwenden Birkeland und Eyde Flammenbögen eines Wechselstroms von mäßig hoher Spannung, um welchen ein magnetisches Feld erzeugt wird, welches ihn zu Scheibenform auseinanderzieht. Das Schönherrsche Verfahren bringt sehr lange Flammenbögen in von starken Luftströmen durchblasenen Röhren an, und die dritte der wichtigsten Methoden endlich, das System Pauling, benutzt Hörnerblitzableiter, zwischen denen unter Zuführung von vorerhitzter Luft meterbreite Lichtbogenscheiben erzeugt werden. Es kann nun zwar eine genaue Beschreibung nicht unsere Aufgabe sein, indessen muß doch bei diesen drei Hauptverfahren etwas verweilt werden. Das Grundprinzip bei all diesen Oxydationen des Stickstoffs ist, daß sich Stickstoff und Sauerstoff bei hoher Temperatur zu Stickoxyd verbinden, je höher die Temperatur, um so besser die Ausbeute, jedoch ist oberhalb von 1500° wegen der Dissoziation des Stickoxydes die Reaktion umkehrbar im Sinne:



daher geht die Ausbeute mit sinkender Temperatur stetig zurück. Unterhalb 1500° ist jedoch das Stickoxyd beständig. Es ist daher Betriebsbedingung, die Oxydation bei möglichst hoher Temperatur vor sich gehen zu lassen und rasch wieder abzukühlen (abschrecken). — Die Zuführung der nötigen großen Energiemengen kann fernerhin nur in solchen Gegenden einen lukrativen Betrieb gestatten, wo große Wasserkraft zur Verfügung steht. Dies ist in Notodden in Norwegen der Fall, wo seit 1903 mit dem Birkeland-Eydeschen Verfahren gearbeitet wird. Die Badische Anilin- und Sodafabrik A.-G. in Ludwigshafen, die das Schönherrsche Verfahren ausbeutete, hat sich nach gelungenen Probeversuchen in Kristiansund mit Notodden vereinigt, ist aber aus diesem Konzern wieder ausgetreten. — Für das Paulingsche Verfahren nutzte die Salpetersäureindustriegesellschaft Gelsenkirchen in Westfalen in Petsch bei Innsbruck die Wasserkraft der Sill aus. — Auch die Neuanlage der Nitrogène-Gesellschaft in La Roche de Rame arbeitet nach Pauling. — Die norwegischen Werke haben sich übrigens am besten entwickelt. Guye²⁾ kalkuliert, daß sie wohl fähig seien, die Konkurrenz mit dem Chilesalpeter aufzunehmen, und er und Georges Flusin³⁾ berechnen wie folgt die Gesteungskosten von Luftsalpetersäure und dem daraus gewonnenen Kalksalpeter (Norgesalpeter) nach System Birkeland und Eyde:

Grundlagen für den Preis von 1 t Salpetersäure resp. Kalksalpeter (nach Guye, l. c.):

1. Erzeugung von 0,5 t HNO₃ = 111 kg N für 1 KW-Jahr. — 2. Grundpreis von 50 Frcs. pro 1 KW-

Jahr. — 3. 200 Frcs. für 1 KW-Jahr als Installationskosten des elektrochemischen Werkes. Unter diesen Voraussetzungen sind die Gesamtkosten:

	der erzeugten Tonne	pro 1 kg N
HNO ₃ mit 22% N . . .	250 Frcs.	1,15 Frcs.
CaNO ₃ mit 13% N . . .	162,5 „	1,25 „

Bei 220 Frcs. pro 1 t Chilesalpeter mit 15,6 % N wäre hiernach der Gewinn für 1 KW-Jahr 111 kg N = 17,80 Francs. Nach Flusin sind nun aber in Norwegen die Preise viel niedriger als sie Guye zugrunde gelegt hat. Er berechnet für Notodden:

Spesen der elektr. Anlage .	50 Frcs.	75 Frcs.
„ „ „ Energie .	58 „	58 „
Amortisation u. Zinsen . . .	50,25 „	50,25 „
Kosten- { 1 t HNO ₃ (22% N) . . .	218,25 „	258,25 „
preis { 1 kg N	0,985 „	1,625 „
1 t CaNO ₃ (13% N) . . .	128 „	152 „

Somit kann Notodden mit einem Gesteungskpreise von 0,821 resp. 0,971 Frcs. bei einem Marktpreis von 1,41 Frcs. pro 1 kg N ganz gut in Konkurrenz treten.

Die rasche Entwicklung der nordischen Werke geht am besten aus den Zahlen für den jährlichen Norgesalpeterexport hervor, derselbe betrug¹⁾:

1905 = 115 t	1909 = 9 422 t
1906 = 589 „	1910 = 13 351 „
1907 = 1344 „	1911 = 20 000 „
1908 = 7053 „	

Zahlen für 1912 liegen noch nicht vor, aber infolge der Fertigstellung der neuen Werke am Rjukanfall läßt sich eine erhebliche Zunahme erwarten. — Es darf übrigens nicht geleugnet werden, daß das Schönherrsche Verfahren die besten Ausbeuten liefert²⁾:

	Ausbeute HNO ₃ pro KW-Stunde	Konzentration % NO
Birkeland-Eyde	70	2
Schönherr	75	2,5
Pauling	60	1—1,5

Wirtschaftlich von Interesse ist es, den einen der Erfinder des Verfahrens, Birkeland-Eyde, selbst über die Betriebsentwicklung zu Worte kommen zu lassen³⁾:

Zeit	Ort	Kraftverbrauch PS	Beamte	Arbeiter
Juli 1904	Froquerkilen	25	2	2
Okt. 1903	Ankerlökken	150	4	10
Sept. 1904	{ Vasmoen } Arendal	1 000	6	20
Mai 1905	Notodden	2 500	4	35
Mai 1907	„	42 500	12	403
Nov. 1911	{ Svalgfos } Lienfos Rjukan I	200 000	148	1340

¹⁾ Das Folgende ist entnommen aus: Dr. S. Wichern, Ber. ü. d. Fortschr. d. Düngerindustrie i. d. J. 1909/11, Chem. Ztg. 1912.

²⁾ Nach diesem wird vermutlich mehr auf die Nitritgewinnung zur Diazotierung in Farbwerken gearbeitet. D. Ref.

³⁾ Internat. Kongreß f. angewandte Chemie zu New York 4.—13. Sept. 1912: Die Oxydation von Luft-N u. d. Entwicklung der daraus hervorgegangenen Industriezweige in Norwegen. Samuel Eyde, Kristiania. Nach Chem. Ztg. 1912.

¹⁾ Amer. Journ. Pharm. 1901, 73, 171.

²⁾ Guye, Mon. scient. (4) T. 21, 233. — Bull. Soc. Chim. 1909, Nr. 20/21.

³⁾ Flusin, Technique moderne, 1910 T. 2, 568, 635.

Der Tagesversand beträgt 2000 Faß, der Fabrikbetrieb selbst ist rein automatisch, so daß nur im Versandraum Arbeiter nötig sind.

Eyde berichtet übrigens, daß in England Schießversuche angestellt wurden mit einem Pulver, welches unter Zuhilfenahme von Norgesalpeter hergestellt wird. Wegen der Reinheit dieses Salpeters soll hierdurch die „Lebensdauer“ der Geschütze bedeutend erhöht werden. — In Notodden wird auch Ammoniaksalpeter für die Sicherheitssprengstoffindustrie hergestellt. Der Trockenprozeß des Salpeters ist in 10 Sekunden bewirkt, die Ausbeute beträgt 98 % der Theorie. Zur Herstellung von 15 000 kg im kontinuierlichen Betrieb sind 12 Mann Bedienung und 50 PS Kraft nötig¹⁾. — Weniger mit der praktischen Seite als vielmehr mit der wissenschaftlichen der Stickstoffoxydation beschäftigen sich F. Haber, A. König, E. Brion, E. Platou, Briner, Durand, Guye, Wolotkin, F. Ruß, Ehrlich, Mandl, Strutt u. a. m. — Briner, Durand und Guye fassen die Bildung von Stickstoffoxyden im Hochspannungsbogen als rein thermischen Vorgang auf, während Haber, König²⁾, Ruß, Ehrlich, Strutt³⁾ die Mitwirkung elektrischer Kräfte nachweisen. Strutt führt den Begriff des aktiven Stickstoffs ein. Es ist hier leider nicht der Ort, auf diese sehr interessanten Verhältnisse näher einzugehen.

Von den sonstigen Arbeiten und Patenten über Stickstoffoxydation mögen hier nur summarisch erwähnt werden: Sellentin, Bildung von Salpetersäure aus atm. Luft, d. h. die Wirkung elektrischer Funken, Ztschr. f. d. physik. u. chem. Unterricht 1896, 9, 136. — Gemisch von N und N₂O aus Luft, engl. Patent 19 074 v. 25. Okt. 1902. — Darstellung von Stickstoffdioxid und Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff bei hoher Temperatur. Westdeutsche Thomasphosphatwerke Berlin D. R. P. 182 297 vom 3. Okt. 1902. — Gewinnung von Salpetersäure aus der Luft bei deren Behandlung mittels elektrischer Flammen. Mosciaki, Ztschr. Elektrochem. 1907 Bd. 28, 1003, 1032, 1055. — Darstellung von Stickstoffsauerstoffverbindungen mittels des elektrischen Lichtbogens. Dr. O. Helbig, Rom, D. R. P. 189 864 vom 13. Sept. 1904. — Darstellung von Salpetersäure und deren Salzen durch Oxydation von Luftstickstoff, Brünler und Kettler, französisches Patent 380 467 vom 2. August 1907. — Darstellung von Stickstoffsauerstoffverbindungen, O. Bender, Nowawes, D. R. P. 192 883 vom 18. April 1906. — E. Rasch, Ztschr. Elektrochem. 1907, Bd. 13, 669. — Darstellung von Stickstoffoxyden aus Stickstoff und Sauerstoff enthaltenden Gasen im elektrischen Lichtbogen unter Kühlung der Reaktionsprodukte, Dr. M. Platsch, Frankfurt a. M., D. R. P. 200 138 vom 8. März 1906. — Über die Stickoxydbildung bei der Kohlenoxydverbrennung, F. Haber und C. Coates, Ztschr. physik. Chem. 1909, 69 (Jubelband f. Svante Arrhenius), 337. — Darstellung von Stickstoffoxyden durch explosionsartige Verbrennungen, F. Häusser, franz. Pat. 409 758 vom 29. Nov. 1909. — Darstellung von Stickstoffoxyden, d. h. Verbrennen von Stickstoff in einem Generator, Bender, Potsdam, D. R. P. 227 490 vom 26. Mai 1909. — Darstellung von Stickstoffprotoxyd und Stickoxyd, R. P. Pictet, franz. Patent 415 594 vom 19. April 1910. — Oxydation des Stickstoffs der Atmosphäre, F. A. H. Wielpolacki, Kristiania, norweg. Pat. 20 328 vom 11. Okt. 1909. — Herstellung von Stickoxyden, d. h. Verbrennung von Stickstoff in einer durch Brennstoff-Sauerstoff-Gemische erzeugten

Flamme. H. O. Pfennigsche Erben, Berlin, D. R. P. 229 142 vom 12. Oktober 1907. — Gewinnung von Stickstoffoxyden aus Luft. Dynamit-Aktien-Ges. vorm. Alfred Nobel & Co., Hamburg, D. R. P. 228 849 vom 3. November 1909. — Oxydation von Luftstickstoff mittels elektrischer Flammen- oder Funkenentladung, Dr. K. Kaiser, Wilmersdorf, D. R. P. 230 042 vom 20. Mai 1909. — Katalytische Darstellung von Stickstoffoxyden, W. A. Philipps & J. G. Bullock, London, engl. Pat. 23 045 vom 5. Oktober 1910.

Das zuletzt erwähnte Verfahren bringt einen neuen Gesichtspunkt, die katalytische Darstellung von Stickstoffoxyden. Wir sehen, daß also zur Oxydation des Luftstickstoffs im wesentlichen drei Wege versucht worden sind: elektrische Energie, ferner hohe Temperaturen (explosionsartige Verbrennung usw.), und katalytische Wirkung (Anwendung eines Sauerstoffübertragers). Die beiden letzteren Prinzipien haben hohes theoretisches Interesse, jedoch nur die Anwendung der elektrischen Energie hat bis jetzt zu nennenswerter Ausnutzung des Luftstickstoffs geführt.

2. Die Reduktion des Luftstickstoffs.

(Direkte Ammoniakgewinnung.)

Das Produkt einer solchen Reduktion ist das Ammoniak, oder sekundär seine Salze. Hier ist zunächst an die schon erwähnte Beobachtung von Davy (S. 805) zu erinnern, die aber bisher noch nicht die Aufmerksamkeit der Vertreter der Technik erregte. Das erste Verfahren zur Ammoniakgewinnung aus dem Stickstoff der Luft wurde meines Wissens im Jahre 1878 patentiert, und zwar für Richman in London, der bei ca. 560° Wasserdampf und Luft über Koks, Eisenschwamm oder dergleichen leitete¹⁾. Im Jahre 1895 ließ sich C. H. Mchner in Charlottenburg ein Patent erteilen auf die kontinuierliche Darstellung von Ammoniak aus Luftstickstoff²⁾. Die Versuche, Ammoniak ohne den Umweg über Nitride respektive Cyanide aus dem Luftstickstoff direkt zu erhalten, sind lange Zeit recht spärlich gewesen, namentlich eine Synthese des Ammoniaks aus Stickstoff und Wasserstoff hielt man für fast unmöglich wegen der geringen Reaktionsfähigkeit des Stickstoffs. Immerhin wurde im Jahre 1902 den westdeutschen Thomaswerken G. m. b. H. zu Berlin eine Ammoniak-synthese patentiert, es handelte sich um die Bildung von Ammoniak aus seinen Elementen unter der Einwirkung dunkler elektrischer Entladungen bei Kühlung (Optimum 65°). — Von sozusagen „halbsynthetischen“ Verfahren wäre noch das von H. C. Wolterreck³⁾ zu erwähnen, der nachwies, daß bei der Ammoniakgewinnung aus Torf (Caro, Sugden und Ireland u. a.) bei Gegenwart von Luftstickstoff die Ausbeute an Ammoniak vergrößert wurde. Dies sei nur kurz erwähnt, da für unseren Großbetrieb das Verfahren sowieso verfehlt wäre, da unsere Moore und Torfflächen viel nutzbringender ausgebeutet werden können, zumal sie durch die Rimpause Moordammkultur der Landwirtschaft zugänglich geworden sind. — In England ist diese Methode viel weiter bearbeitet und abgeändert worden, so erhielten Jones und Suarez⁴⁾ in London Ammoniak, indem sie Luft und Wasserdampf über erhitzten Torf oder sonstiges kohlenstoffhaltiges Material leiteten, wie man sieht, ein eigentlich in nichts von dem alten Richmanschen Patent unterschiedenes Verfahren. — Bei der Badischen Anilin- und Sodafabrik A.-G. wurde 1909 eine technisch

¹⁾ F. A. Bühler, Ammonsalpeterfabrik in Notodden, Chem. Industr. 1911, Bd. 34, 210, ref. in Chem. Ztg. 1911.

²⁾ Haber, König, Platou, Ztschr. Elektrochem. 1910, Bd. 16, 789.

³⁾ F. Ruß, Ver. österr. Chem. Wien, Plenarvers. v. 10. Febr. 1912, ref. Chem. Ztg. 1912.

¹⁾ Engl. Pat. 3341 vom 24. August 1878.

²⁾ D. R. P. 92 810 vom 12. April 1895.

³⁾ H. C. Wolterreck, Chem. Ztg. 1908, 941; 1909, 277, 483. (Caro do. 413, 541.)

⁴⁾ D. R. P. 220 760 vom 29. April 1909.

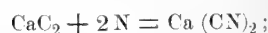
verwendbare Ammoniaksynthese ausgearbeitet¹⁾. Stickstoff und Sauerstoff wurden unter Druck zunächst bei hoher Temperatur der Einwirkung eines Katalysators ausgesetzt und das entstandene Ammoniak bei niedriger Temperatur absorbiert. Dieses Verfahren stammt von Professor *Haber*, Karlsruhe, der immer weiter an der Vervollkommnung seiner Erfindung gearbeitet hat. Er fand, daß sich die Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff gut erreichen läßt bei Drucken von 150 bis 250 Atmosphären. Zunächst verwandte er als Katalysator speziell das Eisen und vermochte Konzentrationen bis zu 2% Ammoniak zu erzielen. Je nach Wahl der Katalysatoren, z. B. durch Osmium oder Uran ließ sich die Ausbeute derartig steigern, daß die flüssige Abscheidung von Ammoniak gelang. Mit Eisen als Katalysator erhielt *Haber* bei 200 Atmosphären 650–700° C und 250 Liter/Stunde Gasgeschwindigkeit auf die Einheit der Kontaktmasse 250 g Ammoniak pro Stunde. Osmium ist ein besserer Katalysator, aber auch ein kostspieliger, da sein Weltvorrat nach *Haber* nicht viel über 100 kg beträgt²⁾. Die Verbesserungen seines Verfahrens führte *Haber* in Gemeinschaft mit *le Rossignol* aus. Die einzelnen Phasen der Weiterentwicklung können hier nicht näher behandelt werden, es glückte, die Ausbeute auf 8–9% zu steigern. Technische Schwierigkeiten bereitete nur die Erzeugung der hohen Drucke, und daher ist die Verwendung von Molybdänsäure ein großer Fortschritt, die zu einer Ammoniakbildung bei 500–600° schon bei 60 Atmosphären führt³⁾. — Zu erwähnen wäre noch die Ammoniaksynthese unter Verwendung von Alkalierdmetallen als Katalysatoren durch *A. Brochet* und *G. Boitlen*⁴⁾. Theoretisch interessant ist eine Arbeit von *F. A. Mc. Dermott*⁵⁾, die sich mit der Ammoniaksynthese auf rein katalytischem, halb katalytischem und elektrischem Wege beschäftigt. — Soviel über die direkte Ammoniakdarstellung; im folgenden Kapitel wird eine Methode zur Ammoniakgewinnung zu erwähnen sein, die in der Technik der Ammoniaksynthese vielleicht den Rang ablaufen wird.

III. Nitride des Luftstickstoffs.

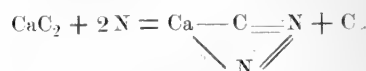
(Cyanamide, Cyanide, Ammoniak.)

Endprodukt oder primäres Reaktionsprodukt sind hierbei Stickstoff-Metall- oder Stickstoff-Metalloid-Verbindungen. Schon im ersten Teil ist von solchen Nitriden die Rede gewesen, ich erinnere auch an *Ramsays* Beobachtungen über das Magnesiumnitrid. Bereits Mitte der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts stellte man aus Luftstickstoff aber auch Cyanide dar, indem man nitridbildende Metalle mit Kohle mischte und dann bei höherer Temperatur Stickstoff darüber leitete⁶⁾. Es ist übrigens möglich, daß das irdische Magma dereinst unter ähnlichen Bedingungen Cyan entwickelt hat, in welchem einige Forscher die Stammsubstanz der organischen, zum belebten Stoffe führenden Verbindungen sehen wollen. (Vgl. Verweis auf Seite 792.) — Auf die Fülle der verschiedenen Cyaniddarstellungen einzugehen, verbietet sich hier, zumal, da sich die meisten nur in kleinen Einzelheiten voneinander unterscheiden und im ganzen doch nicht wichtig genug sind. Eine vor allen Dingen

für die Technik wichtigere Wendung nahm die Herstellung der Nitride und ihrer Abkömmlinge, als das Calciumkarbid sich auf dem Markte verbreitete und mit ihm der elektrische Ofen aufkam (*Moissan*). Man glaubte zunächst, es müßte sich Calciumkarbid, vermöge seiner großen Reaktionsfähigkeit, leicht durch Stickstoff in Cyanid überführen lassen:



es trat dies aber nicht ein, sondern man erhielt, wenn man Stickstoff bei ca. 1000° über Calciumkarbid leitete, das Calciumcyanamid:



Dieses Produkt war nun zu zweierlei Reaktionen fähig; durch Glühen mit Soda lieferte es Cyannatrium, durch Behandlung mit gespanntem Wasserdampf Ammoniak. Aber auch ohne weitere Umwandlung liefert das Calciumcyanamid, der „Kalkstickstoff“¹⁾, mit ca. 20% Stickstoff einen brauchbaren Dünger, dessen Gewinnung nach dem Verfahren von *A. Frank* erfolgt. In den Handel gebracht wurde das Produkt zunächst von der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln. Als Fortschritt wurde betrachtet, daß man späterhin nicht fertiges Karbid anwandte, sondern den Stickstoff auf ein Gemisch von Kalk und Kohle einwirken ließ. Jetzt ist die Gewinnung von Kalkstickstoff ziemlich verbreitet, aber wir wollen uns hiermit kurz fassen, denn dem Kalkstickstoff, dem einst die Zukunft prophezeit wurde, droht bereits die Gegenwart zu entgleiten, wenn auch im Jahre 1911 noch 60 000 t produziert wurden. Es hat dieser Stoff zu unangenehme Eigenschaften. Zunächst ist seine Handhabung als Düngemittel wegen des üblen Geruchs und des Staubens sehr mißlich. Hiergegen ist allerdings durch verschiedene, hier nicht näher zu beschreibende Verfahren, die den Kalkstickstoff in einen gut streubaren Dünger verwandeln, Abhilfe geschaffen. Sehr übel ist aber, daß bei unrichtiger Anwendung, die angesichts der relativen Neuheit des Produkts leicht vorkommen kann, im Boden ein heftiges Pflanzengift, das Dicyanamid, gebildet wird. Sehr bedenklich muß endlich eine Zeitungsnachricht stimmen, die *Hj. v. Feilitzen*²⁾ zur Mitteilung bringt. Hiernach ist am 10. Mai 1912 der Dampfer *Snorre*, der mit 6000 Sack Kalkstickstoff gelöscht war, bei Oresund in die Luft geflogen, wobei acht Personen getötet und nur fünf gerettet wurden. Der Kalkstickstoff stammte aus Odda in Norwegen und enthielt, wie spätere Untersuchungen ergaben, noch 5,455% unverändertes Calciumkarbid, so daß es sich hier um eine regelrechte Acetylenexplosion gehandelt hatte. — Vor dieser letzteren Gefahr sind wir allerdings bei unseren deutschen Produkten ziemlich geschützt. Der Kalkstickstoff von Westeregeln enthielt nur 0,295% Karbid, auch eine schwedische Marke enthielt nur 0,089%.

Zum Schluß endlich müssen wir noch eines Verfahrens gedenken, das vielleicht eine große Zukunft hat und über die Darstellung eines Nitrids zur Gewinnung von Ammoniak sowie wertvoller Nebenprodukte führt. Es ist dies das Verfahren von *Dr. O. Serpek*, Salindres in Frankreich. Die Entwicklungsgeschichte dieser Methode wollen wir nicht verfolgen. Der Rohstoff ist der französische Bauxit, der mit Kohlenstoff gemischt wird,

¹⁾ Das als „Stickstoffkalk“ bezeichnete Präparat ist ähnlich zusammengesetzt. Bei seiner Gewinnung werden nach einer Modifikation von *Polzenius* dem Reaktionsgemisch Chloride von Alkalien oder alkalischen Erden zugefügt. (Verfahren der Stickstoffdüngergesellschaft Westeregeln.)

²⁾ *Hj. v. Feilitzen*, Jönköping, aus Svenska Dagbladet, Stockholm, 1912.

¹⁾ Franz. Pat. 406 943 vom 11. September 1909.

²⁾ Nach *A. Bernthsen*, Ludwigshafen, Vortrag über synthetisches Ammoniak auf dem internationalen Kongreß für angewandte Chemie zu New York, 4. bis 13. September 1912. Chem. Zt. 1912.

³⁾ D. R. P. 246 554 vom 14. Dezember 1910.

⁴⁾ Franz. Pat. 425 952 vom 9. April 1910.

⁵⁾ *F. A. Mc. Dermott*, Journ. Amer. Chem. Soc. 1911, Bd. 33, 515.

⁶⁾ *Weldon Burslow*: Verbesserung in der Herstellung von Cyaniden von Alkalien und Erdmetallen. Engl. Pat. vom 13. September 1878.

worauf man bei 1600° Stickstoff zuleitet. Hierbei entweichen fremde Verunreinigungen, wie Kieselsäure, Erdalkalien und Alkalien sehr rasch, und bei 1700—1800° Reaktionstemperatur entsteht praktisch reines Aluminiumnitrid mit bis 34% Stickstoff (theoretisch werden 35% gefordert. D. Ref.). Hieraus werden durch Zersetzung reichliche Mengen von Ammoniak gewonnen. Was das Verfahren besonders konkurrenztauglich macht, ist die Gewinnung von sehr reiner Tonerde. Ausgebeutet wird das Verfahren durch die Société Générale des Nitrures in Paris. Die Zersetzung des Nitrids erfolgt daselbst nach dem Prozeß von Bayer durch Behandeln mit Ätznatron im Autoklaven. Dort wird in der Hauptsache aber auch Aluminium hergestellt, dessen Gestehungskosten durch das Nebenprodukt Ammoniak erheblich vermindert werden.

Daß die Darstellungen über natürliche und künstliche Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs, ganz kurz und skizzenhaft gegeben, doch einen solchen Raum einnehmen, ist ein Beweis, was in der kurzen Spanne, seit diese Fragen in ihre aktuelle, klassische Zeit getreten sind, alles geschaffen worden ist. Tausend Forschergeister und Tausende von Händen haben daran gearbeitet, die Stickstofffrage zur Lösung zu bringen. Wenn bei solch erfreulicher, unermüdlicher Arbeit wirklich noch ein Ansporn nottun sollte, so kann ihn nichts besser geben, als der halb skeptische, halb hoffnungsvolle Anspruch von F. W. Dafert¹⁾: „Die Erzeugung der künstlichen Stickstoffdünger bietet vorläufig für die Landwirtschaft lediglich theoretisches Interesse. Der augenblickliche Stand der jungen Industrie zwingt zu dem Schlusse, daß Ansätze zu einer rentablen Lösung des Stickstoffproblems noch nicht erkennbar sind. Doch hat alles bisher Geschaffene hohen Wert, und darf man annehmen, daß die Stickstofffrage sofort gelöst sein wird, wenn erst einmal wirkliche Not an Stickstoff eintritt²⁾.“

Einschlägige Literatur:

Rabius, Kritische Betrachtung zur voraussichtlichen Lösung der Stickstofffrage. (Jena, G. Fischer, 1907.)

Immendorf und Kempiski, Calciumcyanamid. (Stuttgart, E. Ulmer, 1907.)

H. Großmann, Die Stickstofffrage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. (Berlin W., M. Krayn, 1911.)

W. Kochmann, Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Salpeterproblems und die Nutzung des Luftstickstoffs. Technik und Wirtschaft, 1911, Bd. 4, S. 15—24, 88—98

H. Erdmann, Die Fixierung des Luftstickstoffs und ihre Bedeutung für Ackerbau und Industrie, Leipzig 1909.

Jurisch, Über Luftsalpeter, Leipzig 1910.

Kaiser, Der Luftstickstoff und seine Verwertung, Leipzig 1910.

Bencke, Die Erzeugung künstlicher Düngemittel mit Luftstickstoff, Wien u. Leipzig, 1913.

sowie die im Text zitierten Arbeiten.

¹⁾ F. W. Dafert: Die gegenwärtige Lage der Industrie der künstlichen Stickstoffdünger. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 1912.

²⁾ Schlußbemerkung des Referenten: Der künstlichen Bindung des Stickstoffs durch den Landwirt, also mittels Bodenimpfung usw., wurde absichtlich nicht gedacht. Einmal würde vorliegende Arbeit hierdurch eine zu große Ausdehnung erfahren haben. Ferner ist dies weder ein technisches, noch eigentlich ein künstliches Verfahren, da man doch im letzten Sinne die Natur für sich arbeiten läßt, endlich wird das betreffende Gebiet vielleicht berufenere Bearbeiter finden, wie sie ja in dieser Zeitschrift bereits zur Sprache gekommen sind.

Deutsche Baumwollkultur.

Von Zivilingenieur Werner-Bleines in Berlin-Südende.

Im Gegensatz zu unserer hochentwickelten Textilindustrie, die es in bezug auf Leistungsfähigkeit und Umfang getrost mit anderen Ländern aufnehmen kann, läßt die Beschaffung ihres hauptsächlichsten Rohstoffes, der Baumwolle, noch recht viel zu wünschen übrig. Die gesamte europäische Industrie ist auf diesem Gebiete kaum besser dran, da sie fast ganz von den nordamerikanischen Baumwollspekulanten abhängig ist. Die Union ist aber nicht allein das den überwiegend größten Teil des Weltbedarfs an Baumwolle produzierende Land, sondern auch ein Industriestaat, der sich bereits in der Weberei und Spinnerei gewaltig entwickelt hat, so gewaltig, daß die Gefahr für ausländische Fabriken immer näher rückt, eines Tages keinen Rohstoff mehr von diesem Lande zu erhalten. Sei es, daß dies auf gesetzlicher Grundlage — Baumwollausfuhrverbot — geschieht oder durch Trustbildung, Syndikate oder dergl.; schon die Möglichkeit des Eintreffens bedeutet eine ständig drohende Gefahr für alle damit zusammenhängenden Handels- und Gewerkekreise Europas.

Aber abgesehen selbst hiervon, ist es immer für eine Industrie ein ungesunder Zustand, wenn sie bei Bezug des Rohstoffes überwiegend auf nur ein Land angewiesen ist. Neben politischen und wirtschaftlich ungünstigen Verhältnissen können elementare Ereignisse störend auf einen gleichmäßigen Bezug des Produktes einwirken; Amerika ist auch hierin das „Land der unbegrenzten Möglichkeiten“. Ähnlich steht es mit Pflanzenkrankheiten und -schädlingen, die sich naturgemäß leichter über ein Land, einen zusammenhängenden Distrikt, als über Meer und Kontinente hin verbreiten können.

Wenn wir die Anfänge zu einer Gesundung dieser Zustände überblicken, so finden wir vor allem ein tatkräftiges und auch bisher erfolgreichstes Vorgehen von Englands Seite her. Ägypten, Indien und neuerdings auch Mesopotamien und Ostafrika sind die Länder, in welchen im großen und zunehmenden Maßstabe der Baumwollanbau betrieben und mit Regierungshilfe gefördert wird. Frankreich baut vornehmlich in Algier, Rußland im Kaukasus Baumwolle, und Deutschland erzielt in Togo und Ostafrika bisher nicht viel über den zweihundertsten Teil seines Bedarfs.

Selbst der englische Anbau ist nicht groß genug, um einen ausgleichenden Einfluß auf Preisbildung und Massenlieferung auszuüben; die Preise schwanken fortwährend und bedeutend, wie sich aus einem Überblick über die niedrigsten und höchsten Notierungen der Bremer Baumwollbörse aus den letzten Jahren ergibt. Danach stellte sich für den Doppelzentner (100 kg) der Qualität Upland middling der

	niedrigste:	höchste Preis:
1909 =	92,50 M	159,00 M
1910 =	155,50 „	159,50 „
1911 =	92,00 „	161,00 „
1912 =	94,50 „	133,00 „

Der höchste Preis — 161,00 M. — wurde dabei nicht etwa in einem Jahre der schlechten Ernte gezahlt, sondern im Gegenteil; 1911 hatte für Amerika einen Rekord gebracht. Um so größer war daher der von nordamerikanischen Spekulanten eingesteckte Gewinn. In Zahlen ausgedrückt, produzierten die Vereinigten Staaten an Baumwolle in Millionen Ballen:

1907 = 11,33	1910 = 11,96
1908 = 13,43	1911 = 16,20
1909 = 10,39	1912 ca. 14,00 ¹⁾

¹⁾ Vgl. Berl. Tgbl. vom 4. Dezember 1912.

Um den Bedarf der *deutschen Industrie* zu decken, ist nach Prof. *Paasche* eine Kultur von etwa *zwei Millionen Hektar Baumwollland* nötig. Gewöhnlich setzt man dabei voraus, daß ein Hektar auch einen Ballen Baumwolle, also etwa 500 Pfund, Ernteertrag liefert.

Wenn wir seit Jahren schon von kolonialen Baumwollunternehmen hören, ohne daß wir wesentliche Fortschritte bemerken, so sind dabei mancherlei Umstände zu berücksichtigen.

Unsere Kolonien waren — Togo vielleicht ausgenommen — noch völlig unerschlossene Ländergebiete; und in Ostafrika wurden noch vor einem bis zwei Dutzend Jahren teils die wildesten Menschenjagden mit zerstörender Gewalt verübt und die gefangene Bevölkerung in Sklaverei geschleppt, teils waren noch Räuberhorden, wie die Massai, unumschränkte Herrscher gewaltiger Gebiete, die heute noch — nachdem die deutsche Herrschaft diesem Unwesen ein Ende gemacht und jenen Störern aller Kultur das Handwerk gelegt — *völlig entvölkert* sind. Hierzu haben andererseits auch Viehseuchen, Dürre und Hungersnot beigetragen, ferner der Mangel jeglicher Vorsorge und Gewandtheit von seiten der Eingeborenen, um solchen unvorhergesehenen Ereignissen begegnen zu können. Kurz, wir finden hier Länder, in denen es zunächst an einem Hauptfaktor für landwirtschaftlichen Betrieb: an *Arbeitskräften* fehlt.

Doch diese lassen sich — unter Umständen sogar von weither — beschaffen und die moderne Maschinenindustrie kann viele Hände ersetzen, wenn wir nur das *Land selbst* erst kennen. Aber hierin hat es vollständig gemangelt. Wir haben keine altbekannten Länder erobert, sondern wir stehen vor der Aufgabe *Neuland zu erschließen*.

Unsere Kolonien waren bis dahin größtenteils Länder, in denen es weder *Straßen* noch *Schifffahrt*, weder *Brücken* noch *Hafenanlagen*, weder *Fahrzeuge* noch *Lasttiere* gab. Fast durchweg wickelte sich der Verkehr auf Fußpfaden und „dem Kopfe der Neger“ ab. Nach jedem Regenguß, jedem Steppenbrand änderte sich vielfach das Bild des Wegenetzes, wozu noch kam, daß auch die Ortschaften leicht spurlos von der Bildfläche verschwanden, da im Innern alles nur aus leichtem Holz- und Blätterwerk zusammengestellt wurde und eigentliches Mauer- und Bauwerk fast überall fehlte.

Diesen Urzuständen haben auch die früheren Kolonialvölker entweder nicht zu steuern vermocht oder sind nicht nennenswert in das Innere des „schwarzen Erdteils“ eingedrungen. Wie denn auch erst jetzt die „weißen Flecken“ auf der Landkarte Afrikas allmählich verschwinden. Das, was *Spanier* und *Portugiesen* für die Entwicklung ihres Jahrhunderte alten Besitzes auf diesem Kontinente in kultureller Hinsicht getan haben, ist nicht höher zu veranschlagen als das Werk der *Araber*, die vom Norden vordrangen; im Gegenteil, eher niedriger. Die Ansicht, daß es ohne Eisenbahn in den Tropenländern nicht möglich sei, ins Innere vorzudringen, ist längst durch Beispiele anderer Kolonisatoren widerlegt.

Daß Eisenbahn und Dampfer, Motorboot und Telegraph viel schneller und nachhaltiger ein Gebiet zu erschließen vermögen, ist natürlich selbstverständlich; schon weil hier die höheren Anlagekosten durch den Zeitgewinn beim Betriebe aufgewogen werden. Um mit solchen modernen Hilfsmitteln vorzudringen, ist aber auch wieder eine genauere *Kenntnis des Landes*, seiner topographischen Gestaltung, seiner geologischen, botanischen und dergl. Eigenschaften erforderlich; alles Dinge, die eine jahrelange Vorarbeit erfordert haben.

Für Landwirtschaft, insbesondere Baumwollanbau, genügt es zudem nicht, ein Land nur in bezug auf seine Oberfläche hin zu kennen, auch der Boden selbst, die

Bewässerung, ja selbst die *Witterung einer Reihe von Jahren* muß beachtet und studiert werden. An der Küste Ostafrikas und in Usambara haben wir ein oder mehrere Jahre ganz gute oder wenigstens leidliche Baumwollernten erzielt, und doch baut man heute an manchen Stellen den Baumwollstrauch nicht einmal mehr als Zwischenkultur, geschweige denn als Hauptartikel.

Es gehört zum A-b-c dieses Betriebes, daß während der mehrmonatlichen Ernte keine stärkeren Regen, am besten gar keine Niederschläge fallen dürfen, da sie die lockeren Baumwollbüschchen, die aus der aufgesprungenen Samenkapsel hervorquellen, verfilzen, sodaß sie sich schlecht oder garnicht von dem Samenkern lostrennen.

Dieser mittels Ginmaschinen bewirkte Vorgang muß sich zudem so glatt vollziehen, daß die Einzelfaser nicht reißt und ihre volle Länge, den Stapel, behält. Das Zerreißen kann indes auch seinen Grund in unzureichendem Wachstum haben. Wenn nämlich während der Faserbildung nach längerer Dürre, also nach gehemmter Entwicklung, wieder Regenfall oder Überschwemmung des Bodens der Pflanze von neuem Leben zuführt, entwickelt sich auch die Einzelfaser in der Samenkapsel wieder schneller und geschmeidiger. Während der Wachstumshemmung aber hat sich bereits ein Knötchen gebildet — eine weniger geschmeidige; daher leicht brüchige Stelle. Aus dieser Erfahrung ergab sich dann als zweckmäßigste Kulturmethode: *das Bewässerungsverfahren*.

Um dies vollkommen zu gestalten, muß man sich nach Landesteilen umsehen, in welchen wenigstens während der Erntezeit mit Sicherheit völlige Trockenheit herrscht. Für die Baumwollstaude genügt dann regelmäßige Bodenbewässerung, und zwar je nach Bodenart alle 8 bis 16 Tage. Algier, Mesopotamien und besonders Ägypten sind Länder, die hierfür in Betracht kommen und woselbst große Kapitalien zu diesem Zweck aufgewendet wurden. Der Staudamm von *Assuan* ist weltbekannt geworden und unter stellenweise ewig klarem Himmel gedeiht die Baumwolle zu *höchster Vollendung* allein durch die Berieselung mit dem gestauten *Wasser des Nils*.

Erst seit einem halben Jahrhundert wissen wir, daß diese Lebensader des alten Kulturlandes nahe seiner Quelle ein Staubecken hat, das an Umfang dem Königreich Bayern gleichkommt. Und inzwischen ist seit einem Vierteljahrhundert diese Nilquelle samt dem halben Riesenbecken, dem *Viktoriasee*, deutscher Kolonialbesitz. Mit die beste Baumwolle wird hier seit einer Reihe von Jahren gewonnen, ohne daß es gelungen wäre, solche Riesenanlagen wie die ägyptischen in Gang zu bringen. Ja, die meiste Baumwolle stammte sogar aus dem Betriebe der schwarzen Eingeborenen und nicht aus dem der Europäer, wenngleich diese auch entsprechende Anweisungen, Saat und dergl. gegeben haben.

Auch dieses *Gehheimnis des Erfolges* ist wieder durch die Witterungsverhältnisse gegeben. Hier, im Süden des Viktoriasees, 2—4 Grad südlich des Äquators, fällt nicht mehr Regen als in Deutschland, und zwar nur während der Wintermonate, etwa Oktober bis April.

Die *Kultur der Baumwolle* ist einjährig, oder vielmehr nur halbjährig bis siebenmonatlich¹⁾. In diese Zeit

¹⁾ Die Versuche mit perennierender (mehrjähriger) Baumwolle sind zurzeit noch nicht abgeschlossen. Wohl ist es in warmen Ländern möglich, mehrjährige Ernten zu erzielen, doch soll der Ertrag dann qualitativ und quantitativ zurückgehen. Auch die Weiterverbreitung der Pflanzenschädlinge und -krankheiten ist hierbei zu berücksichtigen. Ein radikales Mittel besteht in dem Abkappen des Baumwollstrauches nach der Ernte bis zum Wurzelstock. Während der Wachstumspause sind

fällt Wachstum und Ernte des meist 1,3 bis 2 m hohen Strauches. Wenn auch während der Fruchtreife, d. h. Erntezeit, kein Regen auf die Pflanze fallen soll, so kann sie doch der Feuchtigkeit nicht entbehren. Der Neger macht dann — wenn der Sonnengott tagtäglich aus wolkenlosem Himmel herniederschaut — das, was unsere Gärtner bei Trockenheit auch tun: er *biegt die Pflanzen!*

Graf Götzen fand schon auf seiner Reise 1894 wohlangebaute Baumwollbestände, und zwar auf der Höhe der Wasserscheide zwischen dem Viktoriassee und einem jetzt abgetrennten Seeteil, der *Wembäresteppe*, in der Landschaft *Schinjanga*, just dort, wo mich die Studien zu einem Bewässerungskanal für das südwestlich davon gelegene vorzügliche Baumwollgebiet hinführten.

Die Auswahl des Baumwollandes.

Im kleinen Maßstabe läßt sich schließlich schon ein Feld von einigen Morgen Umfang von Hand begießen; da obendrein aber viel hilfsbereite Hände auch während der langen Ernte fortwährend tätig sein müssen, läßt sich dies Experiment nicht gut auf großen Maßstab übertragen. Und wenn wir schließlich auch nicht gleich zwei Millionen Hektar in Kultur nehmen wollen, so ist zwischen dem bisher Erreichten und dem Wünschenswerten, dem Dringend-Notwendigen noch ein weit klaffender Abstand.

An Vorschlägen und Projekten zur Füllung der Lücke hat es freilich nicht gefehlt; nur hat es an der nötigen Gründlichkeit, an Vorkenntnissen und Unterlagen bisher gemangelt.

Große Projekte befaßten sich schon vor Jahren mit der in Südwestafrika belegenen *Großen* und *Kleinen Naute*. Erstere im Süden, am Löwenfluß, wurde bereits 1897 bearbeitet (*Rehbock*) und 1908 ist ein Finanzkonsortium dem Vorentwurf *Kuhn* näher getreten. Demzufolge sollte eine 26 m hohe Staumauer zur Bewässerung von 5300 ha errichtet werden; Kosten: 4 296 000 M. Der Bodenwert wäre dadurch zwar von 50 Pf. auf 1000 M. gestiegen, da sich — neben anderen Bedenken — aber nach dem Voranschlag schon das Hektar auf 811 M. stellt, ist es wieder still davon geworden.

Bei *Keetmanshoop* ist eine Talsperre an der Kleinen Naute geplant mit 13 m hoher Mauer, und zwar mit einem Kostenaufwande von 405 100 M. Ein Teilbetrag entfällt auf eine Trinkwasserleitung, ein anderer auf die Bewässerung von 110 ha guten Bodens. Da indes 3683 M. auf ein Hektar entfallen, hat man bisher hierin — soweit bekannt — nichts unternommen und wird sich zunächst wohl mit Brunnen und billigen Staudämmen begnügen.

Man unterscheidet noch zu wenig! Wenn „Straußenzucht, Obst- und Gemüsebau, Viehzucht u. dergl.“ von den Projektanten in einem Atem genannt und für die Notwendigkeit oder Rentabilität der Anlage ins Feld geführt werden, so ist das einerseits sehr naiv, andererseits besteht kein Grund, augenblicklich für solche Zwecke so große Kapitalien aufzuwenden. Anderwärts hat man hierfür geeignetes Land wesentlich billiger — ohne diese Kosten und in großem Umfange.

In dieser Hinsicht ist das große ostafrikanische Projekt für die Erschließung der *Mkatsteppe* schon besser durchdacht. Mit einer Million Mark sollen 27 000 ha Land melioriert werden, das sind rund 40 M. pro Hektar, was nicht viel ist. Hier entsteht nur die Frage, was mit dem Lande anzufangen ist und ob es sich nicht empfiehlt, die Million besser für Wege und Brückenbauten, Brunnen

die ostafrikanischen Baumwollböden frostfrei und daher den nordamerikanischen zwecks Anbau mehrjähriger Baumwollsorten überlegen.

und Verkehrsmittel im Gebiete der ostafrikanischen Mittellandbahn — an welcher die Steppe liegt — aufzuwenden und ob dieser dadurch nicht *mehr* Zuführen zufallen als durch die ent- und bewässerte Mkataebene. Wenn nämlich keine Export- und Massenartikel produziert werden, hat das Experiment keinen Zweck. Andere Produkte konsumiert der Eingeborene selbst und der Neger ist nicht der Mann, *mehr* zu produzieren, als er verbraucht, wenn nicht ein ganz besonderer Anlaß vorliegt.

Des Pudels Kern ist der, daß die Mkatasteppe *keine gesicherte Trockenzeit* für die Ernte besitzt; auch mit Bezug auf die Grundwasserverhältnisse soll *Baumwolle hier nicht* als Kultur empfohlen werden können. Für die anderen gangbaren Artikel, wie Kautschuk, Sisalhanf, Kokos, Kapok, Kaffee, Kakao, Tabak, Zuckerrohr, Reis oder Erdnuß sind derartige Aufwendungen zurzeit weniger notwendig oder hier nicht am Platz. Um aber dem kalifornischen oder australischen Obst, dem holländischen Gemüse oder dergl. auf kolonialem Boden Konkurrenz erstehen zu lassen, dazu dürfte den interessierten Kreisen die Lust und Energie fehlen. Hat man bisher doch nicht einmal den Anfang gemacht, einen Ersatz für argentinischen Weizen und Leinsaat auf unserer kolonialen Erde zu schaffen, trotzdem wir hierfür Millionen ans Ausland zahlen und Leinöl auch von unserer Industrie sehr begehrt ist.

Die weitere Betrachtung führt uns wieder zu jenen Hochländern des „*Caput Nili*“ zurück.

Das Projekt der Mbalasteppe.

Die sich am weitesten nach Süden ausdehnende schmale Seezunge des Viktoria Nyanza führt als Verlängerung der *Bucht von Muansa* den Namen *Smithsund*. An Papyrusdickicht vorbei und über Seegrasstreifen können noch Schiffe bis zu dem an der Südspitze gelegenen Orte *Njantelessa* gelangen, 80 km von Muansa (vgl. Skizze S. 812).

Der Sund läuft in einen schmalen Sumpfstreifen aus, der von hohen Granitblöcken und schroffen Hügeln eingefaßt ist.

Nach etwa 23 km verbreitert sich hinter *Lowire* das Tal immer mehr; schwach ansteigend dehnt sich eine meilenweite, flache Ebene aus, die *Mbalasteppe*.

Von dem *Kolonialwirtschaftlichen Komitee* war hier der Anfang einer Baumwollgroßpflanzung geplant, nachdem die Plantagen am *Rufiji* und *Usambara* fehlgeschlagen und die Unternehmen liquidiert haben.

Vorsichtshalber entsandte indes das *Gouvernement in Daressalam* einen landwirtschaftlichen Sachverständigen, *Dr. Vageler*, zwecks Untersuchung der Böden. Es ergab sich hierbei, daß gerade das zur Versuchsplantage in Aussicht genommene Land am allerwenigsten für Baumwollkultur geeignet ist, nämlich ein schwerer, undurchlässiger, landwirtschaftlich überhaupt nicht bearbeitbarer *Tonboden*. Oberflächlich bietet er sich im Winter als frischgrüne Savanne dar und nach meilenweitem Abstand folgt landeinwärts ein Rand üppigen, 2 m langen Hochgrases. Nach Süden verbreitert sich der Streifen zur Fläche, doch ist diese und eine breite Umrahmung sandhaltigeren Bodens — oberflächlich schon kenntlich an einer besonderen Akazienart (*Ac. drepanolobium* Harms) — bei weitem nicht so groß, als die Projektverfasser die gutwertigen Böden der Mbalasteppe eingeschätzt hatten. Von 55 000 ha kommen nur 2500—3000 in Betracht, also etwa 5 %.

Bei der geringen Neigung des Geländes — etwa ein Meter auf 4000 m in der Hauptrichtung (Nord-Süd) — ist der Boden einerseits während der Regenzeit überschwemmt, andererseits wirkt der dichte Gras- und Buschbestand wie ein Nadelwehr und das Wasser hat

schlechten Abfluß. Das Land ist daher stellenweise auf weite Flächen bis 1,5 m hoch überschwemmt.

Eine Urbarmachung setzt daher zunächst eine *Entwässerung*, das heißt Bau eines wenigstens 80 km langen Hauptkanales mit entsprechenden Seitenlinien, voraus.

Außerdem ist noch eine *Bewässerung* notwendig, denn die Regenzeit reicht weder für die ganze Entwicklungsdauer des Baumwollstrauches aus, noch würde es sich — aus den erwähnten Gründen — empfehlen, während der Samenreife und Ernte davon Gebrauch zu machen.

Von *Verkehrswegen* ist nur die Straße Tabora—St. Michael—Muansa zu erwähnen, die das Gebiet in der unteren Hälfte auf eine kurze Strecke quer durchschneidet. Der Hauptkanal ist daher als *Wasserweg*

spiegel liegt. Mittels Fernleitung würde dann elektrische Kraft zu den Pumpen der Schleusen und Bewässerungsanlagen geleitet.

Der *Schiffahrtskanal* könnte noch erhöhte Bedeutung erhalten, wenn er von der Mittellandbahn im Süden — etwa von Tabora aus — Bahnanschluß erhielte. Für die Baumwollausfuhr würde dies jedoch nur von nebensächlicher Bedeutung sein, da sich der Hauptverkehr nach wie vor über den Viktoriasee und die englische Uganda-bahn als kürzesten und billigsten Frachtweg bewegen wird.

Schätzt man die Kosten für die Anschlußbahn auf zehn und den Hauptkanal auf fünf Millionen Mark, so würden die 3000 ha — da eine Verzinsung dieser Anlagen durch den Verkehr nicht zu erwarten ist — mit

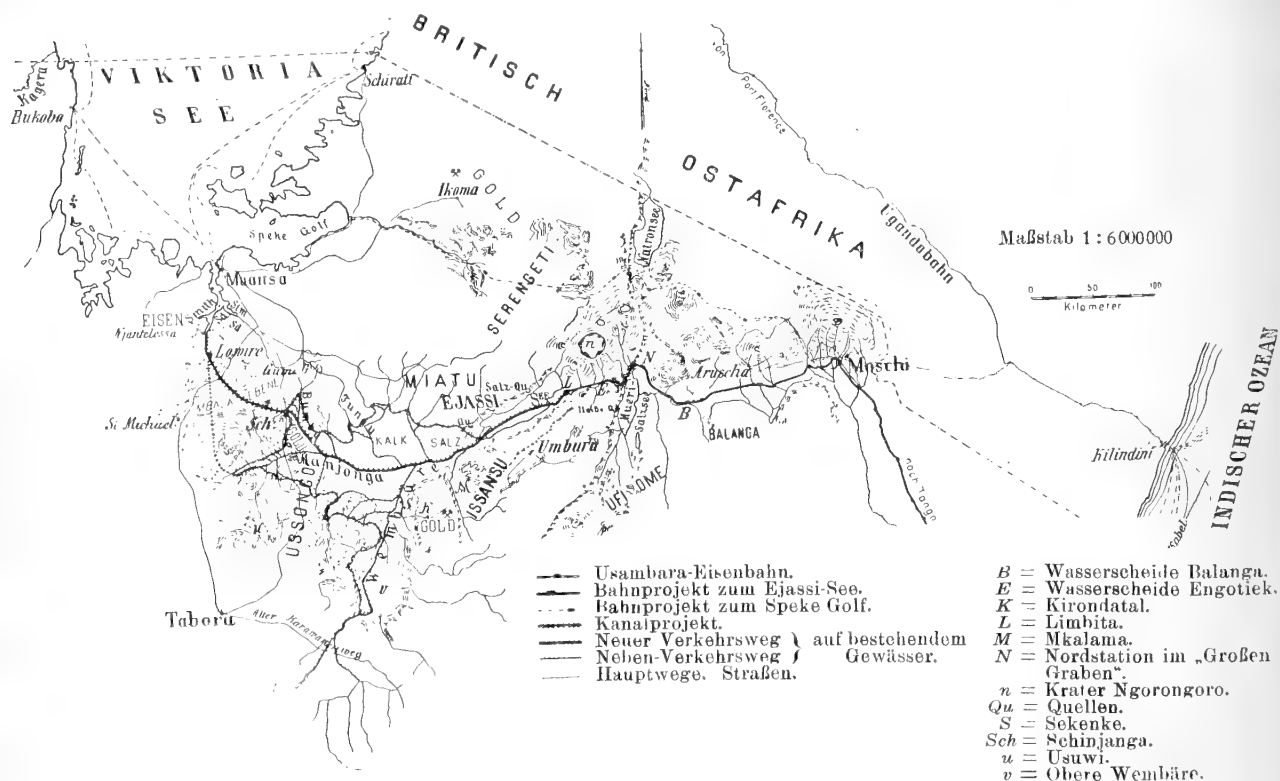


Fig. 1. Übersichtsplan für die Erschließung der Wembäre-Ebene in Deutsch-Ostafrika.

Entwurf Werner-Bleines.

projektiert. Das zu erschließende Baumwollland liegt etwa 11–18 m über dem Spiegel des Viktoriasees und der Entwässerungskanal wird die atmosphärischen Niederschläge leicht und schnell abführen können. Es muß im übrigen — wenn man den Kanal nicht sehr tief einschneiden, also billig bauen will — mit Schleusen und jedenfalls auch mit dem Hochpumpen von Seewasser gerechnet werden; denn es fällt im oberen Teil der Steppe 6–7 Monate lang kein Regen. Für die Trockenzeit ist deshalb ein Wasserstrom bis zu 12 cbm in der Sekunde in etwa 14–20 m Seehöhe bereitzubehalten, bzw. zu heben.

Die erforderliche Kraft sollten zunächst Windmotoren, später Dampfmaschinen liefern, die von den reichen Holzbeständen der Busch- und Waldgebiete Brennmaterial beziehen könnten. Ein Dauerzustand war so gedacht, daß ein Stollen das Wasser vom Viktoriasee südlich über die 20 m hohe Wasserscheide führt und 140 km vom Smithsund ein Elektrizitätswerk betreibt, da hier das Tal des Manjonga bereits 35 m unter See-

je 5000 M. pro ha belastet, ganz abgesehen von den übrigen Meliorations- und hohen Betriebskosten.

Das Projekt einer Baumwollkultur in der Mbalasteppe hat infolgedessen keine Aussicht, in absehbarer Zeit verwirklicht zu werden, namentlich nicht, wenn es für sich oder als Hauptprojekt beabsichtigt würde.

Die Wembäreebene.

Südöstlich des Viktoriasees und der Mbalasteppe erstreckt sich eine weite, abflußlose Talmulde, die in der Regenzeit mit einem ungeheuren Parke vergleichbar, während der halbjährigen Trockenperioden zum großen Teile austrocknet. Dieses Gebiet führt nach seinem Hauptflusse den Namen Wembäresteppe, und zwar unterscheidet man eine obere, kleinere (in der Skizze mit v bezeichnet) und eine untere oder „große Wembäre“, die sich von West nach Ost abdacht, von dem größten Nebenfluß Manjonga und dem Unterlaufe des Wembäre,

hier auch *Sibiti* genannt, durchzogen wird und in dem Njarassa- oder *Ejassisee* endet.

Dr. Vageler hat im Auftrage der Landesregierung auch diese Länder auf ihre Eignung zum Baumwollbau hin untersucht. Nach den ausführlich bekanntgegebenen physikalischen und chemischen Eigenschaften, in Verbindung mit der günstigen Oberflächengestaltung, kann für einen großen Teil dieser Landschaften freilich das Gutachten auf: *Ausgezeichnete Baumwollböden* lauten, die „kaum hinter einem Baumwolldistrikt der Erde zurückstehen und in klimatischer Hinsicht mit ihrer langen, gute Ernten gewährenden Trockenperiode die meisten Baumwollländer übertreffen“¹⁾.

„Da die Böden der Wembäre durchschnittlich sehr reich sind, wie es ihrem Charakter als abflußloses Gebiet entspricht, kämen Düngungskosten für die ersten Jahre kaum in Betracht, was zur Amortisierung der Anlage von nicht zu unterschätzendem Werte wäre.“

Die *Anlagekosten* sind nämlich der Angelpunkt, um den sich die Auswertung dieser deutsch-kolonialen Schätze dreht. Nicht daß diese so außerordentlich hoch wären oder nicht ein „casus similis“ in anderen Baumwolldistrikten längst vorläge, sondern die Frage ist nur die, ob Deutsche auf eigenem Kolonialboden solch großzügige Anlagen durchführen werden. In aller Herren Länder hat unsere Industrie die großartigsten Werke vollbracht, sie ist hervorragend an der Erschließung südamerikanischer Gebiete und den Viktoriafällen des Sambesi, dem Staudamm von Assuan, den Goldbergwerken Transvaals beteiligt gewesen und hat die größten Telefunkenstationen in Australien aufgestellt. Die anatolische und die Bagdadbahn geben Zeugnis von deutscher Schaffenskraft und Ausdauer, aber selbst verhältnismäßig kleinere Meliorationen, wie die schon vor einigen Jahren vom ostafrikanischen Gouvernement an der Usambarabahn vorbereitete, sind — trotz günstigster Aussichten — noch nicht durchgeführt worden.

Etwas anders liegt die Sache nun bei der Wembäre noch insofern, als das Erschließungsprojekt gleichzeitig mit dem für die gesicherte *Erhaltung unseres Besitzstandes am Viktoriassee* und dessen zuverlässiger Weiterentwicklung verbunden werden kann. Die Umgebung dieses Sees ist nämlich der *bevölkerteste Teil unserer Kolonie*, dabei aber hauptsächlich auf die 940 km lange englische *Ugandabahn* angewiesen. Auch die größeren Schiffe auf dem See sind englisch²⁾. Sie laufen nur die deutschen Stationen Bukoba, Muansa und Schirati an, d. h. wenn sie wollen oder noch Ware aufnehmen können.

Ein großer Teil der am Viktoriassee noch vorhandenen Naturprodukte könnte gehoben werden, wenn nicht die Frachtkosten über 1000 km bis zur Meeresküste dazu kämen; namentlich die lange Bahnstrecke verteuert den Transport.

Wie die Skizze zeigt, kann der Eisenbahnweg um mehr als ein Drittel gekürzt werden, wenn der *Verkehr über deutsches Gebiet* gelenkt wird. Der Bewässerungsgraben durch die Mbalaebene und der für Kraftzwecke vorgesehene 116—140 km lange Stollen werden vereinigt und zu einem *Großschiffahrtsweg* mit Niveaudurchstich der Wasserscheide ausgebaut. In der *Manjonga-Wembäre-Ebene* wird der vorhandene Flußlauf durch Einschaltung von Schleusen bis zum *Ejassisee* ausgebaut und eine Anschlußstrecke zur Usambarabahn bis *Aruscha* hergestellt³⁾. Anstatt südlich über *Issaka* — wie die stark punktierte Linie andeutet — kann nach dem vorhandenen Unterlagsmaterial ein gleich günstiger Wasser-

weg über die Wasserscheide bei *Schinjanga* (*Sch.*) gebaut werden (vielleicht noch weiter östlich über Gumali).

Die kleineren deutschen Schiffe und Schiffsleichter, die jetzt schon vom Viktoriassee aus flußaufwärts weit ins Land hineinfahren, können sich auf dem neuen Wasserwege dann bis auf 600 km der Meeresküste nähern. Eine weitere Kürzung der Eisenbahnstrecke um etwa 70 km könnte später evtl. noch durch Bau einer Bahn *Moschi—Kilindini* (Mombassa) bewirkt werden, die von englischer Seite ohnedies nicht mehr lange auf sich warten lassen wird, da sich das *Kilimandjarogebiet* (bei Moschi) lebhaft auch auf englischer Seite (Taveta) entwickelt.

Wenn man den Eisenbahn-Wasserweg sofort in Angriff nimmt, erübrigen sich die von den Sachverständigen sonst für notwendig empfohlenen *provisorischen Anlagen* der Stauwerke und dergl. für die Baumwollversuche. Diese können zudem in größtem Umfange und an vielen Stellen zugleich einsetzen, ohne daß hierbei etwas besonderes riskiert würde. Denn an und für sich gedeiht Baumwolle schon jetzt in dem Grenzgebiet vorzüglich und erzielt die *höchsten Preise* auf dem Weltmarkt. *Entkernungsmaschinen* sind sowohl in Muansa als auch bei Moschi bereits im Betriebe. Hier ist auch schon seit 1911 eine landwirtschaftliche Versuchsstation, *Kibongoto*, und an der Mittellandbahn — ebenfalls speziell für Baumwolle — *Myombo* zwischen Kilossa und Iringa eingerichtet; dazu kommt die 1912 in Mabama bei Tabora eingerichtete Baumwollversuchs- und Saatzuchtstation. Alle unterstehen der Landesregierung.

Erwägt man noch, daß im Umkreise der Wembäre eine *zahlreiche und arbeitsame Bevölkerung* vorhanden ist, die sich — abgesehen von der Millionenzahl an der Mittellandbahn und besonders im Hinterlande, Urundi und Ruanda, sowie jenseits der britischen Grenze (Kissumu etwa 888 000 Einwohner) — für die Bezirke Muansa und Schirati allein auf 616 000 Neger beläuft, so erhellt daraus schon, daß eine *Arbeiterfrage* hier nicht existiert. (Bei den großen Baumwollkulturen in *Mesopotamien* macht diese bekanntlich den Unternehmern viel Sorge.) Zudem haben sich bisher auch die guten Stellen an der Usambara- und Ugandabahn schnell besiedelt, auf englischem Gebiete sogar so schnell, daß ein Mangel an Technikern konstatiert wurde, welche die besetzten Ländereien abstecken und begrenzen sollen.

Nach dem fast völligen Ausbau des deutschen Eisenbahnnetzes und dem geringen Personalbedarf für den Bau der wenigen Wasserstraßen, stehen für die deutschen Kolonien zahlreiche Techniker zur Verfügung.

Die Melioration.

An Hand der Skizze ersieht man, wie sich die Erschließung der Wembäre verhältnismäßig einfach gestaltet. Unter dem Tropenhimmel zwischen dem 3. und 5. Grad südlicher Breite könnte eigentlich gar nicht genug Regen fallen, wie wir von der meteorologischen Station *Debundscha* in Kamerun wissen; denn dort erreicht der jährliche Niederschlag mitunter 14 000 mm. In der Wembäre und Umgegend ist nur auf 5—800 mm zu rechnen, also nicht mehr als in Deutschland. Teils weil sich dieser Regenfall aber auf wenige Monate zusammendrängt, teils weil sich in dem flachen, abflußlosen Wembärebecken fast alle Wasser auf einer Linie konzentrieren, sind weite Strecken des besten Alluvialbodens in den Wintermonaten — dem dortigen Sommer — überschwemmt.

In dieser Zeit verhindert auch ein üppiger Graswuchs und viel Buschwerk und lichter Wald einen schnellen Abfluß nach dem *Ejassisee*, so daß dieser ebenso wie der Oberlauf der Bäche und Flüsse im Sommer fast oder ganz austrocknet. Der in den flachen See mündende

¹⁾ Vgl. „Der Pflanze“ 1912, S. 387.

²⁾ Die englischen Schifffahrtslinien sind auf der Skizze durch —. —. bezeichnet.

³⁾ Die Bahn Moschi—Aruscha wird — vorläufig als Sackbahn — bereits gebaut.

Sibiti (Wembäre) hat wenig Gefälle und da seine Ufer schon oberhalb der Manjongamündung aus schwerstem Tonboden bestehen, der für landwirtschaftliche Verwertung hier nicht in Frage kommt, kann durch ständige Überschwemmung dieses Gebietsteiles kein Schaden verursacht werden.

Der beste Boden findet sich im Mittellaufe des *Manjonga*, und zwar in zwei durch je einen Steilrand von 15—25 m Höhe getrennten Höhenlagen. Der Fluß hat im Laufe der Zeit sein früheres Kalksteinbett weggeschwemmt und dadurch jederseits eine untere und obere Alluvialebene geschaffen. Sieben Monate lang fällt kein Regen und es trocknet daher auch die Tiefebene zur Steppe aus.

Da hier genügend Gefälle vorhanden ist, muß die Kulturarbeit darauf Bedacht nehmen, alle Abflußhindernisse, wie Grasbarren, Bäume und dergl. zu beseitigen, vielleicht stellenweise auch die Flußrinne — die jetzt in einer wenigstens zwei Meter starken Tonschicht liegt — vertiefen.

Sobald dies geschehen, kann auch das untere Becken während der Regenzeit bebaut werden, während das obere, das infolge stärkerer Neigung in der Längen- und Quer- (Fluß-) Richtung hin, leichter trocken zu legen ist, schon nach Schaffung eines Verkehrsweges besiedelt werden kann.

Zur *Fruchtreife* der Baumwolle reicht allerdings die Regenzeit nicht aus, da 6—7 Monate hierzu erforderlich sind. Das notwendige Zusatzwasser wird daher dem Schiffahrtsweg zu entnehmen sein, der ständig durch einen Kanal vom Viktoriassee her zu speisen ist. Im Interesse der Schiffahrt werden Schleusen anzulegen sein; denn der Ejassisee liegt etwa 90 m tiefer als der Viktoriassee. In Verbindung hiermit kann das Wasser soweit gestaut werden, daß nur der minderwertige Tonstreifen des Flußbettes überschwemmt wird. Die ebenfalls landwirtschaftlich wertlosen Sand- und Granithügel dicht am Flußlaufe bieten hierzu das beste Material. Auf diese Weise wird sich ein *billiger Transportweg* schaffen lassen, der jedenfalls nicht mehr als eine Eisenbahn kosten wird, vor dieser aber den Vorteil voraus hat, die jetzt *wertlose Steppe in höchstwertiges Kulturland* umzuwandeln.

Der Hauptbewässerungs- und auch Abflußkanal wird auf Rechnung des Verkehrsweges gebaut werden können, da sich die Anlage schon durch die zu erwartenden großen Frachtmengen rentiert. Schon der bisher aus deutschem Gebiete stammende Ausfuhrverkehr verzinst ein Anlagekapital von etwa *30 Millionen Mark*. Es kommen dann noch — neben den bisher unverwerteten Produkten des Viktoriassees — die Waren aus den neuerschlossenen Ländern, namentlich mehrere Millionen Zentner Baumwolle, Reis, Erdnüsse u. dgl. in Betracht.

Auf der Skizze ist das tiefer als der Viktoriassee belegene bewässerbare Gebiet durch zwei Randkanäle eingeschlossen. Nimmt man von diesen etwa *eine Million Hektar* nur die Hälfte als kulturwürdig an, so kann man hiervon mindestens ebenso viele Ballen Baumwolle als jährlichen Ertrag erwarten, abgesehen von den nebenbei noch und in der übrigen Zeit von 4—6 Monaten gedeihenden Früchten, wie Erdnuß, Mais usw.

Je 100 000 Ballen auf eigenem Kolonialboden erzeugte Baumwolle bedeuten eine *Vermehrung des deutschen Nationalvermögens* von mindestens 25 Millionen Mark an sich. Hinzu kommen hier noch je zwei Millionen Mark *Fracht* bis zur Küste, dann die Verlade- und Hafengebühren, Zölle, Seefracht, je etwa eine Million Mark *Hüttensteuer-* oder Abgabenzuschlag und der sich aus der erhöhten Konsumfähigkeit der Eingeborenen für die *deutsche Industrie ergebende Gewinn*. Es ist deshalb nicht zu hoch geschätzt, wenn man den Wert

der *Wembäreerschließung für Deutschland* mit mindestens *drei Milliarden Mark* veranschlagt.

Am Viktoriassee werden bereits kleinere Meliorationen hergestellt, wobei die Anlagekosten mit 100—200 M. pro Hektar angegeben werden; nimmt man selbst den höheren Wert für die Herrichtung der 500 000 ha an, nebst 40 Millionen Mark für den Verkehrsweg Aruscha—Ejassisee—Muansa, dann kommt man erst auf *140 Millionen Mark Anlagekapital*. Dies entspricht aber nur den *Zinsen* desjenigen Kapitals, das man vom national-ökonomischen Standpunkte allenfalls aufwenden könnte, und nebenbei nur einem Betrage, der *schon durch einjährigen Ertrag der Baumwollkultur* und obige Nebeneinnahmen wieder in deutsche Hände gelangt.

Mit der baldigen Erschließung der Wembäre kann sich demnach eine deutsche Baumwollkultur entwickeln, die sowohl in bezug auf *Qualität als auch Quantität den Weltmarkt beeinflussen* und im Verein mit den anderen Baumwollgroßunternehmen die europäische, namentlich auch *deutsche Textilindustrie unabhängiger von Spekulation und Konjunktur* machen, ja ihren Bestand überhaupt sicherstellen wird.

Der deutsche Patentanspruch.

Von F. Lubberger, Berlin.

Das Patentwesen bezieht sich auf die angewandten Naturwissenschaften. Das Patent insbesondere hat die Eigentümlichkeit, derartige Anwendungen mit möglichst großer Schärfe zu beschreiben. Dieses Unterfangen ist keineswegs so sehr einfach, und gerade in den letzten Jahren brechen sich neue Lehren über die Gestalt und über den Wert des deutschen Patentanspruches Bahn. In der folgenden kleinen Plauderei wollen wir an Hand von Beispielen sehen, wie in den letzten Jahren auf Grund von mehreren Reichsgerichtsentscheidungen von hervorragenden Patentjuristen eine ganz neue Lehre entstanden ist. Es wird sich zeigen, daß diese neuen Lehren nur mit Vorsicht zu gebrauchen sind.

Der § 20 des Patentgesetzes schreibt vor, daß ein Patentanspruch dasjenige angeben soll, was als patentfähig unter Schutz gestellt werden soll. In Deutschland hat der Anspruch die Form einer Definition. Diese besteht bekanntlich in der Angabe des „genus proximum“ und der „differentia specifica“. Im Patentwesen nennt man das genus proximum den Oberbegriff des Anspruches und die differentia specifica die Erfindungsmerkmale oder das Kennzeichen. Der Oberbegriff enthält Angaben über den Zweig der Technik, zu welchem die Erfindung gehört, unter Umständen auch über ein engeres Gebiet eines solchen Zweiges. Die Merkmale sind heutzutage *stets* hinter die Worte „dadurch gekennzeichnet“ gesetzt. Es kann allerdings auch eine im Oberbegriff angegebene Anordnung im Zusammenhang mit den Merkmalen große Bedeutung erhalten.

Angenommen, ein Erfinder A. erhalte ein Patent mit dem folgenden Patentanspruch — es sei ausdrücklich bemerkt, daß die folgenden Ansprüche nur Beispiele sind und auf technische Ausführbarkeit keine Rücksicht nehmen —:

Anspruch des Erfinders A.: Elektrische Lampe, die durch einen galvanischen Strom betrieben wird,

dadurch gekennzeichnet, daß ein durch den galvanischen Strom zum Glühen gebrachter fadenförmiger Kohlenkörper in einem luftleeren, von lichtdurchlässigem Materiale abgeschlossenen Raum untergebracht ist.

Der Ausdruck „elektrische Lampe“ gibt als Zweig die Elektrotechnik an. Die Beziehung auf den galvanischen Strom im Oberbegriff unterscheidet die Erfindung von Lampen, die durch Glimmlicht wirksam werden. Aus der Fassung des Oberbegriffs geht hervor, daß schon Lampen für galvanischen Strom bekannt waren, etwa Bogenlampen. Das Kennzeichen besteht aus mehreren Elementen:

1. einem Kohlekörper,
2. fadenförmig,
3. das Glühendwerden durch galvanischen Strom,
4. der luftleere Raum,
5. die lichtdurchlässige Hülle.

Es ist nun die große Frage, was durch diesen Anspruch geschützt ist. Ein Erfinder B. erhalte folgenden Anspruch:

Anspruch des Erfinders B.: Elektrische Lampe mit einem durch Strom zum Glühen gebrachten fadenförmigen Glühkörper, dadurch gekennzeichnet, daß in einem von lichtdurchlässigem Material abgeschlossenen Raum ein aus Metall bestehender Faden in einem solchen Gasmisch (Stickstoff) und unter einem solchen Gasdruck zum Glühen gebracht wird, daß durch die Eigenschaften des Gases und seines Druckes ein Zerstäuben des Glühkörpers verhindert wird.

Der Erfinder B. beginnt mit der Fabrikation seiner Lampen und ist überzeugt, daß er von A. unabhängig sei, weil er ja fast alles anders macht als A. Nun klagt aber A. auf Verletzung seines Patentes. Wenn nun A. nachweist, oder vielmehr, wenn B. nicht bestreiten kann, daß es zur Zeit der Anmeldung des Patentes von A. vollständig neu war, einen fadenförmigen Körper durch den galvanischen Strom zum Glühen zu bringen und diese Vorrichtung technisch als Beleuchtungskörper zu verwenden, so wird der Prozeß zugunsten von A. entschieden werden. Nehmen wir an, A. und B. gingen zu einer G. m. b. H. zusammen, in welcher beide ihre Patente einbringen.

Wie kommt es nun, daß B. das Patent von A. verletzt, obgleich er etwas ganz anderes zu machen scheint? Die Erklärung dafür liegt darin, daß in einem Patentanspruch nur der Gegenstand des Patentes geschildert ist, während der Schutzzumfang des Patentes durch den Anspruch keineswegs festgelegt ist, sondern „im Zweifel“ nach dem Stande der Technik zur Zeit der Anmeldung sich richtet. Diese drei Begriffe: Gegenstand des Patentes, Schutzzumfang und Stand der Technik sind im Patentgesetz nicht definiert. Sie haben überhaupt noch keine allgemein angenommene Definition erhalten. Unter Gegenstand des Patentes versteht man die materielle Ausführung eines Erfindungsgedankens, unter Schutzzumfang das Ausschlußrecht des Patentinhabers, d. h. das Recht, anderen zu verbieten, seine Erfindungsidee zu benutzen, und unter Stand der

Technik versteht man das öffentliche Wissen über den Gegenstand zur Zeit der Anmeldung.

Das Reichsgericht hat schon seit Jahren grundsätzlich nach Gegenstand und Umfang eines Patentes geurteilt; in klare Worte gefaßt ist dieser Grundsatz jedoch erst in einer Entscheidung vom 9. Februar 1910. Es ist jedem, der irgend etwas mit dem deutschen Patentwesen zu tun hat, dringend zu raten, sich diese Entscheidung des Reichsgerichts vom 9. Februar 1910 genau zu merken, insbesondere folgende Stelle der Entscheidungsgründe. „Es ist allerdings eine engere Auslegung des Patentes nicht ausgeschlossen, wenn sie nach dem nachträglich festgestellten Stand der Technik zur Zeit der Anmeldung gerechtfertigt erscheint. Der Patentanspruch hat in erster Linie den Zweck, den Gegenstand der Erfindung für den Techniker möglichst genau zu bezeichnen, nicht aber den daraus sich ergebenden Patentschutz nach allen Seiten abzugrenzen. In dieser Beziehung muß folglich manches der späteren Auslegung vorbehalten bleiben. Besonders ist es regelmäßig untunlich, bei Erfindungen, die durch eine größere Zahl von Merkmalen zu charakterisieren sind, schon im Stadium der Patenterteilung festzustellen, welche Merkmale für den Patentschutz unbedingt erforderlich sind und welche ausscheiden können bzw. welche einzelnen oder welche Gruppen von Merkmalen für sich einen Patentschutz genießen. Für Erteilung eines Patents genügt es, daß die Erfindung in der Verbindung sämtlicher Merkmale neu und patentwürdig erscheint, und die weitere Untersuchung über die Grenzen des Schutzes würde in der Regel nur zu einer nachteiligen Verzögerung der Patenterteilung führen. Die Rechtsprechung des Reichsgerichts verfolgt daher schon lange den Grundsatz, daß der Anmelder *im Zweifel* den Schutz und nur den Schutz beanspruchen kann, der ihm nach dem Stande der Technik zur Zeit der Anmeldung gebührt, ohne daß es — abgesehen von unzweideutig erklärten Verzichten und absichtlich verfügten Einschränkungen — wesentlich darauf ankommt, ob ihm selbst oder der Patent erteilenden Behörde dieser Stand der Technik vollständig bekannt war.“

Ein Erfinder C. erhalte nunmehr ein Patent auf eine Glühlampe, bei welcher ein Stäbchen aus seltenen Erden in freier Luft zum Glühen gebracht wird und als Leuchtkörper dient. Wiederum klagt A., weil er der Meinung ist, daß ihm der fadenförmige Körper, der durch Strom erhitzt wird und als Lampe dient, allgemein geschützt sei. Nun weist aber C. nach, daß in einem alten Physikbuch der Satz steht: „Durch den galvanischen Strom kann man einen Platindraht so erhitzen, daß er ein helles Licht ausstrahlt. Man kann diesen Draht nicht als Lampe benutzen, weil er durch die hohe Erhitzung sehr schnell zerstört wird.“ Mit diesem Nachweis erhält das Patent von A. mit einem Male einen ganz anderen, nämlich viel geringeren Wert. Jedenfalls ist C. unabhängig von A. Wie es nun mit dem Verhältnis von B. und A. nach dieser Entdeckung des Physikbuches steht, müßte durch ein neues gerichtliches Verfahren festgelegt werden. Wir wollen uns darauf nicht einlassen.

Es komme ein weiterer Erfinder D., welcher einen elektrischen Widerstand konstruiert hat. Der Widerstand besteht aus einem ganz dünnen Eisenfaden in einer luftleeren Glasbirne. Der Eisenfaden wird so hoch mit Strom belastet, daß er auch glühend werden kann. Nun verklagt A. den D., weil er glaubt, ihm sei die Verhinderung der Zerstörung eines glühenden Fadens durch den Einschluß desselben in einen luftleeren Raum allgemein geschützt. Diese Ansicht hat er ganz besonders aus seinem Prozeß mit C. gewonnen, in welchem die spezielle Methode des Schutzes des glühenden Fadens vor Zerstörung dahin festgelegt war, daß oxydierbare Materialien, wie Kohle, Metalle usw., in einer geeigneten Atmosphäre untergebracht sind (luftleere Hülle). Voraussichtlich aber wird A. mit seinem Prozeß gegen D. abgewiesen werden. Es ist nämlich der fadenförmige Glühkörper bei D. auch in einem luftleeren Raum angeordnet, aber zu einem ganz anderen Zweck; in anderen Worten: eines von mehreren Elementen kann nur dann von den übrigen Elementen eines Anspruches losgelöst werden und genießt nur dann selbständigen Schutz in einem Patentanspruch, wenn das gleiche Element mit anderen Elementen zusammen für den gleichen Zweck wieder verwendet werden soll. D. will aber keine Lampe machen, sondern nur einen Widerstand. Infolgedessen wird A. mit seiner Klage voraussichtlich abgewiesen werden. Hier wirkt also die Angabe „elektrische Lampe“ des Oberbegriffs wie ein bestimmendes, und zwar beschränkendes Element des Kennzeichens.

Das Reichsgericht ist unter Umständen sehr empfindlich gegen undeutliche Ansprüche oder gegen Ansprüche, die in ihrer allzu großen Allgemeinheit unklar sind. Es ist schon vorgekommen, daß ein Anspruch im Nichtigkeitsverfahren vernichtet wurde, und es blieben nur die übrigen Ansprüche des Patentes bestehen. In einem darauf folgenden Verletzungsprozeß hat dann das Reichsgericht die übrig gebliebenen Ansprüche jedoch wieder so weit ausgelegt, als ob der vernichtete Anspruch noch bestünde. Dieser Fall von Rechtsprechung ist allerdings ziemlich vereinzelt. Man kann aus all diesen Urteilen folgenden Schluß ziehen: wenn ein Anspruch unklar oder so unvollständig ist, daß ein Fachmann nach dem Durchlesen dieses Anspruchs selbst erst noch erfinderisch tätig sein muß, bis er überhaupt zu einer Lösung gelangt, so gibt der Anspruch nur eine Aufgabe an und steht auf schwachen Füßen. Der Anspruch kann dann unter Umständen im Nichtigkeitsverfahren mit allerlei den sonstigen Teilen der Patentschrift (Beschreibung, Zeichnung) zu entnehmenden Merkmalen so weit ausgerüstet werden, daß der Gegenstand des Patentes klar erscheint. Der Schutzzumfang des Patentes erleidet jedoch durch die Einfügung der zusätzlichen Merkmale keine Einbuße.

Auf Grund dieser Reichsgerichtsurteile haben nun mehrere hervorragende Patentjuristen die Lehre aufgestellt, daß der Patentanspruch nur den Gegenstand des Patentes und zwar möglichst genau angeben soll, während jede Bestimmung des Schutzzumfanges nicht Sache des Patentamtes, sondern

Sache der ordentlichen Gerichte sei. Danach müßte man einen Anspruch gewissermaßen in der Form einer möglichst kurzen Beschreibung von Ausführungsformen abfassen und müßte auf die jetzige Form des Anspruches als Definition verzichten. *Zweifelloos ist diese Lehre durch Reichsgerichtsurteile gestützt* und „im Zweifel“ wird das Reichsgericht wohl auch immer nach diesen Grundsätzen entscheiden. Für einen Patentanmelder hat die Lehre etwas außerordentlich Bestechendes, da sie sagt, daß ein Irrtum im Anmeldeverfahren nicht zum Verlust des Schutzes führen kann. Man muß aber ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daß diese Entscheidungsweise unter Umständen dem Anmelder ein allzu großes Gefühl der Sicherheit verleihen kann. Es steht ausdrücklich in der Entscheidung vom 9. Februar 1910, daß „im Zweifel“ der Stand der Technik zur Beurteilung herangezogen werden muß. Wenn ein Anspruch vollständig klar ist, so kann kein Mensch allgemein behaupten, man müsse da immer einen Fall „in Zweifel“ herauskonstruieren können. Es ist ja gewiß richtig, daß eine Reichsgerichtsentscheidung eine große Bedeutung für spätere Prozesse hat, aber sie hat doch nicht die Bedeutung von gesetzlichen Bestimmungen. Und selbst wenn in Zweifelsfällen nach diesen Grundsätzen verfahren werden muß, so ist die Feststellung des Standes der Technik wo möglich 8—10 Jahre nach Anmeldung des Patentes meist äußerst schwierig. Wenn sich der Zweig der Technik, zu dem das Patent gehört, in dieser Zeit stark entwickelt hat, so erhalten ursprünglich nebensächliche Andeutungen in der Patentbeschreibung und gleichgültig hingeworfene Worte in Aufsätzen in beliebigen Zeitschriften in beliebiger Sprache, von denen man bei eifrigem Studium die einen oder die anderen findet, ganz andere Bedeutungen. Nach 10 Jahren kommt unter Umständen ein Bild vom Stande der Technik zur Zeit der Anmeldung zustande, das schon sehr kräftige Töne der späteren Entwicklung zeigt. Unter Umständen kann so für das Patent die Feststellung des Standes der Technik geradezu entwertend wirken.

Die Ansichten darüber, ob man tatsächlich nun in einem Anspruch nur den Gegenstand der Erfindung beschreiben und die Feststellung des Schutzzumfanges ganz den Gerichten überlassen soll, oder ob man wenigstens versuchen sollte, in der Beschreibung möglichst genau zu sagen, was alles geschützt sein soll, gehen heute noch weit auseinander. Soviel ist aber sicher, daß eine möglichst sorgfältige Prüfung des Standes der Technik bei der Anmeldung und eine möglichst klare Formulierung des Anspruches unter allen Umständen ein Patent sehr stärken wird, insbesondere gegen Nichtigkeitsklagen.

Der Patentanspruch ist jedenfalls ein sehr lebendiges Wesen und ändert sein Gesicht sehr häufig. Es wird bekanntlich in Deutschland ein neues Patentgesetz kommen, und mit großem Interesse sieht man den Vorschriften über den Patentanspruch entgegen.

Ozonwasser.

Von Otto Bürger, Kirn (Nahe).

Das 1785 von *van Marum* und 1840 von *Schönbein* entdeckte Ozon ist allotroper Sauerstoff, der im Molekül drei Atome Sauerstoff besitzt (O_3). Es läßt sich leicht mit Hilfe der Siemensschen Ozonisationsröhren erzeugen, und zwar sollen hierbei im Maximum etwa 5,6 % des Sauerstoffs in Ozon verwandelt werden. Bei Abkühlung mit flüssiger Luft und bei etwas höherem Druck läßt er sich jedoch auch vollständig ozonisieren. Infolge seiner stark oxydierenden Eigenschaften findet das Ozon in der Industrie manche Anwendung, so zum Bleichen von Textilstoffen und Ölen, zur Verbesserung des Tabaks, zur Reinigung der Stärke, zur Keimfreimachung des Trinkwassers und vor allem zu Lüftungs- und Desinfektionszwecken in Krankenhäusern und Schlachthöfen. Auch in Brauereien hat man sich das Ozon dienstbar gemacht und es als additives Moment zu der Frischluftventilation, zur Hefenbehandlung, zur Desinfektion von Filtermasse und anderen Gerätschaften benutzt. Zuerst wurde es mit Erfolg bei Th. Boch & Co. in Lutterbach i. E. eingeführt. Die eingehenden Versuche auf diesem Gebiete von Prof. Will und Beyersdorfer (Zeitschrift für das gesamte Brauwesen 1912, Seite 73, 89) führten vorläufig noch zu keinem praktisch brauchbaren Ergebnis. Mehr läßt sich von den ausgedehnten Versuchen Dr. Moufangs erwarten, nämlich Ozon in Wasser zu lösen und diese Lösung etwa zu Desinfektionszwecken anzuwenden. Über die Ergebnisse dieser Versuche zu berichten, soll die Aufgabe dieser Zeilen sein.

Die meisten Lehrbücher der Chemie geben uns über die Frage der Löslichkeit von Ozon in Wasser entweder keine oder nur ausweichende Angaben. Das einzige Lehrbuch, in dem Verfasser eine nähere Angabe über Ozonlöslichkeit fand, war das bekannte Buch von V. v. Richter (anorganische Chemie, Seite 107), wo folgendes geschrieben steht: „Wasser nimmt Ozon nur wenig auf, nach *Ladenburg* bei normalem Druck und mittlerer Temperatur nur $\frac{1}{100}$ seines Volumens; das in den Handel gebrachte Ozonwasser enthält statt seiner meistens Stickoxyde, unterchlorige Säure, Chlorkalk, Chlor usw.“

Vor allem handelte es sich darum zu untersuchen, ob Ozon überhaupt und unter welchen Bedingungen im Wasser löslich ist.

Bei Versuchen nach dieser Richtung hin zeigte sich, daß vor allem die chemische Natur des Wassers auf den Lösungsprozeß einen großen Einfluß ausübt.

Gewöhnliches Leitungswasser oder destilliertes Wasser nehmen Ozon nur in verschwindend geringen Mengen auf. Dagegen ergab sich, daß durch geringes Ansäuern die Ozonlöslichkeit sowie die Haltbarkeit der Lösungen ganz beträchtlich erhöht wurde. Als zweiter wichtiger Punkt wurde die Abwesenheit von Stoffen festgestellt, die, wie z. B. Alkohol, stark reduzierende Eigenschaften besitzen; auch Oxalsäure, trotz ihres Charakters als Säure, wirkt in gleicher Weise. In starker Bewegung, mechanischer Reibung, sowie hohen Temperaturen

wurden weitere die Ozonlöslichkeit hemmende Momente erkannt.

Bei der Ozonherstellung stand eine Ozonanlage von 7 bis 10 Siemensschen Röhrenelementen, die hintereinander geschaltet waren, zur Verfügung. Der Transformator lieferte einen Wechselstrom von 8000 Volt. Der verwendete Sauerstoff konnte durch konzentrierte Schwefelsäure und Kalk getrocknet werden. Das entstehende Sauerstoff-Ozon-Gemisch wurde alsdann in einer gewöhnlichen Absorptionsflasche aufgefangen, die mit Leitungswasser angefüllt war, das einen Gehalt an freier Säure von etwa 0,06 bis 0,08 % besaß. Das überschüssige Ozon wurde in einer zweiten Absorptionsflasche an Jodkaliumlösung gebunden. Mit diesem Apparate konnte eine Ozonkonzentration bis zu ca. 65 mg O_3 pro Liter erhalten werden.

Wasser kann um so mehr mit Ozon angereichert werden, je höher die Ozonkonzentration des ozonübertragenden Gases ist. Diese Erscheinung steht zu dem Bestreben, möglichst viel absolutes Ozon in der Zeiteinheit zu gewinnen, in direktem Gegensatz.

Zur Darstellung von Ozonwasser ergeben sich von Natur vier Wege: einmal technisch reinen Sauerstoff oder andererseits atmosphärische Luft zu ozonisieren, und zwar a) in getrocknetem, b) in feuchtem Zustande; dabei ist die Stundenlitergeschwindigkeit des ozonübertragenden Gases zur Erhöhung der Ozonkonzentration möglichst klein zu nehmen.

Hierbei zeigte sich vor allem die Einwirkung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft auf die Ozonausbeute. Zu gleichen Zeiten wird ungefähr sechsmal so viel Ozon aus trockener Luft gebildet als aus feuchter unter sonst gleichen Bedingungen. Nach etwa 30 bis 40 Minuten hat das Wasser seinen Sättigungspunkt erreicht.

Was die Haltbarkeit wässriger Ozonlösungen anbetrifft, so sind die bei niedriger Temperatur und geringer Stundenlitergeschwindigkeit hergestellten widerstandsfähiger.

Ein unter diesen Bedingungen aus trockenem Sauerstoff hergestelltes Ozonwasser, das anfänglich 56,4 mg Ozon im Liter besaß, hatte nach 43 h noch 27,6 mg, nach 67 h noch 14,4 mg und nach 91 h noch 2,8 mg Ozon im Liter.

Eine Erklärung für diese größere Stabilität wäre etwa darin zu suchen, daß sich das Ozon tatsächlich chemisch mit dem Wasser verbinden würde, zu $(O_3)_x (H_2O)_y$.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich ohne weiteres, daß man sich zur Erzielung hoher Ozonkonzentrationen getrockneten Sauerstoffs bedienen wird.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß beim Arbeiten mit atmosphärischer Luft dem Ozonapparate dichte, geruchlose, weiße Nebel entströmten, die schwerer als Luft waren, nicht brannten, unlösbar waren und sich vollständig indifferent verhielten. Ihre chemische Konsistenz konnte bis jetzt noch nicht nachgewiesen werden.

Am Ende dieses Teils möge kurz mitgeteilt werden, wie die Ozonkonzentration bestimmt wird:

In einem Stehrundkölbchen wird etwas festes Jodkalium mit z. B. 100 ccm des zu bestimmenden

Ozonwassers in Lösung gebracht, wobei je nach der Menge des gelösten Ozons starke Jodfärbung auftritt. Zu dieser Lösung wird etwas einer 10 prozentigen Stärkelösung gebracht und mit 2 prozentiger reiner Schwefelsäure schwach angesäuert. Mit n_{100} -Natriumthiosulfatlösung wird alsdann titriert. Je 1 ccm der verbrauchten Thiosulfatlösung entspricht 2,4 mg Ozon pro Liter Lösungswasser.

Zusammenfassend war also folgendes gefunden worden:

1. Wässrige Ozonlösungen lassen sich ohne größere Schwierigkeiten herstellen, wenn
 - a) das Wasser *schwach angesäuert* ist, und wenn
 - b) *reduzierende Körper* wie Alkohol *fehlen*.
2. Einen wesentlichen Einfluß auf die Ozon- ausbeute übt die *Feuchtigkeit* der Luft, bzw. des Sauerstoffs aus. Aus trockner Luft läßt sich sechsmal so viel Ozon erzeugen als aus feuchter Luft.
3. Die Ozon- ausbeute *wächst* in demselben Maße, *wie die Stundenlitergeschwindigkeit des ozonisiert werdenden Gases abnimmt*.
4. Aus *Sauerstoff* läßt sich *mehr Ozon* erzeugen als aus Luft.

Nachdem so die Herstellungsmöglichkeit wässriger Ozonlösungen erwiesen war, galt es festzustellen, ob diese gleich dem gasförmigen Ozon ebenfalls sterilisierende Wirkung besitzen. Dies ließ sich besonders gut im Braugewerbe ausführen, da dort gerade eine durchgreifende Desinfektion nötig ist. Es wurde die desinfizierende Wirkung auf Fässer, Filtermasse, sowie ein etwaiger nachteiliger Einfluß auf das fertige Bier untersucht. Hierbei ergab sich, um die Versuchsergebnisse kurz zusammenzufassen, daß selbst eine Einwirkungs- dauer des Ozonwassers auf Fässer von nur 30 sec eine praktisch vollkommene Sterilität zur Folge hat. Auch bei nicht vorbehandelten Fässern ließ sich deutlich eine bakterienhemmende Wirkung des Ozonwassers bemerken. Wässrige Ozonlösungen besitzen auch die zur Sterilisation von Filtermasse nötige Tiefenwirkung in vollkommenem Maße. Vorbehandelte, d. h. ausgewaschene Filtermasse kann durch Behandeln mit genügend wirksamen Ozonlösungen (15 bis 20 mg) praktisch vollständig steril gemacht werden. Im fertigen Biere wirkt Ozonwasser weder auf Geschmack noch auf Farbe nachteilig ein. Bei größerer Konzentration wird allerdings die Farbe dunkler Biere etwas heller, was jedoch für die Praxis wenig in Frage kommt, da dort mit wesentlich günstigeren Verhältnissen gearbeitet wird.

Aus allen Versuchen ist zu schließen, daß Ozonwasser dem gasförmigen Ozon bei weitem vorzuziehen ist, da auch vor allem die Arbeitsweise sich einfacher gestalten wird. Zur Lüftung wird man jedoch, wie bisher, gasförmiges Ozon weiter anwenden.

Literatur:

Vetter, L. v., und Dr. Moufang, Das Ozon in der Brauerei („Wochenschrift für Brauerei“, 1911, Nr. 34).

Moufang, Ed., Dr., Ozonwasser als Desinfektionsmittel in der Brauerei (Zeitschrift für das gesamte Brauwesen, 1912, Nr. 15).

Bürger, Otto, Verwendung von Ozonwasser zu Desinfektionszwecken in der Brauerei („Allgemeine Brauer- und Hopfen-Zeitung“, Nürnberg, 1913, Nr. 109 oder „Wochenschrift für Brauerei“, 1913, Nr. 20).

Moufang Ed., Dr. und Otto Bürger, L'eau ozonisée et son action stérilisante („Brasserie et Malterie“, 1913, Nr. 5).

Über einige neuere Methoden zur Herstellung von Alkalimetallen mit Calciumcarbid und Aluminium.

Seitdem das Calciumcarbid industriell im größten Maßstabe hergestellt wird, hat es nicht an Versuchen gefehlt, für dasselbe möglichst viele Anwendungsgebiete zu schaffen. Unter anderem hat man auch versucht, mit Hilfe von Calciumcarbid andere Metallcarbide oder Metalle, besonders Schwermetalle herzustellen, die elektro- negativer sind als das Calcium. Meist wurde dabei in der Weise gearbeitet, daß man Calciumcarbid auf die Oxyd- oder Chloridverbindung oder auf ein Gemisch beider einwirken ließ, in ähnlicher Weise wie beim sogenannten Thermitverfahren. Eine kurze Zusammenstellung dieser Versuche findet sich in der neuen Auflage des *Gmelin-Kraut*, Bd. 2, Abt. 2, S. 322 ff.

Vor kurzem hat nun in der *Nernst-Festschrift* (Verlag von W. Knapp, Halle a. d. S. 1912) *Heinrich Specketer* über 3 Methoden berichtet, welche in der Chemischen Fabrik *Griepheim-Elcktron* zur Darstellung von Alkalimetallen ausgearbeitet worden sind. Da erfahrungsgemäß Veröffentlichungen dieser Art leicht übersehen werden können, so sei auf diese Methoden im folgenden etwas näher eingegangen.

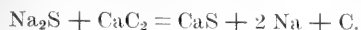
Zuerst wurde die Einwirkung von Calciumcarbid auf Alkalifluoride studiert, und zwar mit dem Resultat, daß unter geeigneten Bedingungen eine glatte und vollkommene Umsetzung nach der Gleichung



durchgeführt werden konnte. Gut getrocknetes Fluorkalium mischt man am besten mit fein gepulvertem Carbid und erhitzt das Gemisch in einer Retorte unter Luftabschluß. Um eine theoretische Ausbeute an Kalium oder Natrium zu erzielen, muß man den Gehalt des Carbids an CaC_2 kennen, da nur das eigentliche Carbid unter Bildung von Alkalimetall reagiert. Im technischen Carbid sind aber stets größere Mengen von Ätzkalk enthalten, weshalb man technisch zweckmäßig einen größeren Überschuß von Carbid anwendet. Die Umsetzung beginnt bei etwa 900°, wobei das Kalium langsam abdestilliert und unter Petroleum aufgefangen wird. Das so hergestellte Metall ist sehr rein und braucht nicht mehr umdestilliert zu werden. Intermediär entsteht vielleicht bei dieser Reaktion Alkalicarbid, das jedoch bei der hohen Reaktionstemperatur nicht mehr beständig ist und sofort in seine Bestandteile zerfällt. Da der Prozeß endotherm verläuft, so schreitet die Reaktion allmählich von außen nach innen vorwärts und wenn keine Dämpfe mehr in die Vorlage gehen, ist die Umsetzung beendet. Für die Darstellung von metallischem Kalium hat der Prozeß ferner noch den großen Vorteil, daß sich *kein explosives Kohlenoxydkalium* bildet, wie bei der Reduktion von Pottasche oder Ätzkali mit Kohle.

Auch durch Einwirkung von Calciumcarbid auf wasserfreie Alkalisulfide lassen sich sowohl Kalium wie

Natrium herstellen, falls man vollkommen entwässerte Schwefelverbindungen verwendet. Die Reaktionsgleichung ist der obigen ähnlich:



Die Mischung der feingepulverten Bestandteile wird ebenfalls in einer Retorte erhitzt, wobei bei einer Temperatur von ungefähr 850° Umsetzung eintritt und die Reaktion ebenso langsam und gleichmäßig verläuft wie bei der Anwendung von Fluorid. Auch hier erhält man sofort bei Verwendung reiner Schwefelalkalien die Alkalimetalle im reinen Zustand, so daß eine nochmalige Destillation unnötig ist. Für die Darstellung von metallischem Lithium läßt sich diese Reaktion jedoch des höheren Siedepunkts wegen, den das metallische Lithium besitzt, nicht benutzen.

Ein drittes Verfahren, welches eine Umkehrung des früheren Prozesses zur Herstellung von Aluminium aus metallischem Natrium und Aluminiumfluorid darstellt, arbeitet mit dem neuerdings so billig gewordenen metallischen Aluminium, das man auf Natriumfluorid einwirken läßt. Etwas über dem Schmelzpunkt des Fluorids tritt eine stürmische Reaktion auf, die bei Anwendung von Aluminiumpulver sogar explosionsartig verlaufen kann. Um den Prozeß jedoch gleichmäßig zu gestalten, genügt es, das Aluminium in kleineren Stücken zu verwenden, so daß dann eine langsamere Reaktion erfolgt, wobei das Natrium in die Vorlage allmählich überdestilliert. Sobald sich die Doppelverbindung Na_3AlF_6 gebildet hat, welche mit dem in der Natur vorkommenden Kryolith identisch ist, kommt auch beim Überschuß von Aluminium die Reaktion zum Stillstand. Das letzte Verfahren zeigt in interessanter Weise, wie eine Umkehrung der ökonomischen Verhältnisse unter Umständen auch die technischen Bedingungen völlig verändern kann. Denn gerade die Gewinnung des metallischen Aluminiums aus Alkalimetallen, welche man nach *St. Claire-Deville* auf ein Gemisch von Aluminiumchlorid und Natriumchlorid sowie von Kryolith einwirken ließ, war das erste technische Verfahren, welches in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bei einem allerdings sehr hohen Preisstande des Aluminiums in Salindres im großen durchgeführt worden ist.

H. G.

Zuschriften an die Herausgeber.

Über die Genesis der Kohlehydrate.

In dem 20. Heft der „Naturwissenschaften“ teilt Herr Prof. E. Baur seine Ansichten über die Genesis der Kohlehydrate in einem interessanten Artikel mit. Der über die Frage nicht orientierte Leser wird darin in einer Weise informiert, welche den zurzeit mit guten Gründen durch alle Pflanzenphysiologen und Biochemiker vertretenen Ansichten nicht gerecht wird. In der Fachliteratur wird die Kritik wohl nicht ausbleiben: hier möchte ich nur in einigen Worten die Grundlagen der Baurischen Vorstellungen besprechen.

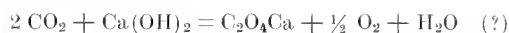
Baur setzt an Stelle der v. Baeyerschen Hypothese, welche annimmt, daß Formaldehyd die erste Reduktionsstufe der Kohlensäure in der grünen Pflanze darstellt, eine Vorstellung, nach welcher Oxalsäure das erste Assimilationsprodukt sein soll. Aus der Oxalsäure soll durch eine Art Gärungsprozeß dann Formaldehyd hervorgehen: die Oxalsäure soll zu Ameisensäure gespalten werden, aus Ameisensäure soll dann Wasserstoff entstehen, welcher ein zweites Molekül Oxalsäure zu Glykolsäure reduziert, die Glykolsäure soll dann zu Formaldehyd und Ameisensäure zerfallen.

Worauf stützt sich diese Hypothese? Der von Herrn Baur (Z. f. physik. Chem. Bd. 63, S. 683) beschriebene

Versuch, in welchem unter Kohlensäure stehende Kaliumferrooxalatlösungen sich langsam oxydieren sollen, sagt, auch wenn er richtig sein sollte, gar nichts darüber aus, was aus der Kohlensäure geworden ist. Dagegen ist die Reduktion von Kohlensäure zu Ameisensäure und zu Formaldehyd ein wohlbekannter und sichergestellter Vorgang.

Herr Baur sagt nun: „Wir bemerken in der Chemie allenthalben, daß vorhandene Zwischenglieder selten oder nie übersprungen werden.“ Dies mag für „vorhandene“ Zwischenglieder gelten: nicht aber für solche, welche lediglich auf dem Papier konstruiert worden sind. Es hätte keinen Sinn anzunehmen, daß die Reduktion von Nitrobenzol zu Anilin über Azobenol verläuft: diese Annahme wäre der Baurischen Assimilationshypothese durchaus analog. Daß Kohlensäure z. B. durch Alkalien oder Dewardasche Legierung direkt, ohne die Oxalsäure zu berühren, in Ameisensäure und Formaldehyd übergeführt wird, wissen wir ja genau: die Reduktion der Oxalsäure durch solche Agentien führt nicht zu diesen Körpern.

Wenn Herr Baur die Entscheidung trifft, daß das Licht in der Pflanzenzelle den „Potentialhub“ von Kohlensäure zu Oxalsäure leisten könne, nicht aber den um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ größeren zu Formaldehyd, so ist diese nur gefühlsmäßig begründete Ansicht über eine Frage, von der wir nichts wissen, natürlich undiskutierbar. Wenn er aber von einer Koppelung der Neutralisation der entstandenen Oxalsäure durch Kalk und gar auch der Ausfällung von Kalkoxalat mit dem Assimilationsprozeß im Sinne der Gleichung



spricht, so möge man doch beachten, daß bereits die linke Seite der Gleichung in Wirklichkeit ein Neutralsalz darstellt, wahrscheinlich sogar ein unlösliches, da das Fortlaufen eines solchen Prozesses doch die Aufstapelung von überschüssigem Kalk voraussetzen würde.

Herr Baur sagt: „Nötig ist das Licht bloß da, wo es reduziert. Für alle anderen Prozesse verfügt der Organismus über spezifische Enzyme. Wir bedienen uns gegenwärtig des Lichtes bloß als eines bequemen allgemeinen Enzymes.“ Er findet, daß Glykolsäure durch Bestrahlung in Quarzröhren bei Gegenwart von großen Mengen Kupfersulfat Spuren von Formaldehyd liefert und meint, man könne diese Reaktion auch in Pflanzen annehmen, wo sie von einem Ferment besorgt werden wird.

Nun wissen wir aber von den photochemischen Vorgängen, daß das Licht sowohl katalytisch wirkt, d. h. die Erreichung des Gleichgewichtszustandes in einem System beschleunigt, als auch das Dunkelgleichgewicht verschiebt. Beachten wir ferner, daß bei Belichtung von Wasser Hydroperoxyd entsteht, welches oxydierend wirkt, so werden wir Baur's Annahme, daß in seinem Versuch das Licht die Rolle eines Enzyms gespielt hat, keineswegs selbstverständlich finden, sondern vielmehr das Gegenteil annehmen müssen. Jedenfalls besteht weder Veranlassung noch Berechtigung, einen unter so künstlichen und dazu undeutlichen Bedingungen verwirklichten Vorgang auf die Pflanze zu übertragen und dort „spezifischen Enzymen“ zuzuschreiben.

Die Assimilationshypothese von v. Baeyer ist ja gewiß nicht streng bewiesen, sie kann auch kaum streng bewiesen werden. Doch sprechen für sie die chemischen Analogien bei der Reduktion von Kohlensäure und die physiologischen Versuche (Bokorny, Grafe), schließlich ihre Einfachheit. Dagegen ist die Baur'sche Hypothese eine Spekulation, die weder auf chemische Analogien, noch auf direkte Versuche gestützt ist; wenn sie den pflanzlichen Oxyssäuren eine ge-

wichtige Rolle im assimilatorischen Stoffwechsel zu schreibt, so muß bemerkt werden, daß für eine solche Annahme gleichfalls keine Veranlassung besteht: es gibt noch andere chemische Vorgänge in der Pflanze als die Kohlensäureassimilation und die Anschauung, daß die Pflanzensäuren Produkte des absteigenden Stoffwechsels seien, ist keineswegs eine „verzweifelte Meinung“, wie Herr *Baur* meint. Auf die biologischen Unstimmigkeiten der Baur'schen Hypothese will ich hier nicht eingehen.

Herr *Baur* geht dann noch auf das Gebiet der tierischen Physiologie über und gibt der Meinung Ausdruck, der im Tierkörper gebildete Zucker entstamme wiederum der Glykolsäure. Es ist experimentell nachgewiesen worden, daß der tierische Organismus aus Glykolsäure keinen Zucker zu bilden vermag unter Umständen, unter welchen er aus Milchsäure, Glycerinsäure und Glykolaldehyddikarbonsäure leicht Glukose bildet. Mag man die Sicherheit, welche uns Versuche über den intermediären Stoffwechsel bieten, noch so gering einschätzen: mehr Vertrauen als eine bloße Spekulation verdienen sie jedenfalls!

Zu dem Artikel von *Baur* bemerkt Herr Dr. *Lenk* (Darmstadt) im Heft vom 13. Juni, „daß die meisten Physiologen gegenwärtig der Ansicht sind, daß die Milchsäure nicht aus Zucker, sondern aus Eiweiß entsteht“. Diese Meinung des Herrn Dr. *Lenk* kann nur auf Grund einer sehr einseitigen Literaturkenntnis entstanden sein. Die Entstehung der Milchsäure aus Glukose im tierischen Organismus ist durch Arbeiten von *Mandel* und *Lusk* (ganzer Organismus), *J. Müller* (Herzmuskel), *Slosse* (Blut), *Emden* (Leber und Blut) unzweifelhaft erwiesen worden. Und will man in Lehrbüchern niedergelegte Meinungen von auf diesem Gebiete autoritativen Gelehrten heranziehen, so sprechen sich *Zuntz*, *Magnus-Levy*, *Hammarsten*, *Abderhalden* ohne alle Zweifel dahin aus, daß Milchsäure im Tierkörper aus Kohlehydraten entsteht.

Straßburg i. Els., den 25. Juni 1913.

J. Parnas.

Bemerkung.

Wenn ich in meinem Artikel zur „Genesis der Kohlenhydrate“ nicht genügend hervorhob, daß ich nicht die allgemein geltenden, sondern meine eigenen Meinungen auseinandersetze, so muß ich Herrn *Parnas* dankbar sein, daß er die Unterschiede gehörig unterstrich. Was von den geäußerten Ansichten Bestand hat, wird die Zukunft lehren.

E. Baur.

Besprechungen.

Populäre physikalische Literatur.

Lang, R., Experimentalphysik I. Mechanik der festen, flüssigen und gasigen Körper. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912. 16°. 148 S. u. 125 Fig. Preis geb. M. 0,90.

Das Buch ist in zwei Teile gegliedert; in dem ersten Teile wird die Mechanik von der Materie in idealisierter Form als Mechanik der starren Körper, der idealen Flüssigkeiten und der idealen Gase gegeben; in dem zweiten Teile wird die Molekularhypothese herangezogen und Elastizität, Reibung, die Kapillarkräfte und die Diffusion behandelt.

Buchwald, E., Einführung in die Kristalloptik. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912. 16°. 124 S. u. 124 Abb. Preis geb. M. 0,90.

Die schwer darzustellende Materie der Kristalloptik wird in diesem Werkchen in elementarer Weise anschau-

lich behandelt; es finden sich darin Kapitel über einachsige und zweiachsige Kristalle ohne Drehvermögen, über Kristalle mit Drehvermögen, über Absorption und über den Einfluß von Temperatur, Druck, Elektrizität und Magnetismus auf die optischen Eigenschaften der Kristalle.

Leimbach, G., Das Licht im Dienste der Menschheit.

Leipzig, Quelle & Meyer, 1912. 16°. 126 S. u. 99 Abb. Preis M. 1,25.

Der durch seine geschickte populäre Darstellungsweise rühmlichst bekannte Verfasser veröffentlicht in diesem Buche sechs Experimentalvorträge, die er anlässlich des Volkshochschulkurses in Göttingen im Winter 1911/12 gehalten. Er erläutert darin die Erzeugung und Verwendung des Lichtes bis zu den modernsten Anwendungen für die Zwecke der Beleuchtung und der Photographie.

Adami, F., Die Elektrizität. Leipzig, Philipp Reclam jun.,

1912. 16°. 180 S., ein Porträt, 4 farbige, 12 schwarze Tafeln und 118 Textfiguren. Preis M. 1,25.

Die einzelnen Abschnitte des Buches handeln über Elektrostatik, Magnetismus, Galvanismus, Erregung der Elektrizität durch Wärme und Druck, Induktionserscheinungen, Induktionsströme und Elektrische Maschinen. Die letzteren werden, was besonders erwähnt sein möge, durch farbige systematische Darstellungen sehr anschaulich erläutert.

Im Anschluß hieran seien noch einige neu erschienene Bücher genannt, die nicht im eigentlichen Sinne des Wortes zur populären Literatur zu rechnen sind:

Herrmann, J., Elektrotechnik III. Die Wechselstrom-

technik. Kurze Beschreibung der Generatoren, Transformatoren, Motoren und Umformer für ein- und mehrphasigen Wechselstrom. Dritte, erweiterte Auflage. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912. 16°. 154 S., 154 Fig. und 16 Tafeln mit 47 Abb. Preis geb. M. 0,90.

In der Entwicklung der Elektrotechnik nimmt der Wechselstrom mehr und mehr eine vorherrschende Stellung ein. Das vorliegende Büchlein behandelt in ausführlicher und leicht verständlicher Weise die Wechselstromerzeuger, die Transformatoren, die Wechselstrommotoren und die rotierenden Umformer. Da die in der Elektrotechnik gebräuchlichen Ausdrücke immer weitere Verbreitung in der Literatur finden, so haben auch Nichtfachleute öfters das Bedürfnis, sich mit ihnen vertraut zu machen und sich darüber Aufklärung zu verschaffen, was ein Asynchronmotor, ein Einankerumformer, das Heylandsche Kreisdiagramm u. dgl. ist. Hierzu bietet das Buch von *Herrmann* bequeme Anleitung.

Brion, G., Luftsalpeter. Seine Gewinnung durch den elektrischen Flammenbogen. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912. 16°. 154 S. u. 50 Fig. Preis geb. M. 0,90.

Vor einigen Jahren bildete die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs durch den elektrischen Bogen wegen seiner großen wirtschaftlichen Bedeutung für Chemiker und Elektriker ein Problem von höchstem Interesse. Dieses hat sich in letzter Zeit verringert, weil die Erschöpfung der Salpeterlager nicht in so kurzer Zeit zu erwarten ist, wie man früher glaubte, und weil diejenige industrielle Gesellschaft, welche sich früher um die Lösung dieses Problems am meisten bemühte, die Badische Anilin- und Sodafabrik, neuerdings die Stickstoffbindung durch synthetische Darstellung des Ammoniaks bewirkt. Dennoch scheint die Darstellung von Stickstoffverbindungen durch den elektrischen Bogen

sich dauernd als Industrie zu erhalten und deshalb ist das Buch von *Brion*, in dem sämtliche Methoden für dieses Verfahren aufgeführt werden, für jeden Interessenten auf diesem Gebiete sehr nützlich.

Mahler, G., Physikalische Formelsammlung. Vierte, verbesserte Auflage. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912. 16°. 208 S. u. 73 Fig. Preis geb. M. 0,90.

Das Buch gibt die wichtigsten physikalischen Formeln nebst einer kurzen Ableitung. Es zerfällt in die Abschnitte: Mechanik, Akustik, Optik, Kalorik, Magnetik und Elektrik. In den beiden letzten Abschnitten steht die Darstellung auf dem Standpunkt der Fernwirkungstheorie. Daß das Werk eine 4. Auflage erlebt, zeugt für seine Güte.

Von den angeführten Werken stellen sich die aus dem Verlage von Göschen sämtlich auf den Preis von 0,80 M. und besitzen die für diese Sammlung eigentümliche und mustergültige Ausstattung. Das bei Quelle & Meyer verlegte Werk zeigt ebenso ein sehr gefälliges Äußere und das Gleiche ist von dem bei Reclam erschienenen Buche zu sagen. Dieses ist der bekannten Universalbibliothek des Verlages eingereiht, zeichnet sich aber vor den übrigen Büchern derselben durch einen angenehm lesbaren Druck aus. Gegenüber der Bemängelung ihrer Ausstattung im allgemeinen möge es aber nicht unerwähnt bleiben, daß die Reclamsche Universalbibliothek durch den geringen Preis ihrer Bändchen und die Leichtigkeit ihrer Anschaffung eine ungeheure Verbreitung gefunden und daß der Verlag durch ihre Herausgabe sich ein gar nicht hoch genug zu schätzendes Verdienst um die literarische Bildung der großen Massen unseres Volkes erworben hat.

Link, A., Physikalische Tabellen. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1913. 16°. 90 S. Preis geb. M. 0,90.

Die kleine zweckmäßig ausgewählte Sammlung enthält Tabellen zur Astronomie und Geophysik, zur Mechanik, Akustik, Kalorik und Optik, sowie zur Elektrik und Magnetik, außerdem mathematische Tabellen und ein Kapitel über Maßsysteme. Erwähnt sei, daß manche Tabellen aufgenommen sind, die man in solchen Sammlungen gewöhnlich nicht findet, wie die über Kimmertiefen, Sichtweiten mit Berücksichtigung der mittleren Strahlenbrechung, Gradlängen im Meridian und Parallel unter verschiedenen Breiten u. dgl. mehr, so daß das Werkchen recht brauchbar erscheint. *Mk.*

Taschenbuch für Mathematiker und Physiker. 3. Jahrgang. Herausgegeben von F. Auerbach und R. Rothe. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. X, 463 S. Preis geb. M. 6,00.

Das vorliegende Taschenbuch, welches sich bereits in den ersten beiden Jahrgängen als vorzügliche Hilfe für alle erwiesen hat, die physikalisch-naturwissenschaftliche Arbeiten verfolgen, wird diesmal von einem Bildnis und einer Übersicht über das Schaffen *Friedrich Kohrauschs* eingeleitet. Im mathematischen Teil sind neben den von *R. Rothe* bearbeiteten Gegenständen folgende kurze Übersichten enthalten:

Mengenlehre, von *G. Hessenberg*. Gruppentheorie und Galois'sche Theorie der Gleichungen, von *L. Bieberbach*. Der letzte Fermatsche Satz, von *A. Fleck*. Integralgleichungen und deren Anwendungen, von *O. Toeplitz*. Mehrdeutige Funktionen und Uniformisierung, von *L. Bieberbach*. Die Intern. Mathem. Unterrichtskommission, von *W. Lietzmann*.

Die Abteilung Physik ist von *F. Auerbach* redigiert und weist an selbständigen Beiträgen auf: Kalender und Astronomie, von *O. Knopf*. Analytische Mechanik, von

H. Liebmann. Die Quantentheorie, von *A. Sommerfeld*. Niedere Geodäsie, von *P. Gast*. Kristallographie, von *L. Milch*. Allgemeine Chemie, von *Fr. Auerbach*.

Diese Beiträge geben auf wenigen Seiten eine Einführung in das Thema, welche auch demjenigen, der sich nicht mit dem Spezialgebiet befaßt hat, bei aufmerksamem Lesen verständlich ist.

Beim Gebrauch der wertvollen Tabellen (Logarithmen, log der trigon. Funktionen, log Sin x, log Cos x, Sin x, Cos x. Quadratzahlen, Besselsche und Kugelfunktionen, Fehlerintegral, Exponentialfunktion u. a. m.) vermißte der Referent eine — wenn auch kurze — Tabelle der trigonometrischen Funktionen selbst. Diese sollte wohl zum eisernen Bestande der in jedem Jahrgang wiederkehrenden Tabellen gehören. Vielleicht ließe sich dafür noch Platz finden!

Ewald, München.

Valentiner, Siegfried, Vektoranalysis. 2. umgearbeitete Aufl. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912. 16°. 156 S. u. 16 Fig. Preis geb. M. 0,90.

Das Werk behandelt die Rechnungsmethoden für Vektoren, das sind im Raum von Punkt zu Punkt veränderliche und überdies durch eine bestimmte Richtung und durch einen bestimmten Streckenwert ausgezeichnete Größen, wie Kräfte, Geschwindigkeiten u. dergl. Diese Disziplin ist in England zuerst ausgebildet und für die theoretische Physik nutzbar gemacht worden. Die Vereinfachung, welche sie bietet, indem sie die für Raumbeziehungen sonst erforderlichen drei Gleichungen durch eine einzige zu ersetzen gestattet, hat im Laufe der beiden letzten Jahrzehnte ihre Einbürgerung in Deutschland veranlaßt. In den meisten neu erscheinenden Büchern über Gebiete der theoretischen Physik oder der Elektrotechnik bedienen die Verfasser sich dieses Hilfsmittels und mit Rücksicht auf den Umstand, daß die Leser mit der Vektoranalysis nur zum Teil vertraut sind, geben sie am Ende des Buches eine Zusammenstellung der wichtigsten Formeln der Vektoranalysis. Eine tiefere Kenntnis dieser mathematischen Disziplin vermittelt das Buch *Valentiners*, welches die Rechnungsregeln der Vektoranalysis und ihre Anwendungen auf physikalische Gebiete, wie die Potentialtheorie, die Hydrodynamik und die Elektrizitätstheorie, gibt und in einem dritten Teile lineare Vektorfunktionen, Dyaden und Tensoren behandelt. Für jeden Physiker, der die Vektoranalysis nicht vollkommen beherrscht und kein umfangreicheres Werk zu Rate ziehen will, ist das Büchlein unentbehrlich. *Mk.*

Groll, M., Kartenkunde I. Die Projektionen. 16°. 120 S. u. 56 Figuren im Text und auf Tafeln.

— II. *Der Karteninhalt und das Messen auf Karten.* 16°. 142 S. u. 39 Figuren im Text und auf Tafeln.

Hugershoff, R., Kartographische Aufnahmen und geographische Ortsbestimmung auf Reisen. 16°. 178 S. u. 173 Figuren.

Preis pro Band geb. M. 0,90. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1912.

In unserer Zeit der Weltwirtschaft, in der auch die entferntesten Winkel der Erde in den Interessenkreis der Gesamtmenschheit hineingezogen werden, hat man fast täglich das Bedürfnis, in einem geographischen Atlas nachzusehen. Die geographischen Karten geben aber vermöge ihrer eigentümlichen Darstellungsform dem nicht mit ihr Vertrauten so mancherlei Irrtümern Anlaß. So glaubt man in der Regel, daß Grönland ein nach Norden immer breiter werdender Kontinent sei, während es tatsächlich eine in der Richtung nach dem Nordpol sich verjüngende Insel ist, und mancher wird erstaunt darüber sein, daß die auf den Karten unendlich fern

scheinende Behringstraße zwischen Amerika und Asien in Wirklichkeit von den nördlichen Teilen Deutschlands nicht weiter entfernt ist als die Mündung des Kongo in Afrika. Da vermögen nun die drei oben angeführten kleinen Bücher ein tieferes Verständnis der geographischen Karten zu befördern. Das erste gibt die Kartenprojektionslehre, d. h. alle Methoden, um die runde Erdoberfläche in einer ebenen Karte darzustellen, das zweite alles, was in den Karten in der Regel enthalten ist, und wie man sich aus den Karten die Entfernungen auf der Erde ableiten kann, das dritte Buch endlich gibt die Mittel und die Methoden an, mit deren Hilfe man den Inhalt gewinnt. Alle drei Bücher setzen beim Leser nur elementare Kenntnisse voraus und sind vorzüglich ausgestattet. *Mk.*

Floerike, Kurt, Jahrbuch der Vogelkunde. 3. Band.

Die Forschungsergebnisse und Fortschritte der paläarktischen Ornithologie in den Jahren 1909—1911. Stuttgart, Francksche Verlagsbuchhandlung, 1913. 186 S. 8°. Preis geh. M. 4,50.

Wenn auch dieses Jahrbuch für streng wissenschaftlichen Gebrauch nicht als *alleiniges* Nachschlagewerk zu empfehlen ist — dazu gehört *absolute* Zuverlässigkeit —, so bedeutet es doch auch für den Wissenschaftler eine sehr angenehme Hilfe und für den großen Kreis mehr oder weniger tief in dieses Spezialfach eingedrungener Interessenten und Liebhaber ist es sogar äußerst wertvoll. Es ist ein großes, mühsames Stück Arbeit, einen solchen Rapport zusammenzustellen, und wenn er wissenschaftlich absolut zuverlässig sein soll, ist es für den einzelnen kaum zu überwinden. Wir dürfen darum kleine Mängel nicht allzu streng rügen. Wer rein wissenschaftlich arbeiten will, muß doch die Originalquellen, die gut angegeben sind, einsehen; daß er diese aber mit Hilfe des vorliegenden Buches zum größten Teil mühelos finden kann, das wird er ihm allein schon sehr danken. Der Verfasser schreibt: „Kritische Bemerkungen wurden fast gänzlich vermieden.“ Das ist richtig, manchmal vermißt man sie, wo sie aber gemacht wurden, möchte man sie sehr gern missen, denn dann sind es wieder die alten, persönlich angehauchten Polemiken, die in ein solches Jahrbuch absolut nicht hineingehören. Aber wenigstens muß man soviel anerkennen, daß der Verfasser sich in dieser Hinsicht seit seinem letzten Jahrbuch erheblich gebessert hat, was seinem Werke ja nur zustatten kommen kann. *Dr. Weigold, Helsingland.*

Astronomische Mitteilungen.

Über die Beziehungen der Lufttemperatur zum Stande der Sonnenflecken berichtet *J. Liznar* in der *Meteorologischen Zeitschrift* (Juni 1913) und kommt dabei zu dem Ergebnis, daß nach den Beobachtungen in Wien die Tagesamplitude der Lufttemperatur unmittelbar von der elfjährigen Sonnenfleckenperiode beeinflusst wird. In der Tat haben zahlreiche meteorologische Messungen ergeben, daß ganz allgemein die Wärmestrahlung der Sonne zur Zeit der Fleckenmaxima geringer ist als zur Zeit der Minima. Der Verfasser zeigt aus einem über 33 Jahre sich erstreckenden Beobachtungsmaterial an der Wiener Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, daß nicht nur die Tagesamplitude der Temperatur, sondern auch die Bewölkung in direkter Abhängigkeit von der Fleckenperiode der Sonne stehen. *J. Liznar* knüpft daran die Hoffnung, daß es einmal auf Grund einer genaueren Kenntnis der Beziehung zwischen Tem-

peratur und Sonnenfleckenhäufigkeit möglich sein wird, eine Prognose für die Temperaturverhältnisse künftiger Jahre, also für längere Zeit im voraus zu geben, wodurch die praktische Bedeutung der Wetterprognose erheblich gefördert würde. Vorläufig dürfte jedoch dieses Ziel einer wahrhaften „Astro-Meteorologie“ noch in weiter Zukunft liegen, wenn auch an der Möglichkeit seiner Erreichung nicht gezweifelt werden soll.

Ein neues Instrument zur Auffindung kleiner Planeten bringt *J. Lagrula* in einer Mitteilung an die Pariser Akademie der Wissenschaften (*Comptes Rendus* Nr. 15) in Vorschlag, dessen sinnreicher Grundgedanke nicht zu verkennen ist. *J. Lagrula* geht davon aus, daß bisher ein Planetoid nur an seiner Eigenbewegung unter den Sternen, sei es auf visuellem oder auf photographischem Wege, erkannt werden kann. Um nun die Auffindung von Planetoiden wesentlich zu erleichtern, wird eine Art von Stereokomparator angewendet, wobei eine binokulare Kombination von Fernrohr und Mikroskop benutzt wird. Dieser Stereokomparator ist so eingerichtet, daß über das im Fernrohr erscheinende Bild der zu prüfenden Himmelsgegend eine farbige durchsichtige photographische Positivplatte derselben Himmelsgegend, aufgenommen nach den entsprechenden photographischen Sternkarten von *Palisa* und *Wolf*, erscheint. Darin sind alle im Gesichtsfelde des Fernrohrs sichtbaren Sterne mit farbigen Scheibchen umgeben und nur etwaige Planetoiden zwischen den auch sonst bekannten Sternen haben keine entsprechende farbige Marke auf der photographischen Kontrollplatte. Bisher ist der Apparat von *Lagrula* nur bei einem kleinen Planeten, nämlich der „Asterope“ benutzt worden und hat sich dabei bewährt.

Ein merkwürdiges und hochinteressantes astronomisches Buch: „Aristarch von Samos, der Kopernikus des Altertums“ ist soeben in England von *Sir Thomas Heath* zugleich als eine Geschichte der altgriechischen Astronomie veröffentlicht worden. Aus diesem umfassenden Werke erhält zunächst die schon früher bekannte Tatsache ihre volle Bestätigung, daß die griechischen Astronomen außerordentlich viel von den Babyloniern entnommen und gelernt haben. So hat *Thales von Milet*, der die Sonnenfinsternis vom Jahre 585 vor unserer Zeitrechnung vorhersagte, sehr viel von Astronomie und speziell über Vorherbestimmung von Finsternissen in Lydien, wo assyrisch-babylonische Kultur zu Hause war, gelernt. Trotzdem ist die Präzession oder die Bewegung der Erdachse im Raume nicht den Babyloniern bekannt gewesen, sondern nachweislich von *Hipparch* zuerst gefunden worden. Ein klares Bild des heliozentrischen Planetensystems hat aber ohne Zweifel zuerst *Aristarch* gehabt, der deshalb mit Recht als der Kopernikus des Altertums bezeichnet werden kann.

Untersuchungen über eine jährliche Refraktion auf Grund von systematischen Abweichungen der Sternpositionen hat *Dr. Courvoisier* (Berlin) in dem neuesten Hefte der *Beobachtungsergebnisse der Königlichen Sternwarte zu Berlin* (Heft 15) veröffentlicht. Schon früher hatte *L. Courvoisier* die Frage behandelt, inwieweit bei den Polhöheschwankungen auch noch die „jährliche Refraktion“ von Einfluß sei, worunter eine minimale Brechungswirkung verstanden werden soll, die das Licht der Himmelskörper beim Durchgang durch ein hypothetisches, die Sonne bis auf große Entfernungen als Atmosphäre umgebendes Medium erfährt. Es wäre dies also eine Zusatzrefraktion, die zu der regelmäßigen, in der Erdatmosphäre sich vollziehenden hinzukommen müßte und naturgemäß bei allen feinen Messungen in der Astrometrie eine nicht unwichtige Rolle spielen würde. Aus einem umfassenden Material von Beobachtungen

hat sich gezeigt, daß jene Annahme einer „jährlichen Refraktion“ sich wenigstens als *Arbeitshypothese* in qualitativer Hinsicht bestätigt hat. Allerdings ließen sich insofern erhebliche Bedenken dagegen erkennen, als die nach den Messungsabweichungen gefundene Größe der Gasdichte jener brechenden kosmischen Schicht im Widerspruch steht mit dem fast verschwindend kleinen Reibungswiderstand bei Planetenbewegungen und mit der unmerklichen Absorption des Gestirnslichtes. Man kann daher trotz deutlicher systematischer Beeinflussung der Sternpositionen kaum mehr die Idee einer einfachen Refraktion des Lichtes in einer die Sonne weithin umgebenden Gashölle aufrechterhalten, wenn man die uns bei Brechungsvorgängen bekannten physikalischen Gesetze zugrunde legt. Mit Recht macht *L. Courvoisier* darauf aufmerksam, daß für die zukünftige Beurteilung systematischer Abweichungen von Gestirnsmessungen im Sinne einer vermuteten „jährlichen Refraktion“ besonders scharfe Ausmessungen photographischer Sternaufnahmen, die bei einer totalen Sonnenfinsternis erhalten sind, von Bedeutung wären, da hierdurch das Beobachtungsmaterial sich unsicher bis in die unmittelbare Nähe der Sonne ergänzen ließe. Als ersten und wichtigsten Beitrag zur Lösung des in Frage stehenden, für die Astrometrie außerordentlich wichtigen Problems gibt *Dr. Courvoisier* im vorliegenden Heft der Berliner Beobachtungsergebnisse eine sehr interessante Zusammenstellung und Diskussion eigener und fremder Messungen von Rektaszensionen und Deklinationen hierfür wichtiger Sterne und Planeten. Aus der kritischen und scharfsinnigen Bearbeitung dieses gesamten Materials lassen sich im Anschluß an die Herleitungen des Verfassers die folgenden Schlußfolgerungen ziehen: 1. Die systematischen Abweichungen der Gestirnspositionen, die in Rektaszension und Deklination nahezu gleich sind, haben dem Vorzeichen nach den Charakter einer „jährlichen Refraktion“. 2. Die systematischen Abweichungen nehmen mit wachsendem Abstände des Gestirns von der Sonne ab. 3. Für die Mittelwerte der gefundenen Abweichungen läßt sich ein empirischer Formelausdruck von einfacher Gestalt angeben.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Der Maybach-Motor. Der Maybach-Motor der Motorenbau-G. m. b. H. in Friedrichshafen, der bekanntlich seit längerer Zeit schon bei allen Zeppelin- und Parseval-Luftschiffen Verwendung findet, hat sich bei den zahlreichen Fahrten dieser Luftschiffe bestens bewährt. Der 180 PS leistende Motor vereinigt folgende Vorzüge in sich: hohe Betriebssicherheit, geringen Verbrauch an Betriebsmaterial, günstige spezifische Leistung, äußerste Beschränkung der Wartung durch Verwendung selbsttätiger Einrichtungen, weitgehende Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit sowie schnelle Austauschbarkeit einzelner Teile.

Schon äußerlich ist die einfache und übersichtliche Konstruktion des Motors erkennbar. Die Rohrleitungen sind so verlegt, daß sie bei der Demontierung der Zylinder nicht abgenommen zu werden brauchen. Zur Unterbringung des Zündapparatantriebes und der Pumpen für Benzin, Öl und Kühlwasser sind in geschickter Weise die Hohlräume der Gehäusefüße ausgenutzt worden. Auch die beiden Vergaser zeigen eine neuartige Anordnung. Der Motor besitzt sechs einzelne Zylinder, deren Schäfte aus Chromnickelstahl geschmiedet sind, während die aufgeschraubten Köpfe aus Gußeisen gefertigt sind. Sie sind so eingerichtet, daß

das Kühlwasser ohne Zwischenleitung von dem einen in den nächstfolgenden überströmt. Jeder Zylinder ist unten durch einen Bund verstärkt, der in je eine ringförmige Vertiefung im Kurbelgehäuse paßt. Zur weiteren Befestigung der Zylinder dienen ausgebohrte Fassonstahlstücke, deren Befestigungsbolzen zugleich auch als Befestigungsschrauben für den Deckel der Kurbelwellenlager benutzt sind. Durch diese Anordnung wird das Kurbelgehäuse zum Teil entlastet, so daß an Gewicht gespart wird. Jeder einzelne Zylinder kann abgenommen werden, ohne daß die übrigen oder sonst ein Teil demontiert werden muß.

In jedem Zylinderkopf sind in beiderseitigen Taschen je zwei Einlaß- und Auslaßventile untergebracht, die durch zwei Nockenwellen gesteuert werden. Die Ventile sind unter sich austauschbar. Die Anwendung von je zwei Ein- und Auslaßventilen bewirkt große Zugänglichkeit und ermöglicht große Dauerleistungen ohne Kraftabfall.

Das aus Aluminiumguß hergestellte Kurbelgehäuse ist zweiteilig; an dem oberen Teile sind außer den Gehäusefüßen die Lager für die Kurbelwelle und die Steuerwellen mit angegossen, wodurch eine entsprechend schwächere Ausführung des Gehäuseunterteils ermöglicht wird. Durch Beseitigung dieses Unterteiles kann das ganze Getriebe zugänglich und teilweise abmontierbar gemacht werden. Die Steuerwellen werden durch Zahnräder angetrieben, die zugleich die Bewegung auf die Wasserpumpe und den Antrieb des Zündapparates übertragen. Die gemeinsame Kurbelwelle für die Öl- und Benzinpumpe wird ebenfalls durch ein auf der Steuerwelle sitzendes Zahnrad angetrieben. Auch die Konstruktion der Vergaser ist neuartig; jeder Vergaser besitzt einen kleinen Benzinbehälter, in dem der Benzinspiegel stets eine konstante Höhe hat. Das Brennstoffluftgemisch wird von den Vergasern aus allen sechs Zylindern durch eine gemeinsame Saugleitung zugeführt, und mit Hilfe einer besonderen Einrichtung erhält jeder Zylinder gleich viel und gleichartiges Gemisch.

Der Motor besitzt Preßschmierung, und zwar kann der Öldruck durch eine kleine Saug- und Druckpumpe von 0 bis über 2 Atmosphären gesteigert werden. Das überschüssige Öl läuft in den mit einer Kühlvorrichtung versehenen Ölbehälter zurück. Bei Störungen der Ölzirkulation kann der Motor sofort selbsttätig abgestellt werden. Wie *A. Vorreiter* in *Dinglers polytechnischem Journal* 1913, S. 161 mitteilt, erfolgt die Zündung durch je zwei Hochspannungskerzen, die von zwei Bosch-Apparaten unabhängig voneinander ihren Strom erhalten. Durch einen Regler kann im Falle eines Wellenbruchs oder beim plötzlichen Fortfall der Belastung die Zündung sofort dauernd abgestellt werden. Der Motor kann ohne Ankurbeln durch eine besondere Vorrichtung angelassen werden. Bei der normalen Drehzahl von 1200—1300 Touren läuft der Motor völlig erschütterungsfrei und leistet dabei 178—190 PS. Der Benzinverbrauch beträgt 225 g für die PS-Stunde, der Ölverbrauch 2,5—3 kg in der Stunde. Das Gewicht des Motors ohne Schwungrad, aber einschließlich Zündapparaten und Anlaßvorrichtung beträgt 415 kg. Innerhalb 20 Minuten können von dem betriebsfertigen Motor alle Zylinder abmontiert werden. S.

Interessante Mitteilungen über neue Funde von Knochenresten altkretischer Haustiere machte *C. Keller* (*Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich*, Jahrg. 57, Heft 1/2). Er erhielt Sendungen aus Kandia (Herakleion), dem Neolithikum, der alt- und mittelmittelschichtlichen Zeit sowie der älteren Eisenzeit (1200

bis 1000 v. Chr.) angehörig, deren Identifizierung für die einzelnen Haustiere zusammengefaßt folgendes Ergebnis hatte:

1. Das *Rind*. Im Neolithikum wurde eine auffallend große Knochenzahl einer dem kleinen *Brachyceros* rinde angehörigen Form gefunden, die sehr dem Pfahlbau-Torfrind entspricht. In der altminotischen Zeit treten dann (nach den Funden von Tylissos) nebenher größere Formen auf, die wahrscheinlich durch Kreuzung mit *Primigenius* rindern entstanden sind; auch heute findet sich auf Kreta noch neben der kleinen Rasse eine größere. In spätminotischer Zeit treten die Knochenreste auffallend zurück, jedoch ist dies möglicherweise eine zufällige Erscheinung. In der Eisenzeit ließ sich wieder nur das kleine *Brachyceros* rind nachweisen.

2. Das *Pferd*. Hierher gehörige Knochenfunde treten erst in spätminotischer Zeit auf, die Reste weisen auf das kleine orientalische Pferd hin. Da Wildmaterial in Kreta nicht vorhanden war, muß es aus Kleinasien eingeführt sein. In der Eisenzeit wurden vom Pferde keine Spuren gefunden, was ebenfalls eine zufällige Erscheinung sein wird. Es ist bemerkenswert, daß das gegen Ende der Pfahlbauzeit in Europa gefundene Hauspferd ebenso orientalische Abstammung erkennen läßt wie das kretensische.

3. Das *Schwein*. Im Neolithikum wurden dem *sus indicus* angehörige Reste gefunden, ebenfalls analog den Befunden am Torfschwein. In der mittelmintischen Zeit läßt sich eine außerordentliche Zunahme der Hausschweine beobachten, ebenso wie in der Eisenzeit; die Entwicklung läßt sich bis zur Gegenwart verfolgen.

4. Das *Schaf* ist im Neolithikum durch mehrere auf eine kleine Form hindeutende Reste vertreten in einer einzigen, dem Schaf der Pfahlbauten sehr nahe verwandten Art. In alt- und mittelmintischer Zeit bleibt das Vorkommen noch spärlich, dagegen wird es häufiger in spätminotischer Zeit; die Zucht stand auf bedeutender Höhe und hat sich bis heute erhalten. In der Eisenzeit gehen die Funde zurück.

5. Die *Hausziege* findet sich im Neolithikum noch spärlich; sie stammt nicht von der vorhandenen Wildziege ab, sondern ist zugewandert. Wie beim Schaf ist in spätminotischer Zeit eine bedeutende Zunahme zu verzeichnen, dagegen geht sie in der Eisenzeit zugunsten der kretischen Wildziege zurück.

6. Der *Esel* tritt zu Beginn der Eisenzeit auf und ist wahrscheinlich kurz vorher aus Ägypten eingeführt worden.

7. Der *Hund*. Ein großer Haushund tritt in spätminotischer Zeit auf, er weist große Übereinstimmungen mit dem spanischen *Ibizahund* auf, er ist mithin der große, von Ägypten eingeführte Windhund, der später als „Kreterhund“ berühmt wurde. Alle Befunde weisen auf den Zusammenhang mit dem Material der nordeuropäischen Pfahlbauten hin; die Haustiere letzterer sind wahrscheinlich aus Südosteuropa eingeführt worden, da das kretische Neolithikum offenbar älter ist als die gleichen nordeuropäischen Formationen. Kreta selbst hat wahrscheinlich von Afrika oder Asien her das Torfschwein, Torfrind und Torfschaf bezogen, da diese Tierarten in Kreta selbst wild nicht vorkamen, und dann nach dem Kontinent auch wieder ausgeführt. Auf andere Beweisschlüsse kann hier nicht eingegangen werden, zumal Keller selbst über dieses interessante Gebiet sowohl in dem hier zum Teil wiedergegebenen Artikel wie auch in seinem Buch: „Die Abstammung der ältesten Haustiere“ (Zürich, 1902) ausführlich berichtet. F.

Die theoretisch sehr wichtige **Bildung von Wasserstoffperoxyd (H_2O_2) durch kathodische Reduktion gelösten Sauerstoffs** wurde 1887 von Moritz Traube zuerst beobachtet. Er fand, daß man bei Elektrolyse 1proz. Schwefelsäure mit Diaphragma an einer Golddrahtkathode unter Durchleiten von Luft eine Wasserstoffperoxydkonzentration von höchstens 0,26 % erreichen kann, wobei mit einer Stromdichte von 0,002 Amp/qdm eine Stromausbeute von 98,5 % erzielt wird. Eine Nachprüfung dieser Angaben durch F. Fischer und O. Priess (Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 46 [1913], 698) hat Traubes Beobachtungen vollumfänglich bestätigt und in interessanter Weise ergänzt. — Bei der Untersuchung der Wirkung aller Faktoren, die für den Verlauf der Reaktion maßgebend sind, zeigte sich nämlich, daß sowohl die erreichbaren Maximalkonzentrationen an H_2O_2 wie auch die Stromausbeuten steigen, wenn man reinen Sauerstoff anstatt der Luft an der Kathode vorbeileitet. Dies führte naturgemäß zu der Annahme, daß durch stark erhöhten Druck die Ausbeuten wesentlich gehoben werden könnten, und in der Tat haben die Versuche diese Folgerung in auffälliger Weise bestätigt. Die Elektrolysen wurden ausgeführt in einer starken Stahlbombe mit elektromagnetisch betätigtem Rührer; dieser Teil des Apparates ist wichtig, weil ohne Rühren die Flüssigkeit sich nur sehr langsam mit dem komprimierten Sauerstoff ins Gleichgewicht setzt. Als zweckmäßigster Elektrolyt erwies sich 1proz. Schwefelsäure; mit Phosphorsäure- und Borsäurelösungen erhält man weniger günstige Resultate. Als Kathode dienten immer amalgamierte Goldbleche. Die Wirkung des Druckes läßt folgende Zahlenreihe erkennen, die mit Stromdichten von 7,5 Amp/qdm erhalten wurde:

Sauerstoffdruck in Atm. . .	0,2	25	50	100
Stromausbeute an H_2O_2 in %	0,1	30	60	90

Derartig hohe Stromausbeuten sind aber nur bei kurz dauernden Versuchen (10 Min.) zu erhalten, während mit zunehmender Zeit — wenn also sich Wasserstoffperoxyd in der Lösung ansammelt — die Ausnutzung des durchgehenden Stromes erheblich herabgeht, weil dann H_2O_2 selbst wieder kathodisch reduziert wird, und auch andere nachteilige sekundäre Reaktionen eintreten. Immerhin konnten bei einem Sauerstoffdruck von 100 Atm. mit 30 g Kathodenflüssigkeit noch die in der folgenden Tabelle enthaltenen nicht ungünstigen Resultate erhalten werden:

Dauer der Elektrolyse	Stromdichte	Gef. Konzentration an H_2O_2 in %	Stromausbeute
60 Min.	2,3 Amp/qdm	0,72	99
120	2,3 „	1,3	90
200	2,3 „	2,7	83
400	2,3 „	2,5	51.

In einigen Fällen gelang es sogar, 4,8proz. Lösungen zu erhalten, wenn auch mit schlechteren Stromausbeuten.

Diese Versuche sind auch von technischem Interesse: eine entsprechende Umrechnung des dritten Versuches der letzten Tabelle ergibt, daß man mit einer Kilowattstunde 350 g H_2O_2 in Form von 13 l einer 2,7proz. Lösung erzeugen kann, die außerdem allerdings noch 1% Schwefelsäure enthält. Da eine weitere günstig wirkende Drucksteigerung sehr wohl möglich ist, und da bei geeignetem kontinuierlichen Betriebe auch die Stromausbeuten sehr vollkommen würden, so erscheint die technische Verwertung dieser Versuchsergebnisse nicht ausgeschlossen. Kpl.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

U. S. Department of Agriculture

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 35.

29. August 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Tollwut, ihre Entstehung und Bekämpfung.
Von *Privatdozent Dr. Carl Prausnitz, Breslau.*
S. 825.

Der Blitzableiter. Von *Prof. Dr. F. Neesen, Berlin.*
S. 828.

Abwässerreinigung. Von *Dr. Hartwig Klut, Berlin.*
S. 831.

Die Entwicklung unserer Naturerkenntnis. Von
Dr. Hans Arnold, Charlottenburg. S. 835.

Besprechungen. S. 839.

Astronomische Mitteilungen. S. 844.

Botanische Mitteilungen. S. 845.

Kleine Mitteilungen. S. 846.

Aus Natur und Geisteswelt

Gesammelt M. 1.—

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher
Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Gebunden M. 1.25

Zur Biologie, Botanik und Zoologie erschienen:

Die Welt der Organismen. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von *Prof. Dr. K. Lampert.*
Mit 52 Abb. (Bd. 236.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von *Prof. Dr. R. Hesse.* 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)

Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. Von *Dr. H. Lehmann.* (Bd. 379.)

Experimentelle Biologie. Von *Dr. E. Thesing.* Mit Abb. 2 Bde. auch in 1 Bd. geb.

Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)

Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)

Einführung in die Biochemie. Von *Prof. Dr. W. Löb.* (Bd. 352.)

Die Erscheinungen des Lebens. Von *Prof. Dr. H. Miesche.* Mit 40 Figuren. (Bd. 130.)

Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von *Dr. E. Reichmann.* 2. Aufl. Mit 7 Abb. und 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)

Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von *Prof. Dr. E. Küster.* Mit 38 Abb. (Bd. 112.)

Das Werden und Vergehen der Pflanzen. Von *Prof. Dr. P. Gisevius.* Mit 24 Abb. (Bd. 173.)

Die Bakterien. Von *Prof. Dr. E. Gutzeit.* Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

Die fleischtreffenden Pflanzen. Von *Dr. A. Wagner.* Mit Abb. (Bd. 344.)

Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von *Prof. Dr. D. Maas.* Mit 11 Karten u. Abb. (Bd. 139.)

Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von *Dr. Fr. Knauer.* Mit 37 Fig. (Bd. 148.)

Die Fortpflanzung der Tiere. Von *Prof. Dr. R. Goldschmidt.* Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von *Prof. Dr. W. Lubosch.* Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von *Prof. Dr. K. Eckstein.* 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)

Deutsches Vogelleben. Von *Prof. Dr. A. Voigt.* (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von *Dr. W. N. Eckardt.* Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Die Ameisen. Von *Dr. Fr. Knauer.* Mit 61 Fig. (Bd. 94.)

Korallen und andere gesteinsbildende Tiere. Von *Prof. Dr. W. May.* Mit 45 Abb. (Bd. 231.)

Meeresforschung und Meeresleben. Von *Dr. D. Janson.* 2. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)

Das Süßwasser-Plankton. Von *Prof. Dr. D. Scharia.* 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

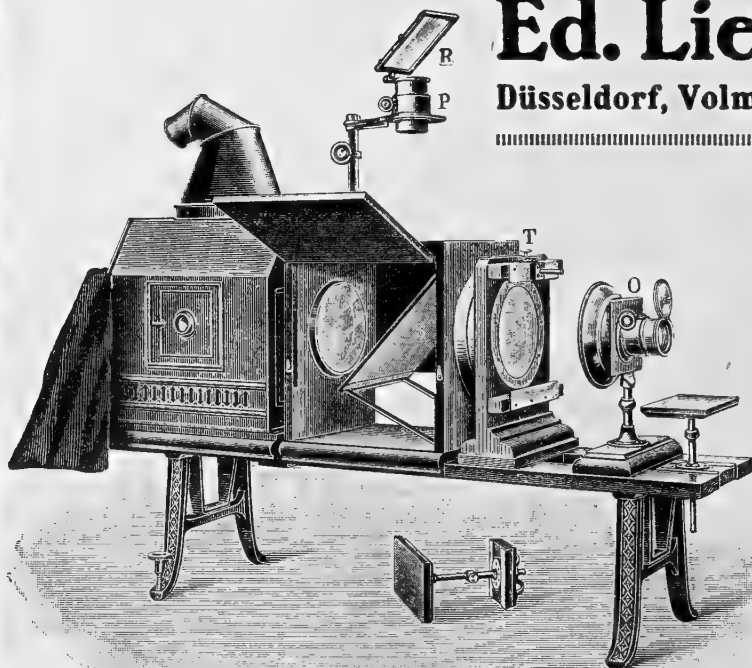
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

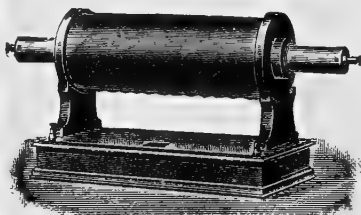
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Neu! Neu! Neu! Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden ca. 230 Mark

5 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 35/9, Steglitzerstraße 58.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Die Diathermie.

Von Dr. Josef Kowarschik, Wien.

Mit 32 Textfiguren. 1913.

Preis M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.40.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite I — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II.

Die Tollwut, ihre Entstehung und Bekämpfung.

Von Privatdozent Dr. Carl Prausnitz,

Leiter der Wutschutz-Abteilung am Kgl. Hygienischen Institut
der Universität Breslau.

I.

Die Tollwut der Tiere, insbesondere der Hunde, ist seit dem frühen Altertum bekannt. Dagegen ist die Tollwut des Menschen wohl zuerst von dem berühmten römischen Gelehrten *Celsus* im ersten Jahrhundert n. Chr. beschrieben worden. Am häufigsten kommt in Mitteleuropa die Krankheit bei Hunden, in weniger zivilisierten Gegenden auch bei Wölfen und Füchsen vor, von denen sie durch Biß auf andere Tiere und den Menschen übertragen wird. Die Tollwut ist demnach eine typische und in vieler Beziehung sehr interessante Infektionskrankheit. Auffallend ist zunächst die lange Dauer der „Inkubation“, das ist des Zeitraums zwischen der infizierenden Bißverletzung und dem Ausbruch der Krankheit. Sie beträgt beim Hunde gewöhnlich 15–80 Tage, am häufigsten zwischen 20 und 50 Tagen, ausnahmsweise kann sie auch kürzer oder noch länger sein. Bei größeren Tieren und dem Menschen beobachtet man gelegentlich viel längere Inkubationen — bis zu 1½ Jahren! Die Krankheitserscheinungen beim Hund sind wechselnd, je nachdem Aufregungszustände oder Lähmungen im Vordergrund stehen. Man unterscheidet dementsprechend zwei Formen, die „rasende“ und die „stille“ Wut. Bei der rasenden Wut bemerkt man zunächst im Anschluß an eine leichte Steigerung der Körpertemperatur eine Änderung im Charakter des Tieres: sonst folgsame, freundliche Tiere werden mürrisch, bissige Tiere manchmal übertrieben freundlich. Sie schließen sich zuweilen enger als sonst an ihren Herrn an, öfters aber zeigen sie Neigung zum Entweichen. In ihrer offenbaren Unruhe und Angst können sie weite Strecken — 10, 20, ja 50 km — durchrasen. Oft ist eins der ersten Krankheitszeichen, daß die Tiere die alte Bißstelle lecken, die vermutlich, wie beim Menschen, schmerzhaft wird. Das Futter wird manchmal verschmäht, Wasser aber gewöhnlich, wenigstens im Anfang der Krankheit gesoffen. Frühzeitig zeigen die Tiere die Neigung, ungenießbare Gegenstände, wie Holz, Stroh, Steine, Tuchreste, zu zerkauen und zu verschlucken. Die Stimme ist meist verändert, das Bellen pflegt nach kurzem Anschlag mit einem langgezogenen heiseren Geheul zu enden. Die Reizbarkeit der Tiere nimmt zu und äußert sich in der Neigung, grundlos Tiere und Menschen, die ihnen begegnen, zuletzt auch den eigenen Herrn, zu beißen. Die Krankheit dauert meist 4–5 Tage. Die Tiere gehen schließlich unter hochgradigem Kräfteverfall und Lähmung der Hinterbeine, Vorderbeine, der Schling- und Atemmuskeln elend zugrunde. Bei der stillen Wut treten die beschriebenen Aufregungs-

zustände zurück, und die Lähmungen beherrschen das Krankheitsbild. Die Tiere ziehen sich in irgend einen dunklen Winkel zurück, fressen nicht und scheinen nichts sehnlicher zu wünschen, als in Ruhe sterben zu dürfen. Werden sie aber gereizt, so können sie gelegentlich auch, wie zur Abwehr, beißen. Die Lähmungen befallen gewöhnlich zuerst die Hinterbeine, um allmählich aufsteigend die übrige Muskulatur zu ergreifen; manchmal beginnen sie an den Kiefermuskeln und befallen erst später die unteren Muskelgruppen. Auch diese Form der Wut endet meist in 4–5 Tagen tödlich. Zwischen beiden Krankheitsformen gibt es alle möglichen Übergänge, auch beobachtet man gelegentlich Hundswut, bei der Kramp fzustände oder auch nur zunehmender Kräfteverfall das Krankheitsbild beherrschen.

Eine ähnliche Vielheit der Symptome sieht man auch bei anderen erkrankten Tieren und beim Menschen. Es ist hier nicht der Ort, hierauf näher einzugehen. Nur kurz sei bemerkt, daß beim Menschen die Schlingbeschwerden, Schlingkrämpfe und Krämpfe aller Muskeln, die durch leichteste Reize ausgelöst werden, das auffallendste Symptom darstellen. Sie sind für den Erkrankten um so quälender, als das Bewußtsein bis kurz vor dem Tode erhalten zu sein pflegt, und die Patienten die Hoffnungslosigkeit ihres Zustandes durchaus einsehen.

Die Eingangspforte des Krankheitserregers ist meist eine Bißwunde, und es ist wichtig zu wissen, daß Hunde bereits vor dem Ausbruch der Wut durch ihren Biß die Krankheit übertragen können. Die Wunde braucht nicht tief zu sein, vielmehr kann der Erreger auch durch die fast unversehrte Haut in den Körper eindringen. Daher sind auch Personen, die von tollen Hunden nur geleck worden sind, gefährdet. Am bedenklichsten sind aber tiefe Wunden, und vor allem solche, die nahe dem Zentralnervensystem, an Kopf, Hals, Arm oder Hand gesetzt wurden. Der Infektionserreger ist, wie durch viele Tierversuche bewiesen worden, stets im Zentralnervensystem, oft im Speichel, gelegentlich auch im Blut und anderen Teilen des erkrankten Körpers vorhanden und kann dort lange Zeit nach dem Tode trotz vorgeschrittener Fäulnis seine Infektionsfähigkeit bewahren.

Der Erreger der Wut ist ein Mikroorganismus, der sich im Nervensystem des erkrankten Tiers vermehrt; denn man kann durch Verimpfung minimaler Mengen von Gehirnschubstanz toller Tiere ins Gehirn normaler Tiere die Krankheit auf diese übertragen und von ihnen aus in gleicher Weise die Krankheit in unzähligen Tierreihen ungeschwächt weiter fortpflanzen. Aber obgleich man sich so von der belebten Natur des Wuterregers überzeugen kann, ist es bisher nicht möglich gewesen, ihn mit den besten optischen Hilfsmitteln sichtbar zu machen. Er passiert sogar durch bakteriendichte

Filter, die Gebilde von 0,1—0,2 tausendstel Millimeter Durchmesser zurückhalten. Er gehört also zu der Gruppe der „filtrierbaren Virusarten“, denen auch die Erreger mancher anderer Krankheiten, wie Pocken, Masern, Schweinepest, Trachom usw., angehören.

Wenn es auch nicht möglich ist, den Erreger der Wut selber zu sehen, so zeigt uns doch die mikroskopische Untersuchung des Gehirns mehrere für die Krankheit charakteristische Befunde, die zur Diagnose verwertet werden. Am konstantesten ist das Auftreten der von *Negri* entdeckten Körperchen. Im Zelleib gewisser Gehirnzellen liegen neben dem Zellkern runde bis ovale Gebilde, in deren Inhalt feinste Körnchen erkennbar sind. Die Negrischen Körperchen selber sind von verschiedener Größe, manche so groß wie die Zellkerne, andere nur noch dicht an der Grenze der Sichtbarkeit. Es wäre vielleicht möglich, daß die kleinsten Formen unter den Negrischen Körperchen oder die Innkörnchen die Bakterienfilter durchdringen können, und man hat daher in ihnen den Erreger der Krankheit vermutet. Gegen diese Auffassung spricht indessen die Inkonstanz ihres Vorkommens in manchen Teilen des Zentralnervensystems, die sich im Tierversuch doch noch als virulent (krankheitserregend) erweisen. Von anderer Seite (von *Prowazek*) wurden die Negrischen Körper als Reaktionsprodukte der Zellen gegenüber dem sie befallenden unsichtbaren Erreger aufgefaßt. Auch bei anderen Infektionskrankheiten, z. B. den Pocken und dem Trachom, sind analoge Gebilde in den erkrankten Zellen gesehen worden, für die sich die gleiche Erklärung geben läßt.

Bereits *Pasteur* war es aufgefallen, daß in den Gehirnzellen wutkranker Tiere zahlreiche feinste Körnchen sich finden. Diese Beobachtung ist von *Babes* unter Verwendung neuer Färbemethoden bestätigt worden. Ebenso konnte *J. Koch* im Nervensystem tollwütiger Tiere äußerst feine kugelige Gebilde darstellen, die in der Form und Anordnung gewissen Kugelbakterien (*Coccen*) ähneln, aber viel kleiner als diese sind. Eine sichere Entscheidung, ob diese staubförmigen Körperchen von *Babes* und die coccenartigen Gebilde von *J. Koch* den Wuterreger darstellen, ist auf Grund unserer heutigen Kenntnisse nicht möglich.

Die Diagnose der Tollwut ist nach dem Gesagten bei Lebzeiten des Tieres nicht immer mit Sicherheit zu stellen. Zur Entscheidung war man früher auf den Tierversuch angewiesen, der aber erst nach Wochen ein Resultat geben konnte, also zu einer Zeit, wo es zu spät war, um seuchenpolizeiliche Maßnahmen zu treffen, oft auch zu spät, um die alsbald zu besprechenden Schutzmaßnahmen bei den gebissenen Personen durchzuführen. Der große Fortschritt der Entdeckung von *Negri* beruht in der Möglichkeit einer Schnelldiagnose. Der Befund der Negrischen Körperchen gestattet, in den meisten Fällen von Tollwut bereits innerhalb einer Stunde nach Eingang des Untersuchungsmaterials eine sichere Entscheidung abzugeben. Die weiteren Aussichten auf Fortschritt beruhen in den zuletzt angeführten Beobachtungen von *Babes* und vor allem

von *J. Koch*, wonach man vielleicht hoffen darf, in absehbarer Zeit auch die Erreger der Krankheit isolieren und züchten zu können.

II.

Die Bekämpfung der Tollwut kann zurzeit nur eine vorbeugende (prophylaktische) sein, da spontane Heilungen der einmal ausgebrochenen Krankheit äußerst selten sind, und alle bisher versuchten Heilmittel versagt haben. Die Prophylaxe richtet sich zunächst auf die möglichste Ausrottung der tollwütigen Hunde. Dies ist in mustergültiger Weise in England erfolgt. Hier wurde seinerzeit durch ein Gesetz der Maulkorbzwang für ein Jahr im ganzen Lande eingeführt und dadurch die Krankheitsübertragung verhindert. Die Einführung frischer Fälle ins Land wird durch die Bestimmung verhütet, daß jeder von auswärts kommende Hund eine dreimonatliche Quarantäne bei einem beamteten Tierarzt durchmachen muß. Bei uns ist ein derartiger Grenzschutz naturgemäß nicht möglich. Daher kommt in allen Grenzdistrikten Deutschlands, insbesondere in den östlichen Provinzen, eine ziemlich hohe Zahl toller Tiere vor. Infolge der strengen Durchführung einer mindestens dreimonatlichen Hunde- (eventuell auch Katzen-) Sperre in einem mehrere Kilometer weiten Umkreis um jeden Ort, wo Tollwut vorgekommen ist, und durch die Tötung oder strenge Quarantäne jedes von einem tollen Tiere gebissenen Tieres ist es aber gelungen, die Verbreitung der Krankheit im Innern Deutschlands mit Erfolg zu unterdrücken und auch in den Grenzprovinzen ihr Überhandnehmen zu verhindern.

Das wichtigste Mittel bei der Bekämpfung der Tollwut des Menschen ist die von *Pasteur* 1885 eingeführte *Schutzimpfung*. Die Möglichkeit der Gewinnung eines hinreichenden Impfschutzes ist bedingt durch die lange Dauer der Inkubation dieser Krankheit. Bei rechtzeitiger Impfung kann ein sicherer Impfschutz („Immunität“) erworben werden, ehe der Krankheitserreger bis zum Zentralnervensystem vorgedrungen ist. Das Prinzip der Pasteurschen Schutzimpfung und aller späteren Modifikationen ist der Jennerschen Pockenschutzimpfung nachgebildet. Bei der Pockenimpfung dient als Impfstoff die „Vaccine“ oder Lymphe der Kuhpocken, d. i. einer Krankheit, die ursprünglich von menschlichen Pocken ausgegangen war, deren Erreger aber durch den dauernden Aufenthalt im Rinderorganismus für den Menschen an Virulenz abgenommen hatte. Bei Verimpfung dieser Vaccine auf den Menschen entsteht nur eine unbedeutende, auf den Ort der Impfung beschränkte Reaktion, die Impfpustel, die aber ausreicht, um einen jahrelang dauernden Schutz zu verleihen. In ähnlicher Weise suchte nun *Pasteur* bei verschiedenen Infektionskrankheiten, vor allem bei der Tollwut, den Erreger abzuschwächen und dadurch zum Impfstoff geeignet zu machen.

Seine Versuche bezweckten zunächst die Züchtung des Erregers. Dies ist bisher nur im Tierkörper möglich. Geringe Mengen der Hirnsubstanz eines tollen Hundes wurden lebenden Kaninchen in das Gehirn verimpft, die nach etwa 2½ Wochen unter den typi-

schen Erscheinungen der Wut eingingen. Deren Gehirn wurde nun an weitere Kaninchen verimpft, und so fort, bis nach sehr zahlreichen „Passagen“ ein Stamm gewonnen war, der Kaninchen unfehlbar bereits am 7.—8. Tage tötete, das sogenannte „Virus fixe“. Dieses Virus fixe hatte demnach eine erhöhte Wirksamkeit für das Kaninchen erworben, aber es hatte zugleich seine ursprünglich hohe Wirksamkeit (Virulenz) für Hunde und Affen fast völlig eingebüßt. Auch für den Menschen scheint es nach neueren Versuchen relativ harmlos zu sein. Die Herstellung des Pasteurschen Impfstoffes geht aus von dem steril entnommenen Rückenmark von Kaninchen, die an solcher „Passage-Wut“ erkrankt waren. Um aber jede Möglichkeit einer Schädigung der zu impfenden Personen auszuschließen, verwendete Pasteur dies Rückenmark nicht in frischem, virulentem Zustande, sondern schwächte es progressiv durch Trocknung über Ätzkali bei ca. 20° ab. Die ersten Impfungen erfolgen nach seiner Methode mit einem Virus, das so lange getrocknet worden ist, daß es selbst für Kaninchen harmlos geworden ist. Die späteren Impfungen geschehen dann mit immer kürzere Zeit getrocknetem, also virulenterem Material. So wird der zu schützende Mensch allmählich an immer stärkere Dosen des Virus gewöhnt, und ein hoher Grad von Impfschutz erzielt. Dies ist auch heute noch die verbreitetste Methode der Wutschutzimpfung, die u. a. auch in Deutschland angewendet wird. Man hat nun mit Rücksicht auf die sehr geringe Virulenz des Virus fixe für Menschen die ersten Impfstufen des Pasteurschen Schemas weggelassen und pflegt die Impfung mit relativ wirksamerem Material zu beginnen. Damit hoffte man, in kürzerer Zeit einen hohen Grad von Immunität zu erreichen und die gelegentlich beobachteten Mißerfolge seltener zu machen.

Auf die Anwendung des Virus fixe gehen alle anderen Impfverfahren zurück, deren bekanntestes das von Högyes in Budapest 1890 eingeführte ist. Seiner Auffassung nach bewirkt nämlich die Trocknung des Impfstoffes nicht eine Abschwächung der Wirksamkeit der Erreger, sondern nur eine Verringerung der Zahl der lebenden Erreger. Das Gleiche glaubt er in einfacherer Weise durch Verdünnung des frischen Virus fixe zu erreichen. Er beginnt mit sehr starken Verdünnungen und steigt — in Anlehnung an das Pasteursche Prinzip — zu relativ großen Dosen. Sein Verfahren ist in mehreren Instituten eingeführt und hat sich ebenfalls bewährt. Auf die von anderen Forschern vorgeschlagenen abweichenden Methoden kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Allen diesen Verfahren ist gemeinsam das Prinzip der „aktiven Immunisierung“. Der zu schützende Organismus wird mit dem abgeschwächten, für ihn nicht mehr gefährlichen Krankheitserreger geimpft und reagiert hierauf durch die Bildung von Schutzstoffen. Es hat aber nicht an Versuchen gefehlt, auch bei der Tollwut den Weg der „passiven“ Immunisierung zu betreten, der bei manchen Krankheiten, wie der Diphtherie, vorzügliche Resultate liefert. Zum Zweck der passiven Immunisierung

wird ein geeignetes Tier (zweckmäßig Hammel) aktiv gegen Virus fixe immunisiert. Es bildet dann Schutzkörper gegen die Krankheit; durch Verimpfung seines Blutserums hoffte man diese Schutzkörper auf den zu schützenden Organismus zu übertragen. Wenn diese Methode ausführbar wäre, so würde sie für manche Fälle einen wesentlichen Vorteil gegenüber der aktiven Methode bieten. Denn es wäre dann möglich, dem Körper bereits am ersten Behandlungstage große Mengen von Schutzstoffen einzuverleiben, während bei der aktiven Immunisierung ein Impfschutz erst im Laufe der zweiten Behandlungswoche auftritt. Indessen waren die mit dem Wutserum im Tierversuch erzielten Resultate zu unsicher, als daß es für die Behandlung des Menschen hätte in Frage kommen können. Dagegen haben Babes in Bukarest und A. Marie in Paris mit einem gewissen Erfolg versucht, die Serumbehandlung mit der alten Pasteurschen Methode in Gestalt der sogenannten „Sero-Vaccination“ zu kombinieren. Inwieweit sie freilich Vorteile gegenüber der einfachen Pasteurschen Methode bietet, kann zurzeit noch nicht entschieden werden.

Die Resultate der Schutzimpfung, die seit vielen Jahren in allen zivilisierten Ländern (außer dem tollwutfreien England) und in vielen anderen Weltteilen durchgeführt wird, sind nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar. Dazu bestehen zu große Verschiedenheiten in den örtlichen Verhältnissen, in der Anwendungsart der Schutzimpfung usw. Eine Analyse der komplizierten Statistiken der verschiedenen Pasteur-Institute ist daher in diesem Rahmen nicht ausführbar. Hervorzuheben wäre hier nur, daß in fast allen Wutschutzinstituten der Welt die beobachtete Mortalität weniger als 1 % beträgt, während sie sich bei Unbehandelten auf ein Vielfaches, etwa das 10 fache, belaufen dürfte.

In Deutschland besteht seit 1898 eine Wutschutzabteilung am Institut für Infektionskrankheiten „Robert Koch“ in Berlin, seit 1906 eine zweite Abteilung am Hygienischen Institut der Universität Breslau. An beiden Anstalten sind seit ihrem Bestehen bis zum Frühjahr 1912 zusammen 5711 Personen behandelt worden, von denen nur 47 (= 0,8 Prozent) der Wut erlegen sind. Diese Zahl stellt aber die „absolute“ Mortalität dar, d. h. sie umfaßt auch diejenigen Fälle, die zu spät zur Behandlung kamen und nicht mehr durch die Impfung zu retten waren. Man pflegt daher allgemein bei der Beurteilung des Impferfolges nur die „relative“ Mortalität zu berücksichtigen: sie wird erhalten nach Abzug derjenigen Todesfälle, die während des Verlaufs der Impfung und der darauffolgenden 14 Tage eintreten; denn erfahrungsgemäß wird ein voller Impfschutz erst nach dieser Zeit erreicht. Im Breslauer Institut sind in den 6½ Jahren seines Bestehens insgesamt 1352 Personen geimpft worden. Von ihnen waren 1090 durch sicher tolle Tiere verletzt. Es starben im ganzen an Wut 8 Personen, davon 5 während der Impfung oder der nachfolgenden Woche. Nur in drei Fällen kann also von einem Versagen der Impfung gesprochen werden, und dies waren ungewöhnlich schwere Gesichtsverletzungen, die bekanntlich besonders bedrohlich sind. Es ergibt

sich demnach eine korrigierte („relative“) Mortalität von 0,28 %. Eine rechtzeitig ausgeführte Schutzimpfung verleiht daher — außer bei sehr schweren Verletzungen — einen sehr weitgehenden Schutz gegen den Ausbruch der Wuterkrankung des Menschen.

Ob es auf dem beschriebenen Wege möglich sein wird, alle bei der heutigen Schutzimpfung noch vorkommenden Mißerfolge zu beseitigen, erscheint zweifelhaft. Mancher Versager freilich würde in Wegfall kommen, wenn weitere Kreise der Bevölkerung mehr Verständnis für die Wichtigkeit der möglichst frühzeitigen Einleitung der Impfung gewinnen würden. Einen wesentlichen Fortschritt repräsentiert die Ausdehnung der Impfung bei schweren und prognostisch ungünstigeren Verletzungen auf einen längeren Zeitraum (bis zu sechs Wochen). Wenn es gelingen würde, die Wirksamkeit des Tollwutserums zu erhöhen, so würde auch das für die Behandlung wesentlich ins Gewicht fallen. Ob es endlich möglich sein wird, auf dem von *Ehrlich* inaugurierten Wege der Chemotherapie auch für den Erreger der Tollwut eine spezifisch giftige Substanz, also ein echtes Heilmittel gegen die Krankheit zu entdecken, muß erst die Zukunft lehren. Die Auffindung eines solchen Mittels würde jedenfalls das Ideal der Tollwutbehandlung darstellen.

Der Blitzableiter.

Von Professor Dr. F. Neesen, Berlin.

Die Frage des Blitzableiters ist trotz der 150 Jahre, welche seit Einführung desselben durch *Franklin* vergangen sind und trotz des gewaltigen Schadens, welchen das Nationalvermögen alljährlich durch Blitzschlag erfährt, noch nicht so geklärt und Gegenstand des allgemeinen Interesses geworden, wie sie es verdient. Der Schaden beträgt in Deutschland nach neueren Schätzungen der Feuerversicherungsgesellschaften jährlich rund 12 Millionen Mark. Allerdings könnte diese Summe, wenn durch Blitzableiter Blitzschaden vollständig beseitigt würde, nicht ganz als gespart gelten, da Verzinsung und Amortisation des in den Blitzableitern angelegten Kapitals zu berücksichtigen ist, ein Umstand, der den gewiß weitblickenden früheren Leiter des Reichspostamtes *v. Stephan* bei einer Besprechung dieser Frage zu der Erklärung veranlaßte, daß für die Postverwaltung der Blitzableiter für Gebäude wenig in Betracht käme. Doch gibt die Abschätzung in reinem Geldwert sicher nicht den richtigen Maßstab. Man muß auch die Störung des Erwerbslebens, die Gefährdung von Leben und Gesundheit berücksichtigen. Auf der anderen Seite kann bei solchen Schätzungen nicht übergangen werden, daß bei den mit Blitzableitern geschützten Gebäuden gleichfalls noch Blitzschäden eingetreten sind und zwar in einer nicht ganz zu vernachlässigenden Menge. Hierauf stützt sich die viel verbreitete Ansicht, daß ein schlecht angelegter Blitzableiter schlimmer ist, als gar keiner, weil durch jeden Ableiter Blitzentladungen auf das Haus gezogen

werden, die ohne den Blitzableiter irgendwo anders hintreffen würden. Da aber ein vollkommener Blitzableiter noch nicht erfunden sei, so müßte man besser den Ableiter überhaupt weglassen. Ausführungen von maßgebender Stelle wie von *Slaby* sind auch in diesem Sinne allerdings mißverständlich gedeutet worden. Nach dem einstimmigen Urteil der Fachmänner ist eine solche Auffassung falsch, denn die geringe Vermehrung von Metallteilen durch Anbringung von Blitzableitern gegenüber den bei der Errichtung eines Gebäudes zu verwendenden Metallmengen kann eine vergrößerte Gefahr eines Einschlags nicht bedingen und nur außerordentlich grobe Fehler der Anlage können die Entladung der atmosphärischen Elektrizität auch nach solchen Orten hinlenken, die ohne Blitzableiter denselben vielleicht nicht ausgesetzt wären. Zuzugeben ist allerdings, daß diese Überlegung wesentlich auf theoretischem Boden fußt, daß ein genauer statistischer Beweis aus der Erfahrung hierfür noch nicht erbracht wurde. Dazu müßte festgestellt werden, wie groß der Prozentgehalt der Zahl der Schäden beim Blitzschlag wäre einmal bei den durch Blitzableiter geschützten und bei den ungeschützten Gebäuden. Aber nicht allein wie groß die Anzahl solcher Schläge, sondern wie groß der verursachte Schaden. Von zwei Seiten, dem Elektrotechnischen Verein in Berlin und Herrn *Runkel* in Frankfurt a. M. ist in neuester Zeit dieser schwierigen Frage näher getreten worden. Da die Blitzschläge zum allergrößten Teil auf ländliche Gebäude fallen, braucht nur für diese eine solche statistische Erhebung gemacht zu werden. Einer vollständig genauen Durchführung werden sich vermutlich nicht zu überwindende Hindernisse entgegenstellen, denn dabei müßte festgestellt werden, ob die mit Blitzableitern versehenen Gebäude und besonders die durch Blitzschläge beschädigten gegenüber den anderen durch ihre Lage oder sonstwie einer besonderen Blitzgefahr ausgesetzt sind. Aber auch im Falle eines nicht vollkommenen Gelingens einer solchen Untersuchung ist ihrem Ergebnis mit größtem Interesse entgegenzusehen. Sie würde, wenn sie ungünstig für den Blitzableiter ausfiele, die Fachleute zur Änderung ihres Standpunktes in bezug auf die Konstruktionsart zwingen, im anderen Falle die Teilnahme der Hausbesitzer an der Blitzableiterfrage wesentlich fördern.

In bezug auf das Wie der Anlage nähern sich die Ansichten mehr und mehr, während noch vor wenigen Jahren große Meinungsverschiedenheiten vorhanden waren, weil keine Einigkeit über den Zweck des Blitzableiters herrschte. Die einen glaubten, derselbe solle das Zustandekommen des Blitzes überhaupt verhindern, die anderen legten mehr den Wert darauf, daß der Ableiter den Blitzschlag auf sich und von den anderen Teilen des Gebäudes ablenken sollte. Die zweite Ansicht ist als die richtige erkannt. Vorbeugend wirkt der Ableiter auch in manchen Fällen, doch nur nebensächlich. Der Grund hierfür liegt darin, daß zum Ausströmen von elektrischen Ladungen, auch aus scharfen Spitzen, eine gewisse Zeit nötig ist und daß bei den gewaltigen Elektrizitätsmengen, mit denen bei einer Blitzentladung zu rechnen ist, die

Zeit, welche die Gewitterwolken gebrauchen, um von dem Orte, wo ihre Wirkung bemerkbar wird und das Ausströmen beginnt, bis zur Einschlagstelle zu kommen, viel zu gering ist, als daß merkliche Mengen durch stille Entladungen unschädlich gemacht werden. Es müssen besonders viel Entladungsstellen vorhanden sein, wie z. B. die Millionen und Millionen von Blätterspitzen eines Waldes oder die breite Fläche eines Gewässers, damit dieser vorbeugende Einfluß wesentlich wird. Auch in diesen Fällen scheint die beobachtete Wirkung nicht darauf zu beruhen, daß die Wolken entladen werden, sondern daß sich ein vertikaler Luftstrom ausbildet, an welchen die Gewitterwolken zurückgeworfen werden. So gehen die Gewitter zwar im allgemeinen nicht über einen breiten Fluß, verschwinden dabei aber nicht, sondern ziehen den Fluß entlang; die Gewitter, welche an einen Waldrand kommen, werden von diesem zurückgeworfen. Eine ähnliche Beobachtung ist bei den Dynamitfabriken in Schlebusch gemacht worden. Nach Herstellung einer sehr ausgedehnten Blitzableiteranlage wurden die Gewitterentladungen über der Anlage viel geringer an Zahl als früher, weil sie seitlich abzogen.

Der Entscheid zwischen diesen beiden Auffassungen hat nicht etwa ein rein akademisches Interesse. Er führt dazu, daß die frühere Forderung der tadellosen Zuspitzung von Fangstangen, welche Benutzung eines unzerstörbaren Materials, wie Platin, in sich schloß, ganz aufgegeben ist.

In bezug auf die Gesamtanordnung sind zwei Gruppen zu unterscheiden: die Gebäudeblitzableiter und die für elektrische Anlagen. Es soll hier nur die erstere Art besprochen werden.

Der Blitzableiter hat zunächst eine Vorrichtung zu erhalten, welche ihn in den Stand setzt, die Entladung auf sich zu ziehen. Diesen Teil bildet die Dachleitung: Fangstangen mit ihren Verbindungsleitungen. Dann ist ein zweiter Teil nötig, welcher die von der Wolkenelektrizität abgestoßene Elektrizität unschädlich in das große Reservoir der Erde abführt: die Ableitungen und die Erdleitungen. Die Art der Fangvorrichtung ergibt sich aus der Überlegung, daß die durch Influenz von den geladenen Wolken erzeugte Spannung in Leitern größer als in Halbleitern oder Isolatoren ist und daß daher ein Überschlag zu solchen Stellen höherer Spannung wahrscheinlich wird, besonders, wenn diese aus den übrigen Gebäudeteilen hervortreten. Es werden deshalb auf dem Dach Fangstangen errichtet, die untereinander und mit der Ableitung verbunden sind. Die Zahl der Fangstangen wurde nach einer von *Gay-Lussac* herrührenden Regel festgesetzt auf Grund der Annahme, daß jeder Teil des Gebäudes, welcher innerhalb eines Kegels von bestimmter Öffnung, dessen Achse die Fangstange bildet, vor dem Einschlag geschützt sei. Viele Erfahrungen haben die Unzulänglichkeit dieser alten Regel ergeben, so daß der Raum dieses Schutzkegels immer mehr verringert wurde und auch neue Regeln für die Konstruktion eines solchen Schutzkegels aufgesucht sind (*L. Weber*). Andererseits sucht man nach einer von *Melsens* herrührenden Auffassung den Schutz

dadurch zu gewinnen, daß jeder besonders vom Einschlag bedrohte Punkt mit einer Metallstange geschützt wird. Letzteres System ist jedenfalls das sicherste. Es liefert natürlich den Konstrukteuren nicht eine so einfache Rechnungsregel, wie das erste, dagegen erlaubt es, die Blitzableitungen weniger auffallend zu machen. Man ist vielleicht bisher bei dieser Anordnung nach *Melsens* in der Zahl der für nötig gehaltenen Stangen und Verbindungsleitungen zu weit gegangen. Das scheint hervorzugehen aus Versuchen, die der Verfasser mit Herrn Dr. *Pier* unter Benutzung von außerordentlich hohen Spannungen und Energien hat machen können (Funkenlänge $2\frac{1}{2}$ m, Leistung etwa 25 KW). Die Funkenerscheinungen waren genau so, wie sich dieselben in den prächtigen photographischen Aufnahmen von Blitzen zeigen, die von *Walter* aufgenommen werden konnten. Es hat sich aus diesen Versuchen ergeben, daß die Fläche, welche mehrere auf einer Fläche verteilte Stangen schützen, ungleich größer ist als die aus der Schutzfläche einer einzigen Stange berechnete Schutzfläche dieser verteilten Stangen. Als Erklärung hierfür und überhaupt wohl für die Wirkung der Stangen, muß auf die wenig beachtete Wirkung hingewiesen werden, welche durch die Bildung einer leitenden Luftschicht über den Stangen hervorgerufen wird. Wenn die Wolke sich nähert, so tritt stets eine vorbereitende stille Entladung ein (St.-Elms-Feuer). Eine scharfe Spitze ist hierzu nicht nötig. Von allen Metallteilen erheben sich Luftströme mit leitend gewordener, sogenannter ionisierter Luft. Verteilt man daher die Fangstangen, so bildet sich gewissermaßen eine zylindrische Hülle leitender Luft, die nun der Blitzentladung den Weg weist.

Die Ableitung wird möglichst verzweigt ausgeführt, indem von der Fangleitung zur Erde nicht eine einzige Leitung, sondern mehrere nach allen Seiten verteilte führen. Diese Anordnung sucht den Käfigschutz nach *Faraday* nachzuahmen, welcher darauf beruht, daß im Innern eines auch nur nahezu geschlossenen Leiters keine Ladungen, auch keine Induktionsströme auftreten. Die Wertschätzung dieses Käfigschutzes der verzweigten Leitung wird jedoch durch den Umstand sehr verringert, daß man einen allseitig geschlossenen Käfig fast niemals herstellen kann und daß beim Austreten der in dem Gebäude verwandten Metallmasse aus dem vom Käfig umschlossenen Raum, wie z. B. Gas- und Wasserleitungen, dieser Käfigschutz ganz illusorisch wird. Daher ist es sicherer, sich nur an den zweiten Nutzen der Verzweigung zu halten, der darin besteht, daß durch dieselbe die Stärke der Entladung in den einzelnen Zweigen vermindert und ferner ein möglichst kurzer Weg zur Erde von der Einschlagstelle erschlossen wird. Die Gefahr der schädlichen Entladung nach den im Innern des Gebäudes befindlichen Metallmassen, namentlich den schon hervorgehobenen Gas- und Wasserleitungen, wird dadurch beseitigt, daß man diese Massen direkt mit dem Blitzableiter verbindet und zwar am besten an der unteren Stelle jener. Bedauerlich ist es,

daß noch immer Verwaltungen von Gas- und Wasserwerken vorhanden sind, welche dieser elementaren Forderung Widerstand leisten.

Die Ableitungen sowie die Fangstangen müssen selbstverständlich einen solchen Querschnitt haben, daß sie durch die Blitzentladung, welche sie weiter führen müssen, nicht zerstört werden. Ausreichend sind nach den Erfahrungen die vom Elektrotechnischen Verein in seinen Leitsätzen festgesetzten Anforderungen an die Abmessungen der Blitzableiterverzweigungen. In denselben sind für verzweigte Leitungen geringere Werte vorgesehen als für unverzweigte; die Verzweigung ist in dem Sinne gemeint, wie sie schon vorher verschiedentlich erwähnt ist, also so, daß für die Ableitung der Entladung von jeder Stelle aus nicht ein, sondern mehrere Wege offen stehen. Bei der Führung der Leitung sollten Krümmungen möglichst vermieden werden, weil dieselben dem Hindurchgehen der Entladung einen ihnen eigentümlichen Widerstand, den der Selbstinduktion, entgegensetzen. Ganz vermeiden lassen sich solche Krümmungen nicht; z. B. ist eine solche nicht zu umgehen, wenn von der Dachleitung zu der an der Hauswand niederführenden Leitung übergegangen werden muß. Die Vermeidung von unnötiger Krümmung ist auch der Zweck der Vorschrift, welche sich in fast allen Ableitungen zur Herstellung findet, daß die Leitung nach der Erdleitung hin nicht aufsteigende Teile haben darf. An diese Vorschrift hat sich die Legende gebildet, daß die Blitzentladung gegen das Aufsteigen einen besonderen Abscheu habe, wofür gar kein Grund vorliegt. Das starre Festhalten an dieser Forderung gibt oft Anlaß zu ganz unerträglichen Hemmnissen gegen die freie Bewegung auf dem Dache. Es zeigt sich hierin, welchen Schaden nicht ganz zutreffende Anweisungen verursachen, wenn dieselben zur Beurteilung von Leuten kommen, welche die Sache nicht ganz beherrschen.

Allgemein anerkannt wird die Notwendigkeit einer guten Erdung, d. h. es muß dafür gesorgt werden, daß die von der Wolke abgestoßene Elektrizität in das große Erdreservoir abgeführt werden kann, ohne daß Stauungen auftreten, welche zu Spannungen gegen benachbarte Gebäudeteile Veranlassung geben können. Auch hier ist es vorteilhaft, die Entladungsstellen zu vervielfältigen, um ein rascheres Abfließen zu ermöglichen. Für die Ableitung zur Erde sind in erster Linie solche Orte zu suchen, die eine sogenannte natürliche Entladungsstelle bieten, d. h. Orte, welche in einer ausgedehnten Berührungsfläche mit dem Grundwasser oder dem feuchten Erdreich stehen, wie das bei Wasserleitungen, Gasleitungen, Senkgruben usw. der Fall ist. Es dürfen aber diese Stellen nicht zu weit von dem Blitzableiter entfernt liegen, denn sonst bewirkt der Widerstand der nach diesen Stellen hinführenden Leitung vermöge der Selbstinduktion derselben eine Stauung und ein Abspringen der Entladung vom Blitzableiter zu den Gebäudeteilen. Ein krasses Beispiel von einer in dieser Beziehung ganz ungeeigneten Anlage lieferte die Ableitung eines Blitzableiters auf einem Schutz Hause in den Alpen; dieselbe wurde viele Kilometer weit, bis

zu der nächsten Quelle, heruntergeführt. Solche Anlagen schaden mehr als sie nützen, nicht allein wegen der Kosten, die den Blitzableiter in Verruf bringen müssen, sondern auch sachlich. Sind die natürlichen Entladungsquellen zu weit, so muß man direkt von dem Blitzableiter ausgehend in die obere Erdschicht verzweigte Leitungen von 10—20 m Länge einlegen.

Bei der Ausführung der Blitzableiter kann man Konstruktionsteile des Gebäudes vielfach mit Vorteil auch als Teile des Ableiters verwenden. Diese zur Verbilligung der ganzen Anlage sehr nützliche Maßnahme wurde hauptsächlich von *Findeisen* mit Geschick durchgeführt; sie war aber lange vor deren Vorschlägen schon in Übung. Es hat sich daraus ein Blitzableiter entwickelt, welcher fast nur aus Konstruktionsteilen des Gebäudes besteht. Man muß jedoch bei dieser Art der Anlage berücksichtigen, daß der Grad der Sicherheit, welche ein Blitzableiter gewährt, doch sehr verschieden sein kann. Die Wahrscheinlichkeit, daß durch Abspringen des Blitzes ein Schaden erfolgt, ist bei den primitiven Ableitungen, welche nur aus den schon vorhandenen Gebäudeteilen bestehen, größer, als wenn besondere Ableiter hergestellt werden. Die Besitzer haben es mit sich auszumachen, was sie bevorzugen: Billigkeit und einen etwas geringeren Schutz oder mehr Kosten und einen größeren Schutz.

Eine ganz besonders sorgfältige Anlage verlangen Gebäude, wie Pulvermagazine, Pulverfabriken, Sprengstoffanlagen usw., bei welchen ein zündender Blitzschlag außerordentlich großen materiellen Schaden verursacht und das Leben zahlreicher Menschen in Gefahr bringen kann. Die Nebenerscheinungen, wie Seitenentladungen, Induktionswirkungen werden hier von besonderer Bedeutung, weil ein kleiner Funke genügt, die aufgehäuften Explosionsstoffe zur Detonation zu bringen. Den Segen des Blitzableiters für solche Gebäude hat die österreichische Militärverwaltung bei ihren vielen Pulvermagazinen im Karstgebirge erfahren. Früher traten dort eigentlich in jedem Jahr Explosionen, infolge von Blitzschlag ein. Nach Anlegung zweckmäßiger Blitzableiter sind diese aber beinahe ganz verschwunden. In Preußen hat man für solche Werke den früher erwähnten Käfigschutz doppelt ausgebildet, indem eine erste Drahtleitung verzweigt nach allen Seiten in 2 m Abstand über dem Haus fortgeführt und dann zur Erde abgeleitet wird, um den eigentlichen Blitzschlag aufzufangen. Auf dem Gebäude selbst wird dann eine zweite verzweigte Leitung angeordnet, um eventuelle Nebenentladungen, die von dem ersten Käfig ausgehen, abzufangen. Eine Anzahl schwerer Blitzschäden gab zu dieser Vorschrift Veranlassung. Indessen sind vor zwei Jahren auch Gebäude, die annähernd nach dieser Vorschrift geschützt waren, vom Blitze betroffen und zwar mit ganz gewaltigen Schadenwirkungen, so daß die Frage des Blitzableiters für solche besonders gefährdete Gebäude wieder aufgenommen werden mußte. Ausgedehnte Versuche sind augenblicklich im Gange. Die Sprengstoffindustrie beteiligt sich daran in dankenswerter Weise mit sehr großen Mitteln, da die gewöhn-

lichen Laboratoriumseinrichtungen hier nicht ausreichen. Man muß die besonderen Verhältnisse des Blitzschlages wenigstens annähernd zu verwirklichen suchen, und das scheint bei den erwähnten Versuchen gelungen zu sein. Bei diesen werden kräftige Entladungen mit Spannungen von 3 Millionen Volt bemerkt. Voraussichtlich bringt noch dieses Jahr ein greifbares Resultat. Soviel ist, sowohl auf Grund der erwähnten Unglücksfälle, als auch der jetzt schon vorliegenden Versuche, sicher, daß der Käfigschutz in dem früher angenommenen Grade nicht vorhanden ist und daß namentlich das zweite Netz in der Weise, wie es angewendet worden ist, neben dem unleugbaren Nutzen auch eine gewisse Gefahr in sich schließt. Für das letztere spricht auch die Beobachtung, daß nach Anbringung der Netze bei Herannahen des Gewitters oft stark zischende Entladungen im Innern der Gebäude beobachtet wurden, die früher nicht bemerkt sind.

Wie aus den vorstehenden Ausführungen zu entnehmen ist, sind bei der Anlage eines Blitzableiters viele Punkte zu beachten. Es ist daher dringend abzuraten, die Herstellung einer solchen Anlage irgendeinem Handwerker anzuvertrauen, welcher mit Bearbeitung von Metall Bescheid weiß. Man sollte sich nur an einen wirklichen Sachverständigen wenden. Mit der wichtigste Punkt ist der zuerst in Betracht kommende, nämlich die Ausarbeitung des Planes. Dazu gehört Sachkenntnis, weil keine alle Fälle umfassenden Anleitungen gegeben werden können. Die Zuziehung des Sachverständigen gibt auch Gewähr, daß der Anlage die Erfahrungen und Fortschritte zugute kommen, um welche sich Technik und Wissenschaft gemeinsam bemühen. Wie kein Ding auf Erden, ist auch die Blitzableiterkunde nicht abgeschlossen. Trotzdem kann schon jetzt jeder, der sein Heim mit einem Blitzableiter schützt, mit einem Gefühl der Sicherheit sich an dem erhabenen Schauspiel der Blitze erfreuen.

Abwässerreinigung.

Von Dr. Hartwig Klut, Berlin,

Mitglied der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.

Durch das gewaltige Anwachsen der Städte sowie durch die mächtige Entwicklung von Handel und Industrie wurde die Frage der Reinhaltung unserer Gewässer immer brennender. Während man früher fast allgemein die anfallenden Abwässer sowohl aus den einzelnen Häusern als auch aus gewerblichen Betrieben ohne weiteres den Flüssen und Seen zuführte, wodurch vielfach berechtigte Klagen über starke Verunreinigungen, wie Verschlämmungen usw. der Gewässer¹⁾ laut wurden, ist man jetzt dazu übergegangen, je nach der Beschaffenheit der einzelnen Abwasserarten und der

Wasserführung des betreffenden Vorfluters eine mehr oder weniger weitgehende Reinigung des Abwassers in besonderen Kläranlagen usw. vorzunehmen.

Im nachfolgenden soll nun an der Hand des J. Tillmannschen Buches über Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung ein kurzer orientierender Überblick über den heutigen Stand der Abwässerreinigung gegeben werden.

Die wichtigsten Stufen für die Reinigung der aus den menschlichen Siedelungen anfallenden Abwässer (sogenannten Hausabwässer) sind nach R. Weldert¹⁾ folgende:

1. Die Trennung der ungelösten Stoffe von dem Abwasser,
2. die Zerstörung der fäulnisfähigen organischen Stoffe,
3. Umwandlung und Entwässerung des entstandenen Abwasserschlamms bis zu seiner Fäulnisunfähigkeit und stichfesten Konsistenz.

Diese Stufen bei der Abwässerreinigung sind naturgemäß nicht immer klar getrennt; sie überschneiden sich häufig; beispielsweise läßt sich eine scharfe Trennungslinie zwischen der Ausscheidung von ungelösten und gelösten Stoffen des Abwassers kaum ziehen, da eine wesentliche Menge derselben im Abwasser in einem schwebenden Zustande vorhanden ist, den man als *Pseudolösung* bezeichnet.

Bei der Trennung der ungelösten Abwasserbestandteile benutzt man Vorrichtungen, wie Rechen, Grobfilter, Absitzanlagen usw.

Die Rechen sind teilweise Grob-, teilweise Feinrechen oder auch Siebscheiben. Nach den vorliegenden Untersuchungen ist die Wirkung der Rechen- und Siebanlagen nicht sehr bedeutend. Bei versuchsweiser Anwendung von Sieben mit 0,5 mm Maschenweite wurden kaum mehr als 40 % der absiebbaren Stoffe eines Abwassers herausgefangen. Derartig feine Siebe können freilich in der Praxis nur als Ausnahme in Betracht kommen, da sie sich bald verstopfen, eine große Siebfläche und sorgfältige Reinigung beanspruchen. Bei den vielfach benutzten Maschen- und Siebweiten von fast durchweg mehr als 1 mm wird die Reinigungswirkung infolgedessen bei gewöhnlichem Abwasser wesentlich niedriger sein und dürfte nach R. Weldert²⁾ zwischen 10 und 20 % der im Abwasser vorhandenen abfiltrierbaren Substanzen liegen. Natürlich gibt die chemische Beschaffenheit des Wassers einen ausschlaggebenden Faktor.

Die *Absitzanlagen* haben ganz verschiedene Größen, vom Sandfang beginnend, welchen das Abwasser schnell durchfließt, bis zum *Faulraum*, zu dessen Durchlaufen das Abwasser bis zu 24 Stunden braucht. In Verbindung mit Absitzanlagen finden zuweilen Chemikalien als Fällungsmittel Anwendung. Die Größe der *Sandfänge* wählt man zweck-

¹⁾ J. König, Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Flüsse. Berlin 1903.

¹⁾ R. Weldert, Abwässerreinigung und Flußverunreinigung, Verhandlungen des 34. Westfälischen Städtetages am 4. u. 5. Oktober 1912 in Witten. Münster i. W. 1912. S. 19.

²⁾ R. Weldert, l. c. S. 20.

mäßig so, daß nur die schwersten Abwasserbestandteile, z. B. Sand, darin zur Ausscheidung gelangen. Nach den Erfahrungen der Praxis darf hierbei die Wassergeschwindigkeit 2 bis 3 dem in der Sekunde nicht unterschreiten. Man erhält dann als Bodensatz fast nur Sand.

Um nach vorheriger Sandausscheidung die im Abwasser enthaltenen Schwebestoffe, die bis zu etwa 50 % aus organischer Substanz bestehen, auszuscheiden, muß die Wassergeschwindigkeit dementsprechend verlangsamt werden, je nach der betreffenden Anlage und der zu erzielenden Wirkung bis auf wenige Millimeter in der Sekunde. Selbst bei völliger Ruhe des Abwassers erreicht man es nicht, hierdurch die gesamten Schwebestoffe zu entfernen. Die feinsten Suspensionen bleiben im Abwasser enthalten. Nach R. Welderts Versuchen beläuft sich die Menge der durch Abscheidung aus Abwasser nicht entfernbaren ungelösten Stoffe auf etwa 20 bis 25 % der durch Filtrieren aus dem Abwasser abfangbaren Stoffe.

Die im Abwasser vorhandenen absetzbaren Stoffe scheiden sich in größter Menge in verhältnismäßig kurzer Zeit, etwa in zwei Stunden, ab, und zwar einerlei, ob das Wasser diese Zeit über vollständig ruhig steht oder langsam ohne Wirbelbewegung horizontal oder vertikal fließt. Die Menge der in zwei Stunden abgesetzten Stoffe beträgt nach R. Weldert bei horizontalen Geschwindigkeiten von etwa 1 mm/Sekunde 60 bis 70 %, im Mittel 65 % der abfiltrierbaren Abwasserbestandteile. Es entspricht der Wert von 65 % der abfiltrierbaren Abwasserbestandteile also etwa dem in der Praxis gebräuchlichen Ausdruck „*absetzbare Stoffe*“, bezogen auf eine Sedimentationsdauer von zwei Stunden.

Es kann also durch *Absitzanlagen*, wie Klärbecken, Brunnen und Türme, eine weitgehende Ausscheidung der ungelösten Abwasserbestandteile sowohl anorganischer wie organischer Natur stattfinden. Die feinsten Suspensionen und die ungelösten Stoffe bleiben aber unberücksichtigt. Der Abfluß von Absitzanlagen hat im allgemeinen noch den völligen Abwassercharakter und zeigt bei Aufbewahrung Zersetzungen unter Schwefelwasserstoffbildung, also unter Fäulniserscheinungen.

Die in dem Abwasser enthaltenen fäulnisfähigen Substanzen lassen sich meist durch Chemikalien nur schlecht entfernen. Auch die Kostenfrage steht hindernd im Wege. Eine Ausnahme macht in dieser Beziehung hier wohl nur das *Degenersche Kohlebreiverfahren*¹⁾, das unter bestimmten Verhältnissen praktische Anwendung findet, z. B. in Cöpenick, Potsdam, Spandau.

Über die zweckmäßigste Art der Reinigung von *Anstalts- und Hauskläranlagen* berichtet K. Thumm²⁾ an der Hand zahlreicher instruktiver

Abbildungen näher. Aus Raummangel kann nur auf die für die Praxis geschriebene, sehr empfehlenswerte Schrift kurz hingewiesen werden.

Die im Abwasser häufig in nicht geringer Menge vorhandenen fettartigen Stoffe lassen sich durch besonders konstruierte *Fettfänger*, z. B. *Kremerapparate*, aus dem Abwasser bequem abscheiden. Im Tillmansschen Buche sind verschiedene Fettabscheider abgebildet und näher beschrieben.

Zur Entfernung der fäulnisfähigen Stoffe aus Abwasser dienen die *biologischen Verfahren*. Die biologische Abwässerbehandlung bezweckt eine weitgehende Reinigung des Abwassers. Während bei den mechanischen Verfahren die gelösten organischen Stoffe praktisch nicht verändert werden, bewirkt die biologische Reinigung in erster Linie eine Zerstörung der im Abwasser enthaltenen fäulnisfähigen organischen Stoffe. Die Aufgabe der biologischen Abwässerreinigung besteht also darin, auch die gelösten organischen Substanzen so weit aus dem Abwasser auszuscheiden, daß eine Fäulnis mit ihren unangenehmen Begleiterscheinungen verhütet wird. Hierbei spielen, wie ja auch der Name sagt, biologische Vorgänge eine ausschlaggebende Rolle. Die künstlichen biologischen Verfahren beruhen darauf, daß die zu reinigenden Abwässer nach geeigneter mechanischer Vorreinigung auf große Körper aus Koks, Schlacke usw. aufgeleitet werden. Die organische Substanz wird hierbei so weit aus dem Wasser ausgeschieden, daß die Abflüsse aus den Körpern nicht mehr nachfaulen. Das Verfahren stammt aus *England*¹⁾, wo es auch jetzt noch viel angewandt wird. Bei diesem Verfahren unterscheidet man zwischen *Füll-* und *Tropfkörpern*.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Körpern liegen in der Art ihrer Beschickung²⁾ mit Abwasser. Die Füllkörper werden mit Abwasser angefüllt, das Abwasser bleibt einige Stunden in ihnen stehen und wird dann wieder abgelassen, wobei Luft in die Körper eindringt. Durch die Tropfkörper läuft das Abwasser regenartig verteilt dauernd hindurch. Die Korngröße des Materials soll bei Füllkörpern zwischen 3 und 8 mm liegen, bei Tropfkörpern ist sie erheblich größer und schwankt zwischen 15 und 75 mm. Bei Füllkörpern namentlich unterscheidet man einstufigen und zweistufigen Betrieb. Bei dem einstufigen Betrieb wird das aus dem Füllkörper ablaufende Wasser dem Vorfluter zugeführt. Bei dem zweistufigen dagegen wird das Abwasser abermals auf andere Füllkörper gebracht und dann erst in den Fluß gelassen. Tropfkörper werden fast nur einstufig angelegt. Ähnlich wie bei den Faulräumen müssen die biologischen Körper sich erst einarbeiten, d. h. sie liefern allmählich erst fäulnisunfähige Abflüsse. Diese Einarbeitung geht bei Tropfkörpern weit schneller als bei Füllkörpern vor sich. Die Füll-

¹⁾ A. Schmidtmann, K. Thumm u. C. Reichle, Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes im Handbuch der Hygiene von M. Rubner, M. v. Gruber u. M. Ficker. II. Band, 2. Abteilg. „Wasser und Abwasser“. Leipzig 1911. S. 251.

²⁾ K. Thumm, Über Anstalts- und Hauskläranlagen. Ein Beitrag zur Abwasserbeseitigungsfrage. 2. Aufl. Berlin 1913.

¹⁾ A. Bredtschneider u. K. Thumm, Die Abwasserreinigung in England. Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwasserbeseitigung Heft 3. Berlin 1904.

²⁾ Dunbar, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. 2. Aufl. München und Berlin 1912. S. 364.

Körper werden in der Weise betrieben, daß man sie mit Abwasser beschickt, darauf einige Zeit in den Körpern verweilen und alsdann austreten läßt. Die Zuleitung des Abwassers auf die Füllkörper erfolgt gewöhnlich von oben. Nach jeder Beschickung muß der Füllkörper einige Zeit lang ruhig stehen, um die aufgenommenen Abwasserstoffe zu verarbeiten. Tropfkörper können in der Regel dauernd mit Abwasser beschickt werden, ohne daß die Reinigungswirkung dadurch abnimmt. Füllkörper werden für gewöhnlich viereckig gebaut, Tropfkörper rechteckig, achteckig oder auch kreisrund.

Die Verteilung des Abwassers auf die biologischen Körper ist von großer Wichtigkeit in erster Linie bei Tropfkörpern. Für diesen Zweck sind in der Praxis eine große Reihe von Einrichtungen¹⁾ vorhanden, sie aufzuzählen, würde zu weit führen. In der Neuzeit werden im allgemeinen für Städte²⁾ Tropfkörper bevorzugt, da sie mehr leisten als Füllkörper. Für einzelne Häuser, Anstalten usw. sind die Füllkörper mehr im Gebrauch. Tropfkörperabflüsse enthalten fast immer größere Mengen von Schwebestoffen, welche aus den Körpern ausgewaschen werden. Von den suspendierten Stoffen des Rohwassers unterscheiden sich diese Stoffe jedoch wesentlich dadurch, daß sie fäulnisunfähig sind. Sie verleihen aber dem gereinigten Wasser ein unangenehmes Aussehen und können im Vorfluter leicht zu Schlammablagerungen führen, weshalb Tropfkörperabflüsse stets nachgeklärt werden müssen. In der Mehrzahl der Fälle werden die Abflüsse in einfachen Klärbecken oder Klärbrunnen nachbehandelt. Da der Schlamm nicht mehr fäulnisfähig ist, bietet seine Entwässerung und Beseitigung nur selten Schwierigkeit. Die bei diesem Verfahren sich abspielenden Vorgänge erklärt man sich folgendermaßen: Jedes einzelne Teilchen des biologischen Körpers überzieht sich allmählich mit einem schleimigen Rasen von Bakterien und anderen kleinen Lebewesen. Durch diesen Rasen wird während der Beschickung der größte Teil der organischen Substanzen absorbiert. Das Benetzungshäutchen des Rasens verbraucht ferner eine große Menge Sauerstoff. Mit Hilfe dieses Sauerstoffs werden die absorbierten Stoffe in den zwischen den Beschickungen liegenden Ruhepausen durch die Organismen zersetzt.

Die *Landberieselung*. Den verhältnismäßig sichersten Erfolg für die einwandfreie Entfernung von Abwasser, insbesondere, wenn es sich um große Mengen handelt, bietet die Reinigung durch Verteilung auf ausreichende Landflächen³⁾ von geeigneter Beschaffenheit (*Berieselung*, *Eduards-*

felder System, *intermittierende Bodenfiltration*, *Untergrundberieselung*). Die Abwässerbehandlung auf Land ist die älteste Art der Schmutzwasserreinigung.

Die *Berieselung* ist ebenfalls zuerst in *England* praktisch erprobt worden. Da die häuslichen Abwässer bekanntlich wertvolle Nährstoffe für eine Reihe von Pflanzen enthalten, so werden mit Erfolg, z. B. in *Berlin*, auf Rieselfeldern allerhand Nutzpflanzen angebaut. Als beste Bodenart für Landberieselung gilt im allgemeinen sandiger Lehm über Kies und kiesiger Sand oder kiesiger, sandiger Untergrund mit leichtem oder mittlerem Mutterboden von etwa 40 cm Höhe darüber, welcher das Abwasser etwas zurückhält. Kiesboden ohne feinere deckende Schicht gilt für durchlässig. Der schlechteste Boden ist Clay-, Lehm- oder Tonboden, ferner auch Torf. Tonboden läßt sich, da er nicht durchlässig ist, nur für die sogenannte Oberflächen- oder wilde Berieselung verwenden.

Die Rieselfelder werden bei uns meist nach dem Prinzip des Beetbaues angelegt. Das Abwasser wird durch Gräben zugeführt. Man läßt jedoch die Verteilungsgräben sich nur soweit mit Abwasser füllen, daß es nur von der Seite her und unter der Oberfläche in die bebauten Beete eintreten kann. Eine Benetzung von Blättern und Stengeln der Pflanzen wird hierdurch verhindert. Die Beete pflegt man in der Regel nur 1 m breit und 20—40 m lang zu machen, weil sonst die gleichmäßige Wasserverteilung nicht zu erlangen ist. Beetanlagen bedingen viele Zuleitungsgräben und auch Wege, von denen aus die Beete besorgt werden können.

Eduardsfelder System. Sind in der Nähe von Orten keine genügenden Rieselflächen vorhanden, so führt man durch Schläuche das Abwasser Gutswirtschaften usw. zu, um es dort auf Äcker zu verspritzen. Im Jahre 1897 ist dies Verfahren zuerst von *Nöbel* bei Eduardsfelde bei Posen mit jährlich 25 000 cbm Abwasser der Stadt Posen⁴⁾ angewandt worden. Nach dem Erfinder wird es Benöbelung oder Eduardsfelder Verfahren oder auch Schlauchberieselung benannt.

In den meisten Fällen ist der Untergrund beim Rieselfeld drainiert. Durch Sammeldrains wird das gereinigte Abwasser dem Vorfluter zugeführt. Die Wirkung der Rieselung ist eine filtrierende. Es werden alle Schwebestoffe, welche die Größe der Bodenporen übersteigen, zurückgehalten, und es wird auch ein großer Teil der Bakterien entfernt. In ähnlicher Weise wie bei dem künstlichen biologischen Verfahren, jedoch noch viel weitgehender, werden die gelösten organischen Stoffe durch biologische Vorgänge im Boden zerstört. Das aus den Sammeldrains abfließende Abwasser unterscheidet sich vom Rohabwasser dadurch, daß es meist völlig klar ist und nicht mehr nachfault.

Um möglichst an Rieselland zu sparen, empfiehlt es sich stets, eine weitgehende *Vorreinigung* der Abwässer vorzunehmen, namentlich Entfernung der

¹⁾ A. Schiele, Abwasserbeseitigung von Gewerben und gewerbereichen Städten, Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig. zu Berlin, 1909, Heft 11, S. 645, und C. Reichle, Über Verteilungseinrichtungen bei kleinen biologischen Tropfkörpern, ebenda Heft 13, Berlin 1910, S. 103.

²⁾ H. Salomon, Die städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland, I. Ergänzungsband, Jena 1911. S. 584.

³⁾ A. Schmidtmann, K. Thumm u. C. Reichle, Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes im Handbuch der Hygiene. II. Bd. 2. Abteilg. Wasser und Abwasser. Leipzig 1911. S. 279.

⁴⁾ Wulsch, Die landwirtschaftliche Verwertung der städtischen Kanalwässer nach dem Vorbilde von Eduardsfelde bei Posen, Gesundheits-Ingenieur 1908, Nr. 35.

Schwebestoffe und unter Umständen auch der Fettstoffe aus dem Schmutzwasser. Welche Landflächen zur ausreichenden Reinigung der Abwässer unter den verschiedenen Bedingungen zweckmäßig erforderlich sind, zeigt nachstehende, von *Tatton* aufgestellte Tabelle:

Einfluß der Vorbehandlung des Abwassers und der Bodenbeschaffenheit auf die für den Rieselbetrieb erforderliche Größe der Landflächen.

Bodenart	Das Abwasser wird nicht vorbehandelt		Das Abwasser wird chem. oder mechan. vorbehandelt		Das Abwasser wird mit dem biologischen Verfahren oberflächlich vorbehandelt	
	Auf je 1 ha Landfläche ist zulässig					
	tägliche Abwasser- menge cbm	Ein- woh- ner- zahl	tägliche Ab- wasser- menge cbm	Ein- woh- ner- zahl	tägliche Ab- wasser- menge cbm	Ein- woh- ner- zahl

A. Rieselei ohne Drainage:

Sand	34	250	170	1250	340	2500
Milder Lehm .	34	250	170	1250	250	1850
Strenger Lehm.	25	185	68	500	135	1000
Torf	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet
Klaiboden . .	17	125	34	250	102	750

B. Rieselei mit Drainage:

Sand	51	375	170	1250	340	2500
Milder Lehm .	51	375	170	1250	340	2500
Strenger Lehm.	25	185	102	750	170	1250
Torf	25	185	68	500	135	1000
Klaiboden . .	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet	unge- eignet

Die *Kosten* der Landberieselung betragen abzüglich der Überschüsse nach *Frühling* für 1 cbm zu reinigenden Abwassers in *Berlin* 2,2, in *Breslau* 0,68, in *Braunschweig* 1,6, in *Magdeburg* 0,46, in *Dortmund* 1,5 und in *Freiburg* 0,75 Pf.

Die *intermittierende Bodenfiltration* nach *Frankland* unterscheidet sich namentlich dadurch von der Berieselung, daß die Filtration in besonders vorbereiteten Sandflächen vorgenommen wird, welche mit weit mehr Abwasser beschickt werden können, als Rieselfelder, und trotzdem eine schöne Reinigungswirkung erzielen, bei denen dann jedoch auf landwirtschaftliche Ausnutzung der Pflanzen-nährstoffe, wie Bebauung der Flächen, verzichtet werden muß. In dem nordamerikanischen Staate *Massachusetts*¹⁾ wird dieses Verfahren mit gutem Erfolg seit einer Reihe von Jahren viel angewandt. Die Kosten dieses Verfahrens sollen nach *C. Henneking* erheblich geringer sein als beim Rieselbetrieb.

Die *Abwässerreinigung durch Fischteiche* bedarf noch eines kurzen Hinweises. Neuerdings hat

man auch mit Erfolg die Abwässer in *Fischteiche*¹⁾ geleitet, so können z. B. Karpfen und Schleie bis zu 10 % Abwasser im gesamten Teichinhalt meist anstandslos vertragen. Die Fische entwickeln sich hierbei in der Regel auch gut.

Beseitigung und Verwertung der anfallenden Rückstände. Eine nicht geringe Bedeutung bei der Abwässerreinigungsfrage hat die zweckmäßige Entfernung der anfallenden Schlamm Massen. Dieser Punkt wird bei der Anlage von Entwässerungen von Gemeinden häufig noch viel zu wenig berücksichtigt. Die bei der Abwässerreinigung verbleibenden Rückstände sind Sandfangrückstände, Rechenrückstände und Klärbeckenschlamm und Schlamm aus Nachreinigungsbecken von biologischen Tropfkörperanlagen. Mit Ausnahme der letzteren sind sie alle mehr oder weniger fäulnisfähig. Vom Abwasserschlamm muß verlangt werden, daß er durch befriedigende Behandlung fäulnisunfähig und stichfest ist. Besonders durch die Arbeiten der *Emscher-genossenschaft*²⁾ sind auf diesem wichtigen Gebiete große Fortschritte zu verzeichnen. Die Schlammengen, mit denen man bei Kläranlagen zu rechnen hat, sind recht verschieden und betragen etwa 1 bis 4 Liter frischen Schlamm pro Kopf und Tag. Der Schlamm enthält etwa 90 bis 95 % Wasser und der Rest besteht zur Hälfte aus organischen und anorganischen Substanzen. Er bildet eine fäulnisfähige, klebrige, flüssige Masse, die zu recht unangenehmen Geruchsbelästigungen häufig Anlaß gibt. Die Hauptschwierigkeit bei der Behandlung des Schlammes liegt in seiner Entwässerung. Ist dieses erreicht, so erhält man ein geringes Volumen und ferner trotz des hohen Gehaltes an organischen Substanzen ein meist fäulnisunfähiges Produkt. Die Erfahrung lehrt, daß es bei der Schlammbehandlung von Vorteil ist, den Schlamm³⁾ so schnell wie möglich vom Abwasser zu trennen und ihn dann besonders zu bearbeiten.

Trocknung des Schlammes. Die älteste und verbreitetste Art der Trocknung geschah durch Aufbringung des Schlammes auf Land. Dabei versickert ein Teil des Wassers in den Boden, und ein weiterer Teil verdunstet. Das Entwässern geht jedoch, bedingt durch die schleimige Beschaffenheit des Schlammes, nur sehr langsam vor sich. Bis der Schlamm völlig trocken ist, sind Monate, unter Umständen auch Jahre erforderlich. Die Folge davon ist, daß die Schlamm Lager, zumal im Sommer, sich durch einen recht unangenehmen Geruch bemerkbar machen. Man bekämpft die aus den Schlamm lagern aufsteigenden Gärungsgase durch Bedecken der Lager mit Bedeckungsstoffen wie Torf, Teer usw. und hindert auch die Gärung durch Bedecken der obersten Schlamm schicht mit Des-

¹⁾ *Hofer*, Fischteiche im Dienste der Reinhaltung unserer Gewässer, Gesundheit 1909, S. 200.

²⁾ *Imhoff*, Die Schlammbehandlung in Emscher-Brünnen, Technisches Gemeindeblatt 1910, Bd. 13, S. 13 u. *F. G. Spillner*, Die Trocknung des Klärschlammes, Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. u. Abwässerbeseitig. Heft 14, Berlin 1910, S. 27.

³⁾ *R. Weldert*, Verhandlungen des 34. Westfälischen Städtetages am 4. u. 5. Oktober 1912 in Witten, S. 23 l. c.

¹⁾ *C. Henneking*, Die Abwässerreinigung mittels intermittierender Bodenfiltration in Nordamerika, insbesondere im Staate Massachusetts. Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig., Berlin 1909, Heft 12, S. 1.

infektionsmitteln wie Chlorkalk, Saprol usw. Da man den Schlamm im übrigen, wenn er nicht gar zu lange zu seiner Trocknung gebrauchen soll, in nicht zu hoher Schicht in die Lager bringen darf, so stellt sich der Schlamm-lagerbetrieb dadurch ziemlich teuer, daß man bedeutende Aufwendungen für Grunderwerb zu machen hat. So soll der *Emscherbrunnenschlamm*¹⁾ alle guten Eigenschaften des Faulraumschlammes in erhöhtem Maße besitzen. Sein Wassergehalt ist noch wesentlich niedriger als der des Faulraumschlammes. In *Göttingen* und *Kassel* wird der Schlamm mit Müll kompostiert.

Erheblich bessere Resultate hat man in jüngster Zeit durch Anwendung von *Zentrifugen* erzielt. In *Frankfurt a. M.*²⁾, *Harburg*³⁾ und *Hannover* wird der Klärschlamm durch Zentrifugen nach System *Schäfer-ter Meer*⁴⁾ entwässert.

Bei an der See gelegenen Städten versenkt man den Schlamm meist weit hinaus ins Meer, z. B. in *London*.

Zu erwähnen ist schließlich noch die *Verwertung des Schlammes*. Der Schlamm enthält einen gewissen Gehalt an Pflanzennährstoffen, besonders Stickstoff. In der Trockensubstanz findet man im Mittel 2—3 % Stickstoff. Von Nachteil für die landwirtschaftliche Verwertung des Schlammes ist sein hoher Wassergehalt. Die Versuche, den Schlamm zu trocknen, und das Produkt als *Poudre* zu verwenden, wird jetzt nur noch vereinzelt angewandt. Auch die *Fettgewinnung* aus Schlamm wird ebenfalls jetzt nur noch selten ausgeführt, z. B. in *Bradford*, da in wirtschaftlicher Hinsicht die Kosten zu groß sind. Gern wird der Schlamm mit Müll, Dung usw. zu Kompost verarbeitet, wie z. B. in *Stuttgart*, und alsdann landwirtschaftlich verwertet. Mit Erfolg wird neuerdings die Vernichtung des Schlammes durch *Feuer*, sowohl durch einfache Verbrennung als auch durch Vergasung, betrieben, wobei die gewonnene Wärme oder die Gase zur Gewinnung anderer Energie ausgenutzt werden. Läßt sich der Schlamm so ohne weiteres nicht verbrennen, so müssen brennbare Substanzen, wie Braunkohle, Torf usw. zugefügt werden. Für *Pforzheim* ist gleichfalls die Schlammverbrennung zusammen mit der Müllverbrennung vorgesehen. In *Cöpenick* bei *Berlin*⁵⁾ wird der Kohlebreischlamm im großen vergast. Das gewonnene Kraftgas wird in Elektrizität umgewandelt.

¹⁾ Imhoff, Die Schlammbehandlung in Emscherbrunnen, Techn. Gemeindeblatt 1910. Bd. 13, S. 193.

²⁾ J. Tillmans, Die Kläranlagen in Frankfurt a. M., Wasser u. Abwasser, Bd. 1, 1909, S. 320.

³⁾ Reichle u. Thiesing, Versuche mit dem Schlamm-schleuderapparat *Schäfer-ter Meer* (D. R.-P.) in der Schlamm-schleuderanlage in Harburg a. E., Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwasserbeseitig., Berlin 1908, Heft 10, S. 174.

⁴⁾ G. ter Meer, Selbsttätig wirkende Schleudermaschine zur Trocknung der Rückstände städtischer Kanalisationswässer. Wasser u. Abwasser 1911. Bd. 3, S. 454.

⁵⁾ R. Weldert u. C. Reichle, Untersuchungen über die Kohlebreikläranlage der Stadt Cöpenick, Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwasserbeseitig., Berlin 1912. Heft 16, S. 1.

Zum Schluß seien noch einige Worte über die *Desinfektion des Abwassers* gesagt. Daß Abwässer sehr bakterienhaltig sind, dürfte wohl ohne weiteres einleuchtend sein. Nach A. Schmidtman¹⁾ ist die ständige Verbindung der Desinfektion mit dem Betrieb zentraler Kläranlagen nicht empfehlenswert; sie ist auf Ausnahmefälle (Epidemien) zu beschränken. Die Vernichtung der Infektionsstoffe ist im allgemeinen am Orte ihrer Entstehung durchzuführen, jedoch schon bei der Anlage zentraler Kläreinrichtungen ist die Möglichkeit einer etwa erforderlichen Desinfektion des Gesamtabwassers vorzusehen. Zu diesem Zweck ist bei Becken- und Brunnenanlagen die Möglichkeit einer Hintereinanderschaltung anzuwenden. Bei biologischen Tropfkörperanlagen sind die Nachklärbecken verwertbar zur Desinfektion. Wo baulich die Desinfektionsmöglichkeit nicht sichergestellt werden kann, ist Land bei der Anlage bereit zu halten, auf dem hierfür besondere Desinfektionsbecken hergerichtet werden können.

Die Desinfektion der Rohabwässer ist unsicher und auch kostspielig, wegen des großen Bedarfes an Chemikalien; es empfiehlt sich deshalb, die Desinfektion an den geklärten Abwässern vorzunehmen. Bei der Verwendung der Vorreinigungsanlagen für biologische Körper zu Desinfektionszwecken ist zu berücksichtigen, daß die Körper in ihrer Wirkung nicht nachteilig beeinflusst werden. Eine regelmäßige sachverständige Untersuchung der Abflüsse der Kläranlage und des Vorfluters gibt ein richtiges Bild von der Wirkung der Anlage. Der Umfang und die Art der Untersuchung richtet sich nach dem jeweiligen Klärverfahren. Als Desinfektionsmittel wird in der Mehrzahl der Fälle *Chlorkalk*²⁾ benutzt.

Das große Gebiet der Reinigung des *gewerblichen Abwassers* ist im vorstehenden aus Raum-mangel nicht berücksichtigt worden. Hierüber soll später einmal näher berichtet werden. Im vorstehenden handelt es sich fast nur um die Reinigung häuslicher Abwässer.

Die Entwicklung unserer Naturerkenntnis.

Von Dr. Hans Arnold, Charlottenburg.

Die eminente Wandlung, die sich in unserem äußeren Leben während der letzten hundert Jahre vollzogen hat, ist durch einen Aufschwung in der Technik veranlaßt, wie er, verglichen mit früheren Zeiten, bisher noch nicht da gewesen ist. Die Technik ihrerseits hat ihre schnellen Erfolge der

¹⁾ A. Schmidtman, Bericht über die Erfolge der mechanischen, chemischen und biologischen Abwässerklärungs, Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medizin u. öffentl. Sanitätswesen, Berlin 1908, Bd. 35/2, 3. Folge, S. 336.

²⁾ Dunbar, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage, 2. Aufl., München u. Berlin 1912, S. 540.

Physik und der Chemie zu danken. Wodurch ist nun dieser in der Geschichte menschlicher Geistesarbeit unerhörte Fortschritt eingetreten? Welche Umstände haben ihn verursacht? Vermögen wir uns überhaupt Rechenschaft davon zu geben, aus welchem Grunde gerade unser letztes Jahrhundert seine Vorgänger soweit übertroffen hat, und wie sich in ihm so viele große Entdeckungen zusammendrängen konnten? Gedacht und geforscht wurde ja, solange menschliche Überlieferung zurückreicht, und obwohl sich die Erwerbung von Kenntnissen ständig erleichtert hat und somit die Zahl der in den Wissenschaften tätigen Menschen stetig gestiegen ist, kann man doch nicht behaupten, daß der Prozentsatz der genialen Forscher seit den Tagen der *Pythagoras*, *Archimedes*, *Hipparch*, *Galilei* und *Newton* gewachsen ist. Zwar waren nicht alle Zeitabschnitte der Entwicklung der Wissenschaften in gleicher Weise günstig, wie sich zum Beispiel aus dem Fehlen erheblicher naturwissenschaftlicher Fortschritte im Mittelalter bis zu den Tagen der Renaissance zeigt¹⁾. Auch mag die Verteilung der großen Männer auf die Jahrhunderte nicht ganz gleichmäßig sein²⁾. In keinem Falle läßt sich erweisen, daß im 19. Jahrhundert soviel mehr geniale Menschen gelebt haben als in den vorhergehenden Jahrhunderten. In der größeren Häufigkeit der Genies kann also der Grund unserer jüngsten schnellen Entwicklung nicht liegen.

Betrachtet man andererseits die Geschichte der Physik und die Geschichte der Chemie bis zum 19. Jahrhundert, so findet man, daß die beiden Schwesterwissenschaften sich nicht gleichzeitig und parallel entwickelt haben, sondern daß ihr Werdegang ein völlig verschiedener ist. „Wenn man Zufälligkeiten nicht in Betracht zieht“, sagt *Louis Poincaré* in seiner „Modernen Physik“, „sieht man, daß die Physik in der Tat ihre Fortschritte mehr durch Evolution als durch Revolution macht. Ihr Weg ist kontinuierlich, die Tatsachen, welche zur Entdeckung der Theorien führen, bestehen fort, verknüpfen sich weiter, wenn diese Theorien längst verschwunden sind.“ Tatsächlich haben sich unsere physikalischen Kenntnisse seit der Mechanik des *Archimedes* und besonders seit den *Discorsi Galileis* in systematischer Evolution entwickelt. Ganz anders die Chemie. Zwar besitzt man von den ältesten Zeiten an ein gewisses Maß praktischer Kenntnisse, die Funde und Überlieferungen aus dem Altertum lassen auf Anwendung einiger chemischer Reaktionen schließen. Aber von einer wissenschaftlichen Erkenntnis ist bis zu den Tagen *Robert Boyles*, also bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts, nichts zu spüren. Auch von *Boyle* ab folgt Revolution auf Revolution. Alle Vorstellungen erweisen sich mit den Erfahrungen nicht im Einklang, alle Theorien sind unhaltbar. Erst *Lavoisier* am Ende des 18. Jahrhunderts hat uns das Fundament geliefert, auf dem wir weiter-

bauen konnten. Von dieser Zeit an setzt nun eine Entwicklung in der Chemie ein, wie sie in der Geschichte der Wissenschaften beispieillos ist.

Gerade dieser ganz verschiedene Werdegang der so nah verwandten Wissenschaften, den wir später noch im einzelnen betrachten wollen, soll die Erklärung dafür liefern, daß die Leistungen im 19. Jahrhundert in so gewaltigem Maße diejenigen der früheren Zeiten übertroffen haben. Dazu ist jedoch nötig, daß wir auch die Mathematik in unsere Betrachtungen einbeziehen. Denn nicht nur die Physik bedient sich der mathematischen Sprache, sondern auch die Chemie, nachdem seit *Lavoisier* die quantitative Seite für die zu untersuchenden Erscheinungen in den Vordergrund getreten war. Zur Formulierung und Anwendung allgemeiner Gesetze können wir der Mathematik nicht entraten. Sie hat sich gerade am Anfang der modernen Forschung als mächtiges neues Hilfsmittel erwiesen, und so müssen wir auch ihre Quellen betrachten.

Wollen wir auf die ersten systematischen Ansätze zur Erforschung der Natur zurückgehen, so müssen wir bei den Griechen beginnen, nicht nur weil wir von ihnen die ersten sicheren Überlieferungen haben, sondern auch weil sie als die ersten ihrer Phantasie die Zügel der wissenschaftlichen Erkenntnis anlegten. Sie haben uns einen so reichen Schatz von Vorstellungen und Kenntnissen hinterlassen, daß es von Interesse ist, bei der Forschungsmethode dieses geistig hoch entwickelten Volkes einen Augenblick zu verweilen. Dabei fällt uns sofort auf, daß wir das bewußt angestellte Experiment nicht finden, wohl aber die intensive Beschäftigung mit mathematischen Problemen, die auch in ihrem philosophischen System, besonders bei den Eleaten und *Pythagoras* eine große Rolle spielen. Die Paradoxe vom fliegenden Pfeil und von Achilles und von der Schildkröte enthalten mehr als ein bloßes Spielen mit der Unendlichkeit und sind bis in die neueste Zeit Gegenstand mathematischer Forschung und Diskussion geblieben. Betrachten wir aber die mathematischen Leistungen der Griechen genauer, so finden wir, daß sie sich auf die Geometrie und die Stereometrie beschränkten, während sie in der Algebra kaum Erfolge aufzuweisen haben. Ein Wort *Henri Poincarés* ist hier von Interesse¹⁾: „Wir müssen den mathematischen Gedanken da suchen, wo er rein geblieben ist, das ist in der Arithmetik.“ Sollten demnach die Leistungen der Griechen nicht „rein“ mathematisch sein? Ist es nicht zufällig, daß die Griechen in der Geometrie und Stereometrie weit mehr wußten, als sie etwa zur Lösung ihrer physikalischen oder praktischen Probleme bedurften? Denken wir nur an die Kenntnis des *Archimedes* von den Kegelschnitten. Daß ihre mathematische Denkweise rein geometrisch war, daß ihnen Identifizierung von geometrischen Größen mit Zahlen fern lag, hat neuerdings *Lindemann* in seinen Vorlesungen über die nichteuklidische Geometrie bestätigt, indem er nachwies, daß der euklidische Grundsatz: „zwei Größen, die ein und derselben dritten gleich sind, sind untereinander gleich“, bei

¹⁾ Näheres hierüber findet sich in dem interessanten Werk von *de Candolle*, Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten, Deutsch von *Wilhelm Ostwald*, Sammlung großer Männer, II. Band.

²⁾ *Walther Rathenau*, Zur Kritik der Zeit, S. 44 und 53 ff.

¹⁾ *Henri Poincaré*, Wissenschaft und Hypothese, S. 5.

Euklid eine rein geometrische Bedeutung habe, obwohl er gewöhnlich analytisch auf Zahlengrößen bezogen wird¹⁾. Dieser Satz ist nichts anderes als eine Definition der Gleichheit geometrischer Figuren, die nicht direkt aufeinander gelegt werden können. Wie schwerfällig waren andererseits die Griechen, sobald sie sich auf dem Gebiet des rein Rechnerischen bewegen sollten. Ihr ausgeprägter Sinn für das Formale, ihr Streben nach Strenge des Beweises, das sie oft uns unnatürlich erscheinende Umwege einschlagen ließ, war die Veranlassung, daß man häufig ihre Begabung als rein spekulativ bezeichnet hat. Hier scheint mir jedoch, daß von einer typischen Begabung nicht gesprochen werden kann, daß vielmehr ein weit tieferer Grund für die so verschiedenwertigen Leistungen in den beiden Gebieten der Mathematik vorliegt. Für das Erkennen von der Entwicklung der Naturwissenschaften ist die Trennung der Mathematik bei den Griechen von größerer Bedeutung, als es bisher angenommen wurde.

Versuchen wir es, uns über die Reihenfolge der Schwierigkeiten klar zu werden, die sich bei der Beobachtung und Erforschung der Natur der Menschheit entgegengestellt und eine verschiedene Entwicklung der einzelnen Wissenszweige bewirkt haben, so finden wir, daß wir auf Grund der bisherigen Klassifikationsprinzipien nicht zu einer tieferen Einsicht gelangen können. Wir stellen die exakten Wissenschaften, die sich der Hilfe der Mathematik bedienen, nämlich die Physik und Chemie den beschreibenden Wissenschaften wie Botanik und Zoologie gegenüber. Der Mathematik in ihrer Gesamtheit aber wird die Rolle einer Hilfswissenschaft zugewiesen. Eine solche Klassifizierung gestattet jedoch eine natürliche Erklärung der allmählichen Entwicklung der Wissenschaft nicht, sondern zwingt dazu, wie dargelegt, mit imponderablen Annahmen von speziellen Begabungen zu arbeiten. Bei allen Völkern aber hat sich mit zunehmender Kultur der Verstand stetig in der Richtung vom Einfachen zum Komplizierten entwickelt. Wohl haftet jeder Klassifizierung eine gewisse Willkür an, wohl treten dabei stets die Interessen der Zeit, in der diese Klassifizierung vorgenommen wird, in den Vordergrund. Wir jedoch haben, wenn wir im folgenden eine andere Einteilung zugrunde legen, nicht nur den Vorzug, daß wir die notwendige und natürliche Entwicklung unserer Kenntnisse klar zu übersehen vermögen, wir sind auch zu dieser Einteilung dadurch berechtigt, daß die Griechen, wenn auch unbewußt, denselben Weg gegangen sind. Trennen wir einmal die unter dem Namen Mathematik vereinigten Wissenschaften, die Geometrie und Stereometrie, die ich die anschauliche Mathematik nennen will, von der Arithmetik, betrachten wir die anschauliche Mathematik für sich und definieren wir sie als die Lehre von der Gestalt der Körper, dann kommen wir zu einer ganz anderen Auffassung von der Einteilung unseres Wissensstoffes, die den Vorzug hat, daß

wir die verschiedenen Schwierigkeiten bei der Erforschung der einzelnen Gebiete klar erkennen können, weil wir den historischen und gleichzeitig weit natürlicheren Weg gehen. Wir teilen danach das Studium der Natur, wie folgt, ein:

1. Die Lehre von der Gestalt der Körper (Geometrie und Stereometrie) oder anschauliche Mathematik,
2. die Lehre von der Bewegung der Körper (Physik),
3. die Lehre von der stofflichen Zusammensetzung der Körper (Chemie).

Bei allen drei Teilen der Naturwissenschaft stehen die Erscheinungen untereinander in zahlenmäßiger Beziehung und müssen sich daher der Arithmetik, das ist der unanschaulichen Mathematik als Hilfswissenschaft bedienen.

Bevor wir jedoch auf die drei Kategorien näher eingehen, müssen wir unser Prinzip noch etwas genauer betrachten und zusehen, wieweit es sich mit unseren heutigen Anschauungen in Einklang befindet. Zwischen der einfachen Auffassung, wie wir sie zur Erklärung der Entwicklung unserer Naturerkenntnis bedürfen, und unserer heutigen Anschauung, wie wir sie bei *Helmholtz*, *Mach*, *Poincaré*, *Ostwald* und *Planck* finden, liegt eine ungeheure Entwicklungsreihe. Für unseren Verstand besteht heute zwischen der anschaulichen Mathematik und den Naturwissenschaften im engeren Sinne ein erheblicher Unterschied, der uns zeigt, was die Geometrie und Stereometrie mit der Arithmetik verbindet. Während wir in der Physik und Chemie von der Erfahrung ausgehen müssen, haben wir in der Mathematik die Möglichkeit der Konstruktionen. Obwohl uns zweifellos bei der Aufstellung der geometrischen Axiome die Erfahrung geleitet hat, können wir hier eine Wissenschaft schaffen, in welcher der Verstand souverän herrscht. Er kann in der Mathematik befehlen, in der Natur nicht. Für uns aber, die wir die verschiedene Entwicklung der einzelnen Wissenschaften von Anbeginn menschlicher Forschung an verstehen, und die wir die Gegenwart aus der Vergangenheit heraus begreifen wollen, ist die Frage noch nicht aktuell, ob die geometrischen Axiome sich auf das Prinzip des Widerspruchs zurückführen lassen, ob sie aus der Erfahrung geschöpft sind, ob sie synthetische Urteile a priori sind, oder ob sie, was wir seit den Forschungen von *Gauß*, *Lobatschewsky*, *Beltrami*, *Riemann* und *Poincaré* glauben annehmen zu können, verkleidete Definitionen sind. Uns interessiert lediglich die Gestalt der Körper, wie sie in der Natur zu sehen sind.

Dieselbe Richtung ist auch für den zweiten Punkt maßgebend, den wir jetzt besprechen wollen. Bei der physikalischen oder chemischen Änderung, die ein System erleidet, interessieren heute nicht mehr die Beschreibungen der dabei auftretenden Erscheinungen, sondern vielmehr die Ursachen, die diese Erscheinungen bewirken und ihre Berechnung gestatten. *Leonardo da Vinci* hat dies schon deutlich ausgesprochen. „Keine Wirkung in der Natur ist ohne Ursache, begreife die Ursache, und

¹⁾ *Lindemann*, Vorlesungen über Geometrie unter Benutzung der Vorträge von *Alfred Clebsch*. II, 1, S. 555.

du brauchst kein Experiment.“ Von da bis zu unserer jetzigen Lehre von den verschiedenen Formen der Energie ist ein großer Schritt, und doch ist uns, wie die Lehrbücher der Physik und Chemie zeigen, dieser Standpunkt noch keineswegs geläufig. In der Chemie findet man zahlreiche Werke, die sich nur auf die Beschreibung der Verbindungen beschränken und die allgemeinen Gesichtspunkte, die sich aus der Betrachtung der Änderungen eines Systems unter dem Einfluß der chemischen Energie ergeben, außer acht lassen. Erst die Schriften *Ostwalds* haben hier Wandel geschaffen. Als Beispiel dafür sind besonders interessant seine „wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie“, die diese Disziplin von einer Kunst, bei der Handfertigkeit und Erfahrung ausschlaggebend waren, zu einer Wissenschaft gemacht haben. Auch in der Physik ist die alte Fünfteilung des Stoffes in Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Optik und Elektrizität beibehalten worden, und das einzige mir bekannte allgemeine Lehrbuch, in dem die verschiedenen Formen der Energie bei der Einteilung berücksichtigt sind, ist das vortreffliche Werk des Russen *Chwolson*, das auch in deutscher Übersetzung erschienen ist. Die theoretische Physik hingegen trennt schon, seitdem sich die Faraday-Maxwellsche elektromagnetische Theorie des Lichts Anerkennung verschafft hat, nicht mehr Elektrizität und Optik, sondern spricht von einer Physik des Äthers. Was uns besonders hieran von Wichtigkeit ist, ist die Berechtigung, von unserem Standpunkt aus von der Physik als von der Lehre von der Bewegung der Materie sprechen zu können, da wir die subtileren Erscheinungen der Wärme-, Licht- und Elektrizitätsstrahlung als Deformationen und Perturbationen des Äthers auffassen dürfen.

Nachdem wir nunmehr die Berechtigung unseres Klassifikationsprinzips erkannt haben, kehren wir zur Betrachtung der Entwicklung unserer Kenntnisse in den einzelnen Kategorien zurück. Wir sehen leicht ein, daß die Schwierigkeiten, die sich dem Forscher darbieten, um so größer sein müssen, je weniger die einfache Beobachtung genügt und je mehr planvoll angelegte Versuche erforderlich sind. Diesen Gedanken gibt *Henri Bergson* in seinem Werke „*L'évolution créatrice*“¹⁾ folgenden Ausdruck: „... daß eben deshalb unser Intellekt seine Triumphe in der Geometrie feiert, wo die Verwandtschaft von logischem Denken und lebloser Materie offenbar wird, und wo der Intellekt, nach geringst möglicher Berührung mit der Erfahrung, einfach nur seiner natürlichen Bewegung zu folgen braucht, um von Entdeckung zu Entdeckung zu schreiten, immer gewiß, daß die Erfahrung hinter ihm her marschiert, um ihm unwandelbar recht zu geben.“ So kam es, daß im Kindesalter der menschlichen Erkenntnis Erfahrungen, die erst durch komplizierte Versuche erworben werden mußten, nicht gemacht wurden, sondern daß die Untersuchungen sich auf die Gestalt der Körper, die Geometrie und die Stereometrie, erstreckten. Die

Mathematik war in jener Epoche den Naturwissenschaften überlegen, und es ist schon an die Kenntnisse von den Kegelschnitten erinnert, die in der antiken Mechanik und Astronomie praktisch noch gar nicht verwertbar waren. Mit den soeben entwickelten Anschauungen, daß die Alten zunächst diejenigen Naturerscheinungen in den Kreis ihrer Betrachtung zogen, die sich von selbst der Beobachtung darbieten, stimmt es überein, daß die Astronomie bei ihnen hoch entwickelt war. Nicht spekulative Begabung war es, nicht Mangel an Beobachtungsgabe, die man den Hellenen mit ihrer herrlichen Kunst wirklich nicht vorwerfen konnte, auch nicht ein Nichtbegreifen der Methoden oder der Mittel der Forschung, was schuld an den geringen Leistungen in der Physik und Chemie war, vielmehr bot sich ihnen aus der Betrachtung der Außenwelt ein so reiches Forschungsgebiet, die Diskussion über die Ergebnisse füllte ihr Interesse so völlig aus, daß Probleme, zu deren Lösung erst Anstellung von Versuchen erforderlich war, zurücktreten mußten. Die Wunder des Himmels zeigten sich ihnen stets aufs neue, ohne daß sie selbst Experimente anzustellen hatten, und reizten ihr Nachdenken. Die regelmäßigen Bewegungen, die sich an der Himmelskugel vollzogen, die Gestalten von Sonne und Mond, die Form des Erdschattens, wie er bei Mondfinsternissen erschien, all das führte zu dem systematischen Aufbau einer Wissenschaft. Zudem ließen sich hier die Kenntnisse in der Mathematik verwerten, und umgekehrt empfing die Mathematik aus der Beobachtung der Himmelsbewegungen manche Anregung. Um den Unterschied zwischen der hohen Blüte der Astronomie und dem Tiefstand der experimentellen Naturwissenschaften zu erkennen, wollen wir in folgendem kurz die positiven Kenntnisse der verschiedenen Gebiete vergleichen.

Während das Altertum an bedeutenden Physikern nur den *Archimedes* aufzuweisen hat, finden wir eine ganze Reihe von hervorragenden Himmelsbeobachtern. Schon die Anfänge griechischen Denkens zur Zeit des *Thales* und *Anaximander* waren naturphilosophisch und galten der Frage von der Entstehung und dem Aufbau der Welt. Die Idee der Sphären und der Sphärenmusik finden wir bei *Pythagoras*, weiter ausgebildet bei *Platons* trefflichem Freund *Eudoxus*. Den *Hipparch* von Nicäa, der um 150 v. Chr. lebte, können wir bereits als Begründer der wissenschaftlichen Astronomie ansprechen. Nach seinen Tabellen ist es uns heute nach zweitausend Jahren noch möglich, den Mondwechsel auf einen Tag genau anzugeben. Auf *Hipparch* stützte sich dann *Ptolemäus*, dessen System eineinhalb Jahrtausende bis zu den Tagen des *Kopernikus* Geltung behielt. Es gestattete in wunderbarer Geschmeidigkeit die Erklärung der komplizierten Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten; die Rückläufigkeit, die Neigung der Planetenbahn gegen die Ekliptik, die Exzentrizität von Sonne und Mond, all das fügte sich dem System der Zyklen und Epizyklen ein, das uns wie ein kunstvolles Uhrwerk erscheint. Wir begreifen es, daß das Buch, in dem *Ptolemäus* seine Erfah-

¹⁾ In deutscher Übersetzung unter dem Titel „Schöpferische Entwicklung“ erschienen.

rungen niederlegte, der *Almagest*, (in arabischer Übersetzung) lange Zeit eine Verehrung genoß wie die Bibel.

Mit diesem hohen Stand, wie ihn die Astronomie und die anschauliche Mathematik einnahmen, konnten sich die übrigen Zweige der Naturwissenschaften nicht vergleichen. An physikalischen Kenntnissen ist vor *Archimedes* so gut wie nichts vorhanden. Bei dem bekanntesten gelehrten Sammler des Altertums, bei *Aristoteles*, dem „Leser“, wie ihn *Platon* nennt, findet sich eine recht dürftige Begründung des Hebelgesetzes, und wir können annehmen, daß ein besserer Beweis seinem Sammeleifer nicht entgangen wäre. Was nun die Leistungen des *Archimedes* anbetrifft, so beschränken sie sich, soweit wir es nachprüfen können, lediglich auf die Probleme der Statik, nämlich auf die Lehre vom Gleichgewicht und vom Schwerpunkt. Nirgends findet sich ein Fingerzeig für eine lebendige Entwicklung, vielmehr ist das Bekannte in starre, schwerfällige Formen gezwängt.

Von dem Anfang einer chemischen Wissenschaft ist überhaupt nichts zu bemerken. Es sind zwar einige empirische Kenntnisse in der Metallurgie, Töpferei, Glas- und Seifenbereitung sowie in der Färberei vorhanden. Aber diese interessieren die Denker, die über die Zusammensetzung und den Aufbau der Körperwelt spekulieren, die *Demokrit*, *Empedokles*, *Aristoteles*, nicht. So wichtig uns auch heute die Aufstellung einer Atomtheorie bei den Eleaten und später bei *Lukrez* ist, so wenig darf man sie als positive Leistungen für die damalige Naturwissenschaft in Anschlag bringen. Was andererseits *Plinius* und *Dioskorides* vom Wissen ihrer Zeit sammelten, war eine kompilatorische Zusammenstellung, in der Geschichten von Jägern und Seeleuten, eigene Beobachtungen und Sagen miteinander vermischt waren. Eine systematische Verwertung im Sinne der Begründung einer Wissenschaft war aus diesem Werke nicht möglich. Wir haben also gesehen, daß die Entwicklung unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse sich bei den Griechen unabhängig von einer speziellen Begabung in ganz natürlicher Weise vollzogen hat. Was sich der Beobachtung ohne weitere Experimente bot, wurde erforscht, alles andere wurde vernachlässigt. So mußte denn die Entwicklung der Physik und Chemie einer späteren Epoche vorbehalten bleiben.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Müller, Aloys, Das Problem des absoluten Raumes und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1911. X, 154 S. Preis geb. M. 4,80.

Die Diskussion über das Wesen des Raumes hat das eigentümliche, daß sie seit den ältesten Zeiten immer wieder von neuem einsetzt, anscheinend sicher gewonnene Erkenntnis umwirft oder doch wesentlich umgestaltet und durch den Fortschritt an tatsächlichem Wissen oder formaler Spezialkenntnis immer wieder neue Nahrung erhält. Dabei rollen sich immerfort neue Einzelprobleme auf, von denen sich dann herausstellt, daß die

Stellungnahme zu ihnen nicht nur sie selbst betrifft, sondern das Raumproblem als solches. In neuester Zeit ist beispielsweise die Frage nach dem relativen oder absoluten Raume wieder akut geworden, nachdem sich gezeigt hat, daß gewisse Ergebnisse der Physik — und zwar negative Ergebnisse aus der Optik — zur Annahme des Relativitätsprinzips beinahe zwingen, wenigstens so lange, bis ein anderer Ausweg gefunden ist.

Unter diesen Umständen ist es sehr dankenswert, daß der Verfasser der vorliegenden Schrift es unternommen hat, das Problem des absoluten Raumes ganz systematisch aufzubauen und zu zeigen, wie scharf man hier zwischen den einzelnen Fragestellungen und Begriffsbildungen unterscheiden muß, will man nicht Gefahr laufen, das Problem, statt es zu entwirren, heillos zu verwirren — eine Gefahr, der selbst hervorragende Schriftsteller auf diesem Gebiete unterlegen sind. Freilich hat diese kritische Schärfe zugleich den Nachteil, daß man sich fragen muß, welchen Leserklassen das vorliegende Buch zu Danke geschrieben sein möchte; zu Danke in dem doppelten Sinne, daß sie es einerseits verstehen und doch anderseits billigen; auf Gebieten wie dem vorliegenden schließt das eine das andere beinahe aus. Denn das darf nicht verschwiegen werden: besonders tröstlich ist der Ausklang des Buches nicht gerade, es ergibt sich eigentlich, daß das Problem unlösbare Antinomien in sich birgt, daß der absolute Raum zwar völlig unbrauchbar für die Physik ist, daß er aber von ihren logischen Grundlagen aus in gewissem Sinne gefordert wird; daß der Raum zwar nach *Kant* eine Anschauungsform, also subjektiv ist, daß er aber — und auch wieder nach *Kant* — durch objektive Faktoren mitbestimmt ist; daß endlich der absolute Raum zwar vom formalen und allenfalls noch vom physikalischen Standpunkte aus ein einheitlich bestimmter Begriff ist, nicht aber mehr vom philosophischen Standpunkte aus. Zu welchem dieser möglichen Begriffe des absoluten Raumes man gelangt, das hängt von der Interpretation ab, die man dem aus dem physikalischen Raume geformten Weltbilde gibt. Und schließlich erweist sich die ganze, wenn auch noch so scharfsinnige und geistvolle Analyse und Synthese im Grunde doch als ein erkenntnistheoretischer Zirkel, der keinen Anfangspunkt und keinen Endpunkt hat, und bei dem man es sich genug sein lassen muß, ihn als geschlossenes Ganze zu betrachten und zu genießen.

Natürlich ist hier die Quintessenz des Problems ein wenig hart und übertrieben ausgedrückt; und es ist vielleicht am besten, ihr die Ausdrucksweise des Verfassers selbst an die Seite zu stellen; aus dem Vergleich wird sich dann schon ergeben, daß die Schlußkritik die gleiche ist; nur daß sich aus den Worten des Verfassers zugleich der interessante Gang der Untersuchung in seinen einzelnen Etappen erkennen läßt; und gerade das wird es rechtfertigen, daß dieser etwas umfangreiche Passus hier fast unverkürzt wiedergegeben wird.

Der Begriff des absoluten Raumes ist kein eindeutiger Begriff, sondern von dem Standpunkte abhängig, den man einnimmt; seine Theorie hat zu zeigen, in welchen Formen und Zusammenhängen der Begriff auftritt.

Sieht man vorläufig von den Hypothesen der Physik (Elektronentheorie usw.) ab, so erweist sich der Begriff des absoluten Raumes nicht als physikalisch brauchbar. Eine andere Frage aber ist es, ob der Begriff von der Theorie der logischen Grundlagen der Physik gefordert wird. Geht man von dem auf das phoronomische Relativitätsprinzip gegründeten und in sich widerspruchsfreien Weltbilde aus, so findet man, daß es einer Ergänzung bedarf, und zwar durch das Inertialsystem,

das mit dem absoluten Raume identisch ist unter den drei Bedingungen, daß man 1. auf dem erkenntnistheoretisch neutralen, 2. auf dem phoronomisch-dynamischen Standpunkte bleibt und 3. den Begriff des absoluten Raumes mit Hilfe des Neumannschen Körpers definiert; dieser phoronomisch-dynamische Raumbegriff wird also von den Grundlagen der Physik gefordert. Verläßt man ihn und legt dem Raume die Eigenschaft der Unabhängigkeit von den Dingen bei, so entsteht der physikalische absolute Raum; er charakterisiert die absolute Bewegung als einen Grenzfall der relativen. Gibt man auch noch den erkenntnistheoretisch neutralen Standpunkt auf, so entwickelt sich der philosophische Begriff des absoluten Raumes, der sich, wenn man den Raum überhaupt als eine Synthese aus subjektiven und objektiven Faktoren ansieht, auf den substantiellen Charakter eben dieser transzendenten Raumfaktoren stützt. Fügt man endlich die physikalischen Hypothesen der Elektronentheorie, des elektromagnetischen Weltbildes und der Identität des Äthers mit dem Raume hinzu, so gewinnt der absolute Raum für die Physik als solche Bedeutung, indem er die teils von philosophischen, teils von physikalischen, teils von ökonomischen Motiven geforderte Grundlage des umfassendsten und einheitlichsten physikalischen Weltbildes wird. Und von der metaphysischen Interpretation dieses Weltbildes wird es alsdann abhängen, zu welchem philosophischen Begriffe des absoluten Raumes sich dieser physikalische umformt; z. B. wird er bei Anerkennung transzendenter Realitäten identisch mit dem aus rein philosophischen Erörterungen hervorgehenden. Freilich erklärt die Relativitätstheorie, daß auch dieser Raumbegriff in der Physik keinen Platz hat. Nimmt man gar die empirische Existenz eines nichteuklidischen Raumes an, so wird der physikalische absolute Raum der Spielball aller möglichen metaphysischen Deutungen.

Dieser Bericht kann nicht ohne die Bemerkung abgeschlossen werden, daß das vorliegende Buch trotz des unbefriedigenden Ausgangs eine sehr gewinnbringende Lektüre bietet; und es ist so geschrieben, daß, bei aller Schwierigkeit der Denkopoperationen, doch der gebildete und opferwillige Naturforscher den Entwicklungen zu folgen vermag.

Felix Auerbach, Jena.

Haberlandt, G., Zur Physiologie der Zellteilung. Sitz.-Ber. der Kgl. Akad. d. Wiss., XVI. Berlin, 1913. S. 318—345.

Die auch in weiteren Kreisen bekannt gewordenen Untersuchungen über das Weiterleben und Wachstum von Geweben außerhalb des körperlichen Zellverbandes in künstlicher Kultur gingen aus von den Versuchen *Harrisons* (1907) über das Wachstum des zentralen Nervensystems von Froschembrionen in vitro. *A. Carrel* und *M. T. Burrows* (vide Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, 1912, V, 836, VI, 519) arbeiteten die Methode weiter aus, so daß es dann möglich wurde, „außerhalb des Organismus sowohl ausgewachsene als auch fötale Gewebe und Säugetiertumoren zu züchten“. Schon früher hatte man aber botanischerseits Ähnliches erreicht. 1902 berichtete *Haberlandt* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie über „Kulturversuche mit isolierten Pflanzenzellen“. Blattfragmente der Hochblätter von *Lamium purpureum* wurden in einen Tropfen Nährlösung (als Nährlösung dienten Wasserleitungswasser, Knosphe Lösung, ohne und mit Zusatz von Rohrzucker, ein- bis fünfprozentige Rohrzuckerlösung, Traubenzuckerlösungen, Glycerin, Asparagin und Pepton in wechselnden Konzentrationen) so lange zerzupft, bis isolierte Pallisaden und Schwammparenchymzellen vorlagen. Derartig präparierte und aufbewahrte

Zellen blieben in diffusum Tageslichte wochenlang am Leben, am längsten in Knopscher Lösung mit einem Prozent Rohrzucker. Auch ein Wachstum konnte zu meist festgestellt werden, insofern als die einzelnen Zellen das Vielfache ihres ursprünglichen Volumens erreichten. In manchen Fällen trat auch eine Verdickung der Zellmembran ein. Zellteilungen aber, deren physiologische Ursachen ja gerade durch diese Versuche gefunden werden sollten, Zellteilungen, wie sie andererseits isolierte tierische Gewebsteile in vitro ausgiebig gezeigt hatten, traten in diesen Versuchen von *Haberlandt* nicht ein. Damals stellte *Haberlandt* die Hypothese auf, daß vielleicht „Wuchsenzyme“ im Sinne von *Beyerinck* bei den Zellteilungen eine wesentliche Rolle spielen, „Solche Wuchsenzyme könnten in Vegetationsspitzen, Pollenschläuchen oder Embryosäcken enthalten sein. Wenn es gelänge, sie in geeigneter Weise auf isolierte vegetative Zellen einwirken zu lassen, so würde es möglicherweise zu den gewünschten Zellteilungen kommen.“ *Winkler* wies anlässlich einer Besprechung der *Haberlandtschen* Arbeit auf Kulturen pflanzlicher Gewebe in vitro hin, die er angestellt, aber bis jetzt nicht veröffentlicht hat. „Erstes Erfordernis — schreibt *Winkler* — für das Gelingen der Kulturversuche ist eine Methode, die es ermöglicht, die Zellen aus dem Gewebsverbande zu trennen, ohne sie zu beschädigen, und ohne allzu viele Reste anderer getöteter Zellen mit in die Kulturflüssigkeit hereinzubringen. Beides ist bei der Methode des Zerzupfens schwer zu vermeiden, kann aber so gut wie ganz ausgeschlossen werden bei der Methode, die ich anwendete, um die Schwammparenchymzellen von *Vicia Faba* zu isolieren — über die Methode soll später berichtet werden.“ (Ist nicht geschehen. D. Ref.) Es gelang *Winkler*, „die Wurzelparenchymzellen von *Vicia Faba* zu einigen Teilungen zu bringen, wenn der Nährlösung (Knop mit einem Prozent Rohrzucker) 0,002 % COSO_4 zugefügt wurde. Ohne diese Beigabe konnte bisher in den Zellen keine Teilung beobachtet werden, obwohl sie lange am Leben blieben“. *Winkler* glaubt auf Grund seiner Versuche die Hypothese von den Wuchsenzymen vorläufig ablehnen zu müssen. (*Bot. Ztg.* 1902, Bd. 60, II. Abt. 262.)

Haberlandt hat nun seine früheren Versuche über die physiologischen Bedingungen der Zellteilung wieder aufgenommen, jedoch jetzt mit einer anderen Methodik. Er arbeitete mit *Zellkomplexen*, mit Gewebestückchen der Kartoffelknolle. Es wurden aus Kartoffelstückchen mit Hilfe des Mikrotoms Plättchen von 0,25—0,5 mm Dicke hergestellt, deren Länge und Breite gewöhnlich zwischen 1—5 mm schwankte. „Die Plättchen bestanden aus ein bis zwei intakten Zellagen, stellenweise auch nur aus einer. Ein quadratisches Plättchen von 1 mm Seitenlänge und 0,25 mm Dicke setzte sich aus 100—150 Speicherzellen zusammen. Die Plättchen bestanden nicht immer aus Speichergewebe. Viele von ihnen waren in verschiedenen Richtungen von Gefäßbündelfragmenten durchzogen, und zwar entweder von zusammengesetzten Bündeln aus Leptom und Hadrom, oder nur von zarten Leptombündeln.“ — Am vorteilhaftesten erwies sich die Kultur auf dem schwach angefeuchteten Boden einer Petrischale ohne Filterpapier oder auf dem Objektträger, „eine Verpilzung tritt hier viel seltener ein; auch der schädigende Einfluß von Bakterien machte sich weniger bemerkbar“. Die Gewebestücke wurden dauernd in feuchter Atmosphäre gehalten, bei diffusum Tageslicht; Temperatur 18—21°, im Sommer etwas mehr. „Alle Versuche wurden mit vollkommen ausgewachsenen, reifen Kartoffelknollen durchgeführt. Aufgabe der Untersuchung war ja, festzustellen, unter welchen Bedingungen in kleinen Komplexen von Dauergewebszellen Teilungen eintreten.“

Es ergab sich bei den in dieser Weise angestellten Versuchen, daß Gewebsplättchen nur dann Zellteilungen aufwiesen, wenn sie ein Leitbündelfragment enthielten. Es genügte, wenn dieses Fragment aus Siebröhren mit ihren Geleitzellen bestand; und zwar mußten die Leptomstränge der Länge oder der Quere nach die Gewebsplättchen durchziehen, sollten Zellteilungen eintreten; Gewebsfragmente, die der Dicke nach von einem Leptomstrang durchsetzt wurden, starben ebenso ab wie Plättchen ohne jede Leitbahnfragmente.

Die leitbündelhaltigen Fragmente zeigten meist in ihrer ganzen Ausdehnung eine bräunliche Farbe. „Die genauere mikroskopische Untersuchung der gebräunten Gewebspartien ergab, daß in ihnen gewöhnlich, wenn auch nicht immer, eine mehr oder weniger weitgehende Auflösung der Stärkekörner eingetreten war. Die Plasmakörper zeigten, wenn die Zellen noch nicht geteilt waren oder überhaupt ungeteilt blieben, eine kräftige Ausbildung; von dem zentral gelagerten Zellkern aus strahlten zahlreiche Plasmafäden und Balken gegen den Wandbelag zu. In den meisten Fällen waren auch Zellteilungen eingetreten, und zwar um so zahlreicher, je näher die betreffenden Speicherzellen den Leptombündelchen lagen. Die neu aufgetretenen Zellwände waren meist parallel zur Schnittfläche orientiert und traten in beiden bzw. in allen drei Schichten der Plättchen auf. Dasselbe wandelt sich sonach an den betreffenden Stellen in seiner ganzen Dicke in ein Folgeraster um, das dann später wenigstens an der Oberfläche des Plättchens zu Wundkork wurde.“ Während Plättchen von ein bis zwei Zellagen, die keine Leitbündelfragmente besaßen, abstarben, „zeigten dickere Plättchen aus drei bis vier Zellagen bisweilen ein abweichendes Verhalten. Es kam zur Bräunung bzw. zur Verkorkung der vorgewölbten peripheren Zellwände, ohne daß in den betreffenden Plättchen Bündelfragmente vorhanden gewesen wären. Je größer diese bündellosen Gewebsfragmente waren, desto häufiger trat in ihnen auch eine teilweise Auflösung der Stärke ein. Sogar vereinzelte Zellteilungen waren manchmal zu beobachten.“ Diese Erscheinungen sind an größeren Gewebsstücken aus dem bündellosen zentralen Teile des Markes noch häufiger. — Ferner machte *Haberlandt* noch Versuche mit Gewebsstückchen aus einem knolligen grünen Seitensproß der Kartoffel. „Die der basalen Hälfte des Sprosses entnommenen Rindenwürfel mit rinden- und markständigen Leptombündeln wiesen auf allen Schnittflächen reichliche Zellteilungen auf. Auch ihre Markzellen waren geteilt. Die bündellosen Markwürfel dagegen ließen keine Zellteilungen erkennen. Die aus der Nähe des Stammscheitels herausgeschnittenen Würfel aus noch unangewachsenem Markgewebe wiesen auch dann Zellteilungen auf, wenn sie keine Leptombündel enthielten. Doch war die Anzahl der Teilungen eine weitaus geringere als in den Markzellen der Rindenwürfel. Der begünstigende Einfluß der Leitbündel auf den Eintritt der Zellteilungen macht sich demnach schon frühzeitig geltend.“ — *Haberlandt* konnte also feststellen, daß im allgemeinen zur Erhaltung der Vitalität kleiner isolierter Gewebstückchen und zur Anregung einer Zellteilung in vitro Leitbündelfragmente in den betreffenden Gewebsplättchen vorhanden sein müssen. Um zu beweisen, daß es tatsächlich die vorhandenen Leitbündel sind, unter deren Einflußzone ein Wachstum der Gewebsplättchen vor sich geht, „wurden unter dem Präpariermikroskop kleine rechteckige Plättchen von 2—4 mm Seitenlänge derart herausgeschnitten, daß auf einer Längsseite der Schnitt knapp neben einem längsverlaufenden Gefäßbündel geführt wurde. Auf dieser Seite waren also die Speicherzellen unmittelbare Nachbarzellen eines Bündels. Trotzdem waren nach acht Tagen in ihnen ebensowenig, wie

in den übrigen Zellen der Plättchen Teilungen zu beobachten. — Die große Mehrzahl der Zellen war tot.“ Es scheint also, daß in kleinen Gewebsfragmenten der Kartoffelknolle Zellteilungen nur dann erfolgen können, „wenn außer dem Wundreiz noch ein von den Leitbündeln ausgehender Reiz auf die betreffenden Zellen einwirkt“.

Welcher Art ist nun diese Reizung? Daß sie vom Leptom ausgehen muß, falls überhaupt ein solcher Reiz in Frage kommt, ist zweifellos, denn es ist für den Effekt gleich, ob die Leitbündel nur aus Leptom bestehen, oder ob es sich um ein vollständiges Gefäßbündel handelt. Um eine Ernährung von seiten der Siebröhren kann es sich auch nicht handeln, denn — meint *Haberlandt* — die Menge der in den engen Siebröhren enthaltenen Eiweißstoffe ist gegenüber den in den großen Speicherzellen abgelagerten stickstoffhaltigen Reservestoffen eine außerordentlich geringe. Es bleibt demnach nur die Annahme, daß es sich um eine spezifische Reizäußerung von seiten des Leptoms handelt. Da liegen dann wieder mehrere Möglichkeiten vor. Einmal könnte die Beeinflussung der Zellteilungen durch die Leitbündel eine indirekte sein, in der Art, daß eine durch Überreizung eingetretene Lähmung behoben, eine Hemmung beseitigt würde. Dieser Fall ist unwahrscheinlich, da selbst die peripheren Zellen dünner bündelloser Gewebsplättchen den starken Wundshock aushalten und kräftige Protoplasten entwickeln. Es bleibt so nur übrig, eine direkte Reizwirkung des Leptoms anzunehmen. Die Möglichkeit einer dynamischen Wirkung wird durch folgenden Versuch *Haberlandts* ausgeschaltet: „Bündellose Gewebsplättchen wurden auf ebenso große oder größere gelegt, die tangential aus dem Gefäßbündelring herausgeschnitten waren und demnach mehrere längs verlaufende Bündel enthielten. Um den Übertritt des hypothetischen Reizstoffes aus dem bündelhaltigen in das bündellose Plättchen zu ermöglichen, wurden die beiden Plättchen mittels einer dünnen zweiprozentigen Agar-schicht aneinandergeklebt.“ Nach einer Woche ergab die mikroskopische Kontrolle, „daß in mehreren, wenn auch nicht allen bündellosen Plättchen auf der der bündelführenden zugekehrten Seite einige Zellteilungen eingetreten waren.“ — Bei einigen anderen Versuchen wurden 0,5 mm dicke rechteckige Plättchen (2×3 mm) ohne Bündel mit zweiprozentigem Agar auf die frische Schnittfläche einer halbierten Kartoffel geklebt, und zwar so, daß die Plättchen auf den Bündelquerschnitten des Gefäßbündelrings lagen. Auch hier ergab nach einer Woche die mikroskopische Untersuchung, daß „auf den den Gefäßbündelquerschnitten zugekehrten Seiten der Plättchen in einzelnen peripheren Zellen tangential, zuweilen auch radiale Teilungen eingetreten waren“. Hiermit ist einmal bewiesen, daß an eine dynamische Beeinflussung nicht zu denken ist, zum anderen aber wahrscheinlich gemacht, daß ein Reizstoff in die bündellosen Plättchen hinüberdiffundieren muß, der die Teilungen in irgend einer Weise auslöst. Diese Reizstoffhypothese zieht *Haberlandt* auch heran zur Erklärung der Fälle, in denen leitbündellose Gewebsfragmente am Leben blieben und auch Teilungen eingingen. „Die Gefäßbündel, bzw. ihre Leptomteile bilden und scheiden nach dieser Auffassung einen Reizstoff aus, der, wenn noch ein Wundreiz hinzutritt, die Speicherzellen zur Teilung veranlaßt. — Die Speicherzellen enthalten ihn nur in geringen Mengen. In einem kleinen dünnen Gewebsplättchen ohne Leptombündel reicht nun die Menge des vorhandenen Reizstoffes nicht aus, um im Verein mit dem Wundreiz die Zellen zur Teilung zu zwingen. In bündelhaltigen Plättchen findet aber infolge der Verwundung eine vermehrte Bildung und Ausscheidung des Reizstoffes statt, so daß es schließlich,

wenigstens in den benachbarten Speicherzellen zur Teilung kommt. In größeren bündellosen Gewebestücken ist von vornherein eine größere Menge des Reizstoffes aufgespeichert. Die an die Wundflächen grenzenden Speicherzellen eignen sich den im ganzen Gewebestücke verteilten Reizstoff an, dessen Menge nun in den durch die Verwundung gereizten Zellen ausreicht, um den Teilungsvorgang auszulösen.“ *Haberlandt* läßt es dahingestellt sein, von welcher chemischen Natur der Reizstoff sein könnte. Er wäre seiner früheren und oben schon angeführten Auffassung gemäß vielleicht ein „Wuchsenzym“ oder aber ein Stoff, der den Hormonen des tierischen Körpers an die Seite zu stellen sei. *Fitting* hatte seinerzeit (Biolog. Centralbl. 1909) vorgeschlagen, den Begriff der Hormone in die pflanzliche Physiologie einzuführen. Er hatte in den ungekeimten Pollinien von Orchideen einen Reizstoff entdeckt, der, auf die Narbe gebracht, sofort Postflorationserscheinungen auslöst, ganz gleich, ob die betreffende Pflanze schon erblüht war oder schon wochenlang blühte. Diesen noch in seiner genaueren chemischen Zusammensetzung unbekannten, aber immerhin schon roh isolierten Stoff nannte *Fitting* ein pflanzliches Hormon. Wie weit nun der Begriff „Hormon“ für die Pflanzen überhaupt zu Recht befähigt, soll hier nicht diskutiert werden. Mit *Haberlandts* Arbeit ist die Frage einer inneren Sekretion der Pflanzen in Analogie zu der Lehre von der inneren Sekretion bei den Tieren wieder aktuell geworden.

Als Organe einer solchen „inneren Sekretion“ spricht *Haberlandt* die Geleitzellen an. „Ihre plasmareichen Geleitzellen mit ihren großen Zellkernen erinnern in mancher Hinsicht an den Bau pflanzlicher Sekretzellen und stellen möglicherweise die Stätten dar, in denen der fragliche Zellteilungsstoff und vielleicht auch andere Wachstumsenzyme oder Hormone gebildet werden. Diese würden dann durch die mit Plasmodesmen versehenen Tüpfelschließhäute in die Siebröhren hineingelangen, in denen ihre Weiterleitung auf große Entfernung hin stattfinden könnte. Da wir bis heutigentags über die Funktion der bei den Angiospermen so allgemein verbreiteten Geleitzellen des Leptoms und der sie vertretenden plasmareichen Zellenzüge bei den Pteridophyten und Gymnospermen nicht das geringste wissen, so ist die Annahme, daß wir in ihnen mit Organen der inneren Sekretion zu tun haben, schon von vornherein erwägenswert.“

Ernst Willy Schmidt, Marburg.

Kuckuck, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen.

10—13. (Sonderabdruck aus: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. V. Band. Abteilung Helgoland. Heft 3. Oldenburg i. Gr., 1912. 4^o.)

Die Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen, welche Prof. Dr. P. Kuckuck seit einer Reihe von Jahren herausgegeben hat, werden immer mit Freude von den Algologen begrüßt. Sie enthalten nämlich immer interessante Untersuchungen, die in ihrer Durchführung musterhaft sind. Die jetzt herausgegebenen vier neuen Beiträge schließen sich in dieser Hinsicht den früheren würdig an.

Nr. 10. *Neue Untersuchungen über Nemoderma Schousboe*. (Mit Taf. IV—VI und 18 Textfiguren.)

Die einzige bisher bekannte Art von dieser Algengattung wurde von *Schousboe* im Jahre 1828 an den Küsten Marokkos gesammelt und 1892 von Dr. E. Bornet genau untersucht. Das gesammelte Material war aber zu spärlich, um die Entwicklungsgeschichte der Alge sicher festzustellen, und Professor Kuckuck hat deshalb

mit der Unterstützung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen im Jahre 1901 eine Reise nach Marokko unternommen, um mehr Material an der bekannten Lokalität zu sammeln. Dies ist gelungen, und die Resultate der sorgfältigen Untersuchungen liegen also vor.

Nemoderma tingitana Schousboe bildet olivbräunliche oder schmutzig gelbliche, dem Felsen fest angeschmiegte und etwas schlüpfrige Krusten, die bei unregelmäßig lappigen Umrissen einen Durchmesser von 5—9 cm und eine Dicke von 1,5 mm erreichen können.

Die Basis wird von einem ursprünglich einschichtigen, durch spätere Teilungen mehrschichtigen, horizontalen Zellenlager, von welchem aufrechte, geradlinige, wenig verzweigte Fäden entspringen, gebildet. Diese Fäden wachsen getrennt voneinander und haben eine im oberen Teil etwas verbreiterte Spitzenzelle. Der Thallus wird von einem weißlichen Filz von epibasal sich teilenden Haaren, die in Bündeln wachsen, bedeckt.

Die Fortpflanzung dieser Alge, die früher nur unvollständig bekannt war, hat Verfasser ganz aufgeklärt. Es kommen Oogonien, Antheridien und Zoosporangien vor, die durch Umbildung der aufrechten Fäden entstehen, wo sie den oberen Teil einnehmen.

Durch wenige Quer- und Längsteilungen entsteht eine traubenförmige Ansammlung von wenigen, großzelligen Oogonienfächern und durch wiederholte Quer- und Längsteilungen entstehen vielzellige, traubenförmige Antheridienstände. Die Geschlechtsorgane und die Befruchtung zeigen große Ähnlichkeit mit der Befruchtung der Cutleriaceen. Große, birnenförmige Eier mit zwei Cilien kopulieren, nachdem sie zur Ruhe gekommen sind, mit kleinen, birnenförmigen, lebhaft herumschwimmenden Spermatozoiden.

Die Zoosporen werden in unilokulären Zoosporangien, die interkalär in den Fäden entstehen, gebildet und schlüpfen aus, indem die obere sterile Fadenpartie von der Kuppe des Sporangiums zuerst abgeworfen wird und die Membran dann quillt und berstet. Die Zoosporen sind den Eiern ähnlich gebaut, nur etwas kleiner.

Verfasser hat auch die Keimung studieren können und findet, daß ein irgend erheblicher Unterschied in der Keimung von befruchteten oder unbefruchteten Eiern und Zoosporen nicht besteht. Sehr bemerkenswert ist die regelmäßige Befruchtung der Eier bis zum 17. Mai, nach welchem Termin die Keimung stets parthenogenetisch erfolgte. Leider gelang es nicht, die jungen Pflanzen zur Fortpflanzungsreife zu bringen.

Im Abschnitt über die Physiologie und Biologie dieser Alge spricht Verfasser sich über die Bedeutung der Haarbildungen aus und findet die Bertholdsche Auffassung, daß sie Schutzvorrichtungen gegen direktes Sonnenlicht darstellen, nicht erschöpfend. Verfasser meint, daß die Haare auch für die Aufnahme der im Wasser absorbierten und für die Alge nötigen Gase, nämlich Kohlensäure für die Assimilation und Sauerstoff für die Atmung, eine wichtige Rolle zu spielen haben. Referent hat diese Frage schon (1897⁴) ausführlich erörtert und kommt zu dem Resultat, daß die Haare für die Gasdiffusion kaum von eingreifender Bedeutung sein können, da dieselbe überall sehr rasch durch die Membrane der Zellen stattfinden können, weil sie so stark wasserhaltig sind. Dagegen findet Referent (l. c. S. 39), daß die Bedeutung der Haarbildungen darin zu suchen ist, „daß sie aus dem Seewasser die für die Ernährung der Alge notwendigen mineralischen Stoffe aufnehmen,

⁴) N. Wille, Beiträge zur physiologischen Anatomie der Laminariaceen. (Universitetets Festskrift til H. M. Kong Oskar II Regjeringsjubilaum, Christiania 1897, S. 36—39.)

welche durch die Haare mehr direkt und schneller den Zellen des Leitungssystems zugeführt werden können, als auf dem beschwerlichen Wege durch die dickeren Zellwände des Assimilationssystems, welche der Diffusion größere Hindernisse entgegensetzen“. Die Lebensverhältnisse von *Nemoderma* scheinen mir auch für die Richtigkeit dieser letzten Auffassung zu sprechen.

Verfasser gibt sehr interessante Mitteilungen über die wechselnden Lebensverhältnisse der *Nemoderma* in der Tidenregion, wobei es sich zeigt, daß diese Alge zu den widerstandsfähigsten Meeresalgen, die wir überhaupt kennen, gehört. Die Bildung der Fortpflanzungsorgane tritt rhythmisch ein, anscheinend im Zusammenhang mit den Springtiden. Seitdem Verfasser seine erst jetzt veröffentlichten Untersuchungen in Tanger machte, ist die Periodizität gewisser Meeresalgen auch von anderen Forschern beobachtet worden.

Es ist schwer, sich über die systematische Stellung dieser Alge auszusprechen. Die Fortpflanzungsorgane sind denen der Cutleriaceen sehr ähnlich; der vegetative Bau entspricht aber durchaus demjenigen anderer Myrionemaceen, und Verfasser beläßt deshalb bis auf weiteres die Alge dort.

Nr. 11. Zur Fortpflanzung der *Phaeosporcen*.

(Mit Taf. VII, VIII und 4 Textfiguren.)

Verfasser wird bald ein eigenes Buch unter dem Titel „Die Phaeosporcen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fortpflanzung“ herausgeben, gibt jedoch hier eine vorläufige, aber eingehende Darstellung der Befruchtung bei einer Anzahl von Phaeosporcen.

Verfasser fängt mit *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb. an, bei welcher Alge die Kopulation der Schwärmer schon von Berthold beobachtet wurde, und beschreibt eingehend diese Kopulation.

Referent kann nicht umhin, in dieser Verbindung hervorzuheben, daß es gewiß praktisch wäre, eine schärfere Begriffsbegrenzung betreffend Ei und Gameten aufzustellen. Nach Referenten wären alle mit Cilien versehenen weiblichen und männlichen Geschlechtszellen als Gameten und nur die ohne Cilien als Ei zu bezeichnen. Wenn eine Geschlechtsdifferenz bei den Gameten, wie z. B. bei *Nemoderma*, auftritt, wäre von weiblichen und männlichen Gameten zu reden. Bei *Ectocarpus siliculosus* wurden also zur Ruhe gekommene weibliche Gameten von beweglichen männlichen Gameten befruchtet.

Bei *Scytosiphon lomentarius* (Lyngb.) Ag. hat auch Berthold zuerst die Befruchtung beobachtet; dies wurde vom Verfasser bestätigt, und er gibt noch einige weitere Einzelheiten, betreffend die seltene Befruchtung und die gewöhnliche parthenogenetische Keimung der Gameten bei dieser Art.

Verfasser hat *Phyllitis zosterifolia* Reinke, die vorher nur aus dem Norden bekannt war, bei Rovigno 1904 gefunden und vereinzelte die Kopulation der Gameten nachgewiesen. Diese Alge verhält sich wie *Scytosiphon lomentarius*, bei dem es auch nur unter besonderen Umständen, die uns nicht näher bekannt sind, zur Kopulation der Gameten kommt.

Stictyosiphon tortilis (Rupr.) Rke ist eine nordische Alge, von den nordatlantischen Küsten, vom Eismeer bis zu den britischen Küsten und außerdem aus dem Ochotskischen Meere bekannt. Von Wichtigkeit ist der schon von Reinke geführte Nachweis, daß die vermeintlichen unilokulären Sporangien in Wirklichkeit plurilokulär sind. Der Geschlechtsakt wurde vom Verfasser schon 1897 beobachtet und vollzieht sich ganz wie bei den früher besprochenen Phaeosporcen.

Sehr eingehend wird die Lebensgeschichte von *Lithoderma fatiscens* Aresch. besprochen. Diese krustenförmige Alge kommt bei Helgoland massenhaft vor. Der

Zuwachs der Krusten in horizontaler Richtung erfolgt durch Randzellen, das Dickenwachstum beginnt damit, daß das junge, noch einschichtige Lager durch horizontale, dem Substrat parallele Wände zweischichtig wird. Ein prinzipieller Unterschied im Wachstum zwischen *Lithoderma* und *Ralfsia*, wie Kjellman und nach ihm De Toni annimmt, ist nicht vorhanden.

Die Fortpflanzungszeit fällt in die Monate Dezember, Januar und Februar. Die Entwicklung der unilokulären Zoosporangien bietet keine Besonderheiten; die Entleerung der plurilokulären Gametangien erfolgt aber nicht durch eine gemeinsame Öffnung an der Spitze und Verquellen der Fachwandungen, sondern die Gameten verlassen einzeln ihre Fächer durch schlitzförmige, unterhalb der oberen Wand entstehende Öffnungen. Weder an Größe, noch Gestalt zeigen die Gameten irgendwelche Abweichungen von dem normalen Bau der Phaeosporcen-schwärmer; die Größenunterschiede können aber recht erheblich sein; eine Trennung der Geschlechter nach Individuen ist nicht vorhanden.

Die Verschmelzung der Kerne erfolgt bei den Zygoten von *Lithoderma* erst nach zwei bis mehreren Tagen. Keimungsstadien der Zygoten werden abgebildet; wie die Chromosomenreduktion vor sich geht, ist aber noch nicht festgestellt.

Weiter gibt Verfasser kurze Mitteilungen über die Fortpflanzung folgender Phaeosporcen: *Ectocarpus granulosus* (E. B.) Ag., *Castagnea Griffithsiana* (Grev.) Ag., *Myriotrichia*-Arten, *Asperococcus*-Arten, *Punctaria*-Arten, *Dictyosiphon foeniculaceus* (Huds.) Grev., *Sphaecularia olivacea* Pringsh., *Chaetopteris plumosa* (Lyngb.) Kütz., *Cladostephus verticillatus* (Lightf.) Ag. und *Tilopteris Mertensiae* (Smith) Kütz. Genaue Abbildungen der Schwärmer dieser Algen werden gegeben.

Die von Drews angegebene Kopulation der Schwärmer bei *Laminaria* wird vom Verfasser als unrichtig bezeichnet; auch die Mitteilungen über die Keimung der Sporen müssen auf Irrtum beruhen. Verfasser wird später darauf zurückkommen.

Nr. 12. Über *Platoma Bairdii* (Farl.) Kck.

(Mit Taf. X, XI und 17 Textfiguren.)

Diese interessante Rotalge ist zuerst in Massachusetts an der amerikanischen Küste, später bei Helgoland und an der englischen Ostküste gefunden.

Der vegetative Aufbau der Alge wird genau erörtert und stimmt in den Hauptzügen mit dem Aufbau der Gattung *Nemastoma* überein. Der zentrale Teil wird von einem Bündel parallel verlaufender Fäden eingenommen, deren langgestreckte Zellen, wo sie oberflächlich liegen, in ihrer Mitte je ein nach außen gerichtetes Büschel tragen. Das strangförmige Zentralbündel wird so von einem Mantel perlschnurförmiger, verzweigter und durch Gallerte verbundener Zellfäden umgeben, deren Längsachse senkrecht zur Längsachse des Thallus steht.

Der Thallus ist unregelmäßig, seitlich oder scheinbar gabelig verzweigt. Wie diese Verzweigungen zustande kommen, wird ausführlich dargelegt. Ungeschlechtliche Vermehrung findet statt durch Tetrasporen, die sich meistens auf besonderen Pflanzen, oder auch gar nicht selten mit den Karpogonen und Zystokarprien zusammen auf demselben Individuum sich finden. Sie entstehen in den Zweigbüscheln nahe der Peripherie durch Umwandlung einer jungen Aussprossung.

Die geschlechtliche Fortpflanzung hat Verfasser genau studiert. Der Karpogonast sitzt einer Zweigzelle der peripherischen Büschel direkt oder durch Vermittlung einiger (bis 5) steriler Zellen auf; er ist anfangs zweizellig, später dreizellig, da die äußere, das Trichogyn tragende Zelle sich nochmals horizontal teilt.

Antheridien sind aber nicht beobachtet.

Die Karpogoneizelle treibt also parthenogenetisch ihre Ooblastemfäden aus, die sich mit den Auxiliarzellen vereinigen und dann in gewöhnlicher Weise die Karposporenhäufen bilden. Das Verhalten der Kerne bestätigt *Oltmanns* Beobachtungen. In den Auxiliarzellen finden also keine Verschmelzungen von Kernen statt.

Als „Prosopie“ bezeichnet Verfasser eine eigentümliche Erscheinung, die zuerst bei der Phaeosporacee *Pogotrichum filiforme* beobachtet wurde. „Ihr Wesen liegt in der frühzeitigen Fertilisierung der jungen Pflanze, ehe sie noch zu der für sie charakteristischen und für ihre systematische Stellung ausschlaggebenden vegetativen Ausbildung hat vordringen können.“

Bei *Platoma Bairdii* fand Verfasser einen vollkommenen Parallelismus mit *Pogotrichum*; es bilden sich kreuzförmig geteilte Sporangien, die sich stellenweise sorusartig zusammendrängen können, auf den Basalkrusten der Alge, zwischen den jungen hervorsprossenden, aber auch zwischen älteren aufrechten Trieben.

Verfasser meint, daß die Aufgabe der krustenförmigen Basalscheibe nicht nur bei den Phaeosporaceen, sondern auch bei den Florideen mit ihrer Funktion als Haftorgan nicht erschöpft ist und knüpft daran einige Betrachtungen über den Generationswechsel der Pflanzen. Referent kann sich ganz entschieden der Auffassung anschließen, daß der Generationswechsel der Florideen und der Phaeosporaceen eine diesen Nebenreihen eigene Art von Generationswechsel repräsentiere, welche gar nichts mit dem Generationswechsel in der grünen Hauptreihe der Pflanzen zu tun hat.

Nr. 13. Untersuchungen über *Chrysomenia*.

(Mit Taf. XII, XIII und 7 Textfiguren.)

Verfasser hat die drei wenig bekannten Arten: *Chrysomenia microphysa* Hauck, *Chrysomenia uvaria* (Wulf) J. Ag. und *Chrysomenia ventricosa* (Lamour.) J. Ag., die bei Rovigno vorkommen, einer genauen Untersuchung unterworfen. Der vegetative Aufbau und die Bildung der Vermehrungsorgane dieser Algen werden genau geschildert und durch ausgezeichnete Abbildungen illustriert. Zuletzt macht Verfasser einige Bemerkungen über die Systematik der Rhodymeniaceen, die wohl in gewissen Punkten eine Revision nötig haben könnten.

Auf alle für den speziellen Algologen interessante Einzelheiten, die in diesen ausgezeichneten Beiträgen enthalten sind, einzugehen, würde hier zu weit führen. Ich habe deshalb nur ein kurzes Referat der Hauptergebnisse mitgeteilt.

N. Wille, Christiania.

Astronomische Mitteilungen.

Beobachtung und Untersuchung eines niedergefallenen Meteors ist nach Mitteilung in den *Annalen der Kaiserlich japanischen Universität Kyoto* (Band V, Nr. 1) mit besonderer Gründlichkeit in Japan durchgeführt worden. Von mehreren Beobachtern wurde das Meteor als weißglühende Masse herunterfallend wahrgenommen, und beim Ausgraben des Meteorsteins aus $\frac{3}{4}$ m Tiefe im Boden zeigte sich ein in die Länge gezogener Eisenblock. Von besonderem Interesse war die chemische Untersuchung der dem Meteorstein entnommenen Proben. Sie ergab Nickeleisen zu fast 99 Prozent, und im übrigen Kobalt, Phosphor und Kupferspuren. Man hat es daher mit einem Eisenmeteoriten zu tun, während sich fast ebenso häufig auch Steinmeteoriten vorfinden, die hauptsächlich aus Kieselsäure und Ton bestehen.

Über die elliptische Form der Scheibe des ersten Jupitermondes macht in den *Astronomischen Nachrichten*

Nr. 4670 *William H. Pickering* sehr beachtenswerte Mitteilungen, die gegenwärtig bei dem stark südlichen Stande des Planeten Jupiter (Abstand vom Himmelsäquator — $23\frac{1}{2}$ Grad) besonders für die Astronomen auf den Sternwarten der südlichen Erdhalbkugel bestimmt sind. Es wird darauf hingewiesen, daß die Abplattung des ersten Jupitersatelliten nur bei ganz ausgezeichneten Luft- und Abbildungsverhältnissen im Fernrohr erkannt werden kann.

Eine endgültige Bahnbestimmung des Kometen 1907 I, der von dem Astronomen *Giacobini* auf der Nizzaer Sternwarte entdeckt wurde und nur ein schwacher teleskopischer Komet geblieben ist, liegt von *Dubrowsky* und *Numerow* aus Petersburg in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4671 vor. Als definitives Elementensystem, durch das die Darstellung der Kometenörter am besten sich vollzieht, folgt ein hyperbolisches.

Über Entdeckungen im Jahre 1912 berichtet die Zeitschrift *Sirius* im achten Heft (Augustnummer). An Planetoiden wurden 1912 im ganzen 79 neu aufgefunden; von Kometen sind im vergangenen Jahre nur 3 entdeckt worden gegen 6 im Jahre 1911. Der Komet 1912a wurde von *Gale* als Nebelfleck der sechsten Größenklasse mit sternartiger Verdichtung und mit zwei Schweifen aufgefunden; den Kometen 1912b entdeckte *Schaumasse* in Nizza als rundlichen Nebel von der elften Größenklasse und den Kometen 1912c *Borelly* in Marseille ebenfalls als teleskopisches Objekt von der zehnten Helligkeitsstufe. Von besonderem Interesse ist es, daß sich der Komet 1912b nach den Berechnungen von *Fayet* als identisch mit dem periodischen Kometen *Tuttle* erwies, der erst zu Beginn dieses Jahres in die Sonnennähe kommen sollte. Die genauen Störungsrechnungen haben aber gezeigt, daß die Umlaufzeit dieses Tuttle'schen Kometen durch die Einwirkung des großen Planeten Jupiter ungefähr um zwei Monate verkürzt worden ist.

Von den in enger Beziehung zu den Kometen stehenden Meteoren, die zumeist als Auflösungsprodukte der ersten in Kometenbahnen einhergehen, ist zu berichten, daß der im Mai ziemlich regelmäßig auftretende Meteor-schwarm der „Aquariden“ sich nach den neuesten Berechnungen von *Olivier* tatsächlich in der Bahn des Halleyschen Kometen bewegt.

Aus den Beobachtungen der Sonnenflecken läßt sich folgern, daß auch im verflossenen Jahre 1912 noch das Minimum der in etwa elf Jahren sich vollziehenden Periode der Fleckenbildung vorhanden war. Es wurden 1912 im ganzen 250 fleckenfreie Tage auf der Sonne wahrgenommen, während 1911 nur 186 solcher Tage vorhanden waren. Nach Professor *Hale* von der Mount-Wilson-Sternwarte in Nordamerika kann man sich die Entstehung der Sonnenflecken, die vielfach auch als Wirbelbewegungen auf der Sonne erklärt werden, noch folgendermaßen vorstellen: Durch eruptive Kräfte kommt aus dem Innern der Sonne nach der Photosphäre hin eine aufwärts gerichtete Bewegung der Gase zustande. Die Gase dehnen sich aus, kühlen sich dadurch ab und bilden die dunkleren Fleckengebilde.

Vom Planeten Mars liegen neuere Beobachtungen seiner Oberfläche vor, die auf der Sternwarte Stockholm von Professor *Bohlin* in sorgfältiger Weise angestellt und durch vortreffliche Zeichnungen erläutert sind. Bei einer Vergrößerung von nur 200 mal ergaben sich im Stockholmer Refraktor bei besonders ruhiger Luft im Jahre 1911, als der Planet Mars bei seiner Opposition im November der Erde bis auf etwa 70 Millionen Kilometer nahe kam, die deutlichsten Bilder der Marsoberfläche mit den feinen Einzelheiten der Kanäle und Oasen. Es gelang Professor *Bohlin* nach den Berichten der Stockholmer Sternwarte (Band 9, Nr. 6), im ganzen 40 vortreffliche Zeichnungen zu erhalten, die sich über die ge-

samte Planetenoberfläche erstrecken, aber keine Verdoppelung der Kanäle erkennen lassen.

Zwei Finsternisse werden im Monat September d. J. stattfinden, ohne jedoch in Deutschland sichtbar zu sein. In der Nacht vom 14. zum 15. September tritt zur Vollmondsphase eine totale Mondfinsternis ein, die u. a. in Nordamerika, Asien und Australien beobachtet werden kann. Am 29. September ereignet sich zur Neumondsphase eine partielle Sonnenfinsternis, wobei die Scheibe der Sonne über $\frac{3}{4}$ verfinstert wird. Diese Himmelserscheinung kann u. a. in Südafrika (im östlichen Teil) und auf der Insel Madagaskar besonders gut beobachtet werden.

Neue Beobachtungen der Venusoberfläche teilt in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4673 Max Valier mit, die er an kleineren Refraktoren (Objektivöffnung 99 und 75 mm oder $3\frac{3}{4}$ und $2\frac{1}{2}$ Zoll), aber bei ausgezeichneten Luftverhältnissen in Bozen in den ersten Monaten dieses Jahres erhalten hat. Es zeigten sich deutlich matte Flecken und zugleich verschiedene Lichtstärken der Gebilde am nördlichen oder südlichen Pole der Venus, von denen die ersteren heller waren. Auf den nach den Fernrohrbeobachtungen angestellten Zeichnungen erkennt man ferner deutlich ein Übergreifen der Hörner über 180° bei der Sichelphase der Venus, bekanntlich eine Folge der starken Strahlenbrechung in der Venusatmosphäre. Auch sonst hat M. Valier Erscheinungen am Planeten Venus wahrgenommen, die sich am einfachsten durch das Auftreten von Dämmerungsprozessen auf jenem Gestirn erklären lassen, das eine im Vergleich zur irdischen viel dichtere Atmosphäre besitzen dürfte. A. Marcuse.

Botanische Mitteilungen.

(Die sog. chromatisc]Adaptation bei Algen.)

Engelmann hat im Jahre 1883 auf Grund seiner Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Lichtabsorption und Assimilation bei verschiedenen gefärbten Algen den Satz aufgestellt, daß die zur jeweiligen Farbe der Algen komplementären Lichtarten die stärkste Assimilation bedingen. Damit glaubte er eine Erklärung für die Verteilung der verschieden gefärbten Algen in verschiedene Meerestiefen gefunden zu haben. Denn während die grünen Algen an der Oberfläche und ihr nahe dominieren, finden sich tiefer zunächst die braunen, dann braunrote und endlich rote ein. Engelmanns Theorie entsprechend müßten sich die roten Algen in ihrer tiefen Lage in Vorteil befinden vor den grünen, weil das Wasser schon in geringer Tiefe grün erscheint, die grünen Strahlen dort also größere Energie besitzen, am energischsten assimilatorisch aber in den roten Zellen wirken. Es müßten demnach die roten Farben der tiefen Formen, wie die grünen der oberflächlicheren, vorzüglich zweckentsprechende Anpassungen sein für den Kampf ums Dasein. Es lag nahe, zu untersuchen, ob diese Verhältnisse sich nicht auch jetzt noch als beeinflussbar, also unmittelbar form- (resp. farb-) bildend sich erweisen ließen. Es untersuchte deshalb Gaidukov (1902) die Farbveränderungen, denen die zu den sogenannten blaugrünen Algen gehörigen Oscillarien in verschiedenen Lichtarten sich unterzogen. Dabei ergab sich z. B. für eine normal grauviolette *Oscillaria sancta* im roten Licht der Erwerb grüner, im gelbbraunen Licht blaugrüner, im blauen braungelber, kurz also dem Bestrahlungslicht komplementärer Färbung. Diese experimentelle Erzeugung zweckentsprechender Farben, respektive zweckmäßige Änderung, nannten Engelmann und Gaidukov komplementäre chromatisc]e Adaptation. Übrigens zeitigten

Gaidukovs Untersuchungen noch das weitere Ergebnis, daß derart ungezüchtete Objekte in weißem Licht die erworbene Farbe behielten und weiter vererbten.

Es haben aber neben einigen bestätigenden Beobachtungen sich eine ganze Reihe von der Theorie der chromatisc]en Adaptation widersprechenden Daten herausgestellt. Diese lassen vermuten, daß nicht die Bestrahlung mit verschiedenen Lichtfarben, sondern die Lichtintensität sowie veränderte Ernährungsverhältnisse an veränderten Standorten die Entscheidung über die Färbung der Objekte fällten. Einige neuere Arbeiten suchen systematisch die Frage zu lösen.

Zunächst hat Heilbronn (*Annal. Inst. Océan.* 1912) die als plastisch bekannte Rotalge *Sphaerococcus coronopifolius* in verschiedenen Tiefen im Meere kultiviert und kontrolliert (10, 40 und 82,5 m), außerdem im Aquarium mit bunten Glasscheiben. Die Resultate lassen keinen Schluß auf das Vorhandensein chromatisc]er Adaptation bei dieser Pflanze zu. Sie besitzt wohl die Fähigkeit, sich in der Färbung zu ändern, aber diese Veränderung bewegt sich im gesunden Zustand nur in den Grenzen von hellerem und dunklerem Rot. Wohl waren gewisse morphologische Änderungen (Verdickung und Rosettenbildung in großer Tiefe) wahrnehmbar.

Sodann hat Boresch (1910, ausführlich 1913, *Jahrb. f. wiss. Bot.*) die Färbung der Cyanophyceen studiert (besonders *Phormidium corium*). Diese wird hervorgerufen einerseits durch Spezies-eigentümlichkeiten, andererseits wohl durch Lichtverhältnisse verschiedener Art, z. B. die Intensität (Nadson, 1908), aber offenbar auch durch die Zusammensetzung des Nährsubstrates. Viele Spezies von blaugrüner Farbe wurden bei Kultur in Nährlösung allmählich gelbbraun, bei Zugabe von Nitraten zur Lösung tritt die frühere Farbe wieder ein. Dabei beruht der Farbumschlag von Grün nach Braun auf einem Abbau des (grünen) Chlorophylls und des (die bläuliche Nüancierung bewirkenden) Phycocyanins, so daß zurückblieb nur das (im Pflanzenreich oft mit Chlorophyll vereint auftretende, aber dann meist nur bei Zersetzung erkennbare) Karotin, dies bestimmt die gelbbraune Färbung. Bei Nitratzugabe findet wiederum Anreicherung der beiden ersten Farbstoffe statt. Statt der Nitrate können aber sicher auch Ammoniumsalze und organische Stickstoffverbindungen dienen. Das Wiedergelbwerden (die Neubildung von Phycocyanin und Chlorophyll) bei Stickstoffzuführung erfolgt auch im Dunkeln, doch ist die Intensität des Grüns an im Licht ergrünten Objekten etwas größer. Ebenso bleibt die grüne Färbung zurück, wenn die Kultur in sauerstoffarmen Räume stattfindet, sie tritt dann auch nur bei Lichtzutritt ein. Jedes Salz, das das Ergrünen möglich macht, tut dies nur bei einem mittleren Temperaturgrad (ca. 20°) und nur in bestimmter Konzentration. Bei höherer tritt Hemmung des Ergrünes ein, ebenso wird bei 30° in einigen Fällen die Giftwirkung stärker. Hieraus ergibt sich, daß bei den geprüften Cyanophyceen, zu denen sich in dieser Beziehung auch noch einige Grünalgen stellen lassen, die Bildung und Anhäufung des Chlorophyllbestandes vom Vorhandensein einer disponiblen Stickstoffverbindung abhängt.

Diese Untersuchungen haben nun sogar schon eine Bestätigung erfahren durch B. Schindler (1912 mit W. Magnus in *Ber. d. Bot. Ges.* 1913, ausführlich, *Zeitschrift f. Bot.*). Wiederum sind Farbänderungen im Sinne der Gaidukovschen Angaben an einer Reihe kultivierter Oscillarien nicht zu finden gewesen, wohl aber besitzen diese mannigfaltige Farbveränderungen (z. B. dunkelviolet, rotbraun, braun, gelb bei derselben Form), die im gewöhnlichen Lichte auftreten. Sie beruhen, im Einklang mit Boreschs Funden, auf dem wechselnden Grad des Stickstoffgehalts im Substrat. Daß die Inten-

sität des Lichts den Farbwechsel (das Ergrünen) beeinflusst, hat sich gleichfalls bestätigen lassen. Es ist trotz der sich so entschieden deckenden Angaben nicht ohne Bedeutung, daß die chromatische Adaptation nunmehr von zwei unabhängig und fast gleichzeitig arbeitenden Autoren sich für identische Objekte hat widerlegen lassen. Die Rolle der Gaidukovschen Theorie für diese Pflanzen dürfte damit ausgespielt sein. *Gaidukov* hat die Kulturen seinerzeit nicht fehlerfrei genug angestellt.

F. T.

Kleine Mitteilungen.

In dem *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik* (5. Band, 1. Heft, Juli 1913), veröffentlicht Dr. *Gottfried Brückner* Beiträge zu einer **Biographie des Marchese Alfonso Corti**, über den man in den üblichen Quellenwerken vergeblich nach biographischen Mitteilungen sucht. Über den berühmten Entdecker des nach ihm benannten Organes enthalten sie auch nicht die kleinste Notiz, so daß z. B. im Jahre 1901, als das 50jährige Jubiläum des Augenspiegels gefeiert wurde, niemand darauf hingewiesen hat, daß man in demselben Jahre auch das 50jährige Jubiläum der Entdeckung des Cortischen Organes hätte feiern können. — Am 30. Juni 1851 erschien im zweiten Heft der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie *Cortis* bedeutendste Arbeit: *Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères*. *Joseph Hyrtl*, dessen Prosektor *Corti* während seines Aufenthaltes in Wien 1846/47 war, schreibt darüber: „Mein ehemaliger Prosektor *Marchese Alfonso Corti* hat das Verdienst, eine sehr sorgfältige und genaue mikroskopische Untersuchung über den Bau der lamina spiralis ossea und membranacea sowie der Nerven und Gefäße derselben vorgenommen zu haben, deren überraschende Ergebnisse allen späteren einschlägigen Untersuchungen zum Ausgangspunkt dienten.“ *A. Kölliker* konnte die Angaben *Cortis* bestätigen, und von ihm stammt die Bezeichnung „Cortisches Organ“. —

Marchese Alfonso Corti wurde in Gambarana im ehemaligen Königreich Sardinien am 15. Juni 1822 geboren. Er studierte in Pavia Philosophie und Medizin und beendigte seine medizinischen Studien an der Universität Wien, wo er sich im Studienjahre 1846/47 als cand. med. immatrikulierte. Wie lange *Corti* nach seiner Promotion noch in Wien verblieben ist, läßt sich nicht feststellen. Im Jahre 1852 lebte er in Turin, wo er gemeinsam mit dem Direktor des Zoologischen Museums der Universität anatomisch arbeitete. So machten sie anatomische Studien an einem durch Asphyxie mit Kohlensäure getöteten Elefanten, über deren histologische Ergebnisse *Kölliker* in seiner Zeitschrift im Jahrgange 1854 berichtet hat. Im Jahre 1855 zog sich *Corti* in seine Villa in der Nähe von Casteggio (Provinz Pavia) zurück. Dieses Jahr, schreibt *Brückner*, ist zugleich das Ende von *Cortis* Tätigkeit auf dem Gebiete der Anatomie, wenigstens ist er auf diesem Gebiete nicht mehr literarisch hervorgetreten. Sein Hauptinteresse galt von nun an dem Weinbau und zwar widmete er sich ihm mit solchem Eifer und Verständnis, daß er in der ganzen Gegend der Colli di Casteggio darin als Autorität galt. *Alfonso Corti* starb im 55. Lebensjahre am 2. Oktober 1876. (Sein Bruder, der Mathematiker *Marchese Luigi Corti* (1823—1888), war im Jahre 1878 Minister des Äußeren, hierauf Botschafter in Konstantinopel, alsdann italienischer Bevollmächtigter in Berlin.)

B.

Beschädigung von Rohrleitungen durch Erdströme. Erdströme sind elektrische Ströme, die ihren Weg in der Erde nehmen und durch ihre die Metalle zersetzende Wirkung eine große Gefahr für alle in der Erde ver-

legten metallischen Leitungen, wie Gas- und Wasserrohren, elektrische Kabel u. a., bilden. Diese Ströme sind daher seit einer Reihe von Jahren von den an der Frage interessierten technischen Kreisen gründlich untersucht worden, so hat der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern bereits vor 15 Jahren eine besondere Kommission hierfür eingesetzt, die zur Klärung dieser schwierigen technischen Frage in hohem Grade beigetragen hat. Die Quellen der Erdströme sind teils die Erde selbst, die durch Veränderungen ihres magnetischen Zustandes oder infolge von Reibungen in den atmosphärischen Schichten elektromagnetische Kräfte erzeugt, teils die zahlreichen elektrischen Anlagen, deren Stromleiter absichtlich oder unabsichtlich die Erde berühren, teils die in der Erde verlegten metallischen Leitungen oder sonstigen technischen Konstruktionkörper, die bei der Berührung mit der Erde elektrische Spannungsunterschiede aufweisen. Am meisten kommen die Erdströme elektrischer Gleichstrombahnen, deren Schienen als Stromleitung benutzt werden, bei der Zerstörung von Rohrleitungen in Betracht. Zum Schutze gegen diese Ströme wurden von der „Vereinigten Erdstromkommission“, die sich aus Vertretern des Gas- und Wasserfaches, des elektrischen Faches und des Straßenbahnwesens zusammensetzte, Vorschriften für die Schienenanlage solcher Bahnen ausgearbeitet.

Die hierzu erforderlichen Untersuchungen und Messungen werden von Diplomingenieur *F. Besig* im *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* 1913, S. 49 ff. eingehend besprochen. Der Angriff der Rohrleitungen erfolgt beim Übergang des Stromes zwischen Rohr und Erde, bemerkenswerterweise aber nur beim Stromaustritt aus dem Rohr und nicht beim Eintritt. Die Menge des zerstörten Materials hängt von der an der betreffenden Stelle übergehenden Strommenge und von den besonderen elektrochemischen Eigenschaften des Rohrmaterials ab. Die „Gefährdung“ des Rohres läßt sich durch die Dicke der in der Zeiteinheit weggefressenen Schicht ausdrücken; diese ist der auf die Einheit der Übergangsfläche bezogenen Stromstärke, der Stromdichte, proportional. Bei einer Stromdichte von einem tausendstel Ampere pro Quadratdezimeter Übergangsfläche am Rohr würden so z. B. in einem Jahre von einem Eisenrohr ca. 0,10 mm und von einem Bleirohr ca. 0,25 mm weggefressen werden, vorausgesetzt, daß sich der Stromaustritt gleichmäßig auf der ganzen Fläche verteilt. Infolge der geringen Homogenität des Erdbodens und teilweise auch des Röhrenmaterials einerseits und infolge der wenig regelmäßigen Gestaltung der gebräuchlichen Rohrschutzmittel, wie Anstriche und Umwicklung, andererseits drängt sich jedoch der Stromaustritt häufig auf kleine Flächen zusammen, wodurch sich die Stromdichte und der Angriff auf das Rohrmaterial unter Umständen auf ein Vielfaches der oben angegebenen Werte steigern. So kommt es, daß die Lebensdauer unserer Rohrleitungen bei den gebräuchlichen Wandstärken schon bei Stromdichten von wenigen zehntausendstel Ampere sehr verkürzt werden kann. Die tatsächlichen Verhältnisse lassen sich gewöhnlich nicht rechnerisch verfolgen und müssen daher mit Hilfe von Messungen ausfindig gemacht werden. Die Durchführung dieser Messungen, die sich oft recht schwierig gestalten, erfordert viel Erfahrung und Übung.

Die Maßnahmen zum Schutze der Rohrleitungen gegen die Erdströme bezwecken, den Übergang der Ströme zwischen Rohr und Erde oder die Ströme selbst zu verhüten bzw. auf ein erträgliches Maß herabzusetzen. Die Durchführung solcher Maßnahmen ist oft mit großen Kosten verbunden und daher häufig in der Anwendung beschränkt. Da die bisher zur Verminderung des Stromüberganges zwischen Röhren und Erde vorgeschlagenen

Maßnahmen, Umhüllen der Röhren mit Isolierstoffen, Einbau isolierender Flanschen usw., keinen vollen Erfolg gezeigt haben, sind im allgemeinen die Maßnahmen mehr zu empfehlen, die eine möglichst hohe Leitfähigkeit der Schienen und eine zweckmäßige Stromführung in den Gleisen sowie möglichst hohe Übergangswiderstände zwischen Schienen und Erde durch geeignete, gut entwässerte Schienenbettung erstreben. Die wichtigsten Schutzmaßnahmen und die verschiedenen Meßmethoden werden in der Arbeit an der Hand zahlreicher Abbildungen und Diagramme eingehend besprochen. S.

An den **Larven der Steckmücke** (*Culex nemorosus*) hat C. v. Heß (Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. u. Physiol. der Tiere, Bd. 33, 1913, p. 422—436) eine eigentümliche **Doppelreaktion auf Licht** beobachtet, die unter den bisher bekannten Lichtreaktionen im Tierreich ohne Beispiel ist. Hängen die Tiere, wie gewöhnlich, mit ihren Atemröhren an der Wasseroberfläche, so fliehen sie bei jeder raschen **Abnahme** der Lichtintensität nach unten auf den Boden des Gefäßes. Hält man einen weißen Karton 20 cm vom Bassin der Tiere entfernt und fährt mäßig rasch mit einem mattschwarzen Papierstreifen von 2—3 cm Breite über die mattweiße Fläche, so genügt schon diese geringe und kurzdauernde Verminderung der Lichtstärke, um die Fluchtreaktion auszulösen. Messende Versuche ergaben, daß eine rasche Abnahme der Lichtintensität im Verhältnis von 1 : 0,83 bis 0,81 die Reaktion auslöst. Zunahme der Lichtintensität bewirkt keine derartige Fluchtreaktion. Befinden sich die Tiere aber am Boden des Gefäßes, so reagieren sie ganz anders: sie fliehen vom Lichte fort, zeigen also „negativen Phototropismus“ oder, wie Heß sagt, „**Skototropismus**“. Die Fluchtreaktion bei **Lichtminderung** ließ sich als methodisches Hilfsmittel zur Untersuchung des Reizwertes verschiedenfarbiger Lichter verwenden, und auch an diesem Objekt konnte Heß wieder nachweisen, daß der Reizwert derselben ganz der gleiche wie für das total farbenblinde menschliche Auge ist, ein Nachweis, der in diesem Falle besonders eindringlich geführt werden konnte, da eine total farbenblinde Person als Vergleichswesen zur Verfügung stand. P.

Beim Vergleich des Druckverlaufes und der Strömungsgeschwindigkeit in der Hals- und Schenkelarterie fand Hürthle, daß die Stromstärke zwar im allgemeinen dem Druck entspricht, daß sie aber in der zweiten Hälfte der Systole des Herzens größer ist, als nach dem Druckverlauf zu erwarten wäre. Ein solches Verhalten würde erklärlich sein, wenn auch bei Wirbeltieren die Arterien aktive pulsatorische Kontraktionen ausführten, wie sie bei niederen Tieren so häufig vorkommen. In der Tat ist es Hürthle (*Skandinav. Arch. f. Physiol.*, Bd. 29, 1913, p. 100—113) gelungen, beim Frosch wie beim Hunde mit Hilfe des Saitengalvanometers Ströme nachzuweisen, die mit großer Wahrscheinlichkeit als **Aktionsströme der Gefäßmuskulatur** anzusprechen sind. Wir dürfen also annehmen, daß die glatte Muskulatur der Arterien durch den Reiz der pulsatorischen Dehnung zu Kontraktionen veranlaßt wird, die rasch verlaufen und nicht mit den schon lange bekannten Tonuschwankungen der Gefäßmuskeln zu verwechseln sind, die viel langsamer verlaufend, der Regulation des Füllungszustandes der einzelnen Gefäßprovinzen dienen. P.

Zur Theorie der **physiologisch-äquibrierten Salzlösungen** hat Jacques Loeb (*Biochem. Zeitschr.* Bd. 47, 1912, p. 127—166) eine Reihe neuer Versuche angestellt. Als Objekte dienten die Eier des Fisches *Fundulus*, an denen er vor 12 Jahren zuerst die Beobachtung machte,

daß sie den Aufenthalt in destilliertem Wasser ebensogut ertragen, wie den in Seewasser, daß aber alle einzelnen Salze des Seewassers auf die Eier giftig wirken. Die Giftwirkung eines einzelnen Salzes läßt sich durch Zusatz eines anderen Salzes mehr oder minder vollständig aufheben, so daß z. B. eine Kombination von Kochsalz, Chlorkalium und Chlorkalcium in den Mengenverhältnissen 100 Mol : 2,2 Mol : 1,5 Mol ungiftig, das heißt physiologisch ausgeglichen ist. Die Eier von *Fundulus* haben ein spezifisches Gewicht von 1,0634, so daß sie in den auf ihre Giftigkeit geprüften Salzlösungen, deren spezifisches Gewicht zwischen 1,1233 und 1,1303 schwankt, zunächst oben schwimmen. Dadurch, daß diese Lösungen dem Ei Wasser entziehen, nimmt sein spezifisches Gewicht zu, und das Ei sinkt endlich unter, und zwar um so rascher, je stärker die Durchgängigkeit der Eihaut durch die einwirkenden Salze erhöht wird. Es zeigte sich nun, daß physiologisch ausgeglichene Lösungen die Wasserdurchlässigkeit der Eihaut nur sehr wenig erhöhen, so daß die Eier drei Tage und länger an der Oberfläche bleiben, während die Lösungen der einzelnen Salze, die giftig wirken, die Eier rasch zum Schrumpfen bringen, so daß sie nach wenigen Minuten bis einigen Stunden untersinken, und zwar um so rascher, je höher die Konzentration der giftig wirkenden Salzlösung ist. Die **entgiftende Wirkung**, welche der Zusatz kleiner Mengen eines Erdalkalisalzes auf eine Kochsalzlösung ausübt, kommt demnach dadurch zustande, daß er die Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit verringert oder gänzlich aufhebt. Auch der Antagonismus zwischen der Giftwirkung von Säuren und Salzen erklärt sich in derselben Weise: die durch Säuren bedeutend gesteigerte Permeabilität der Eihaut wird durch Salzzusatz verringert. P.

Zu der Frage, ob die **Aminosäuren**, die bei der **Darmverdauung** in Menge entstehen, schon in der **Darmwand** ganz oder teilweise wieder zu **Eiweißkörpern synthetisiert werden**, oder ob sie unverändert ins Blut übergehen, gibt Rona (*Biochem. Zeitschr.* Bd. 46, 1912, p. 307—316) einen experimentellen Beitrag. In überlebende Stücke vom Katzendarm füllte er ein Gemisch von Aminosäuren und beobachtete, durch Bestimmung des Aminostickstoffs, ob eine Synthese stattgefunden habe. Es fand sich, daß während der Versuchsdauer nennenswerte Mengen von Aminosäuren die Darmwand unverändert passierten, und daß die Gesamtmenge keine Verminderung erfuhr, so daß kein Anhaltspunkt für eine Eiweißsynthese in den Zellen der Darmwand gewonnen werden konnte. P.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Kation in großem Überschuß seines Anions diffundiert, wird bestimmt durch die Zahl der Ladungen des Kations, also durch dessen Wertigkeit. Auf diese Weise hat v. Hevesy durch Ermittlung der betreffenden Diffusionskonstanten die **Valenz der Radioelemente** festgestellt und gefunden: Ra = 2, Th B = 1, Th C = 2, Radiothor = 4, Thorium = 4, Th X und Akt X = 2, Ra E = 2, Ra F = 2, Jonium = 4, Ur X = 4. (*Phys. Ztschr.* 14, 49, 1913.) Mk.

Von Curie ist früher nachgewiesen worden, daß die Metalle Al, Cu, Pb, Bi, Pt und Ag keine **Okklusion auf die Zersetzungsprodukte des Radiums** ausüben. Nach Costanzo ist dies auch beim Messing nicht der Fall, wohl aber beim **Palladium**, welches in dünnen Schichten eine ebenso starke Okklusion wie Kautschuk ausübt, in dicken Schichten aber eine noch stärkere. (*C. R.* 156, 126, 1913.) Mk.

Bei der Reflexion von **Röntgenstrahlen an Kristallen** tritt eine **mehrfache Reflexion** auf. Dies ist nach *Hupka* ein Beweis dafür, daß die Wirkung nicht durch die geometrische Oberfläche des Kristalles bedingt ist, sondern durch sein regelmäßiges Molekülgefüge, indem in solchen Richtungen die Strahlen stärker reflektiert werden, in welchen die Moleküle dichter gelagert sind. Bei einem hexagonalen Kristall finden daher in der Richtung der Diagonalen des sechseckigen zur Hauptachse senkrechten Querschnittes drei starke Reflexionen statt, und in der Richtung der drei Halbierungslinien zwischen den Diagonalen drei schwächere Reflexionen. (*Verh. d. Deutsch. Phys. Ges.* 15, 370, 1913.) *Mk.*

Durch spektroskopische Untersuchung zahlreicher **Heliumproben** hat *Goldstein* ein **bisher unbekanntes Spektrum** entdeckt, das für visuelle Beobachtung im Rot jenseits *C* bei λ 659 beginnt und zahlreiche Linien und Banden bis ins Violett und weit ins Ultraviolett hinein enthält. Dieses Spektrum entspricht entweder einem neuen Element, oder es gehört dem Helium an, wie bekanntlich auch der Wasserstoff ein solches zweites Spektrum besitzt. (*Verh. d. Deutsch. Phys. Ges.* 15, 408, 1913.) *Mk.*

Die **Geschwindigkeit der leuchtenden Punkte**, welche sich in **Wasserstoffröhren** von der Kathode nach der Anode hin bewegen, hat *A. Perot* durch den **Dopplereffekt** auf einzelne Linien des Wasserstoffspektrums bestimmt. Er fand, daß diese Geschwindigkeit mit dem Druck, der Stromstärke und dem Durchmesser der Röhre veränderlich ist. Auch war sie in den helleren Teilen des Rohres größer als in den dunkleren. Bei einem Rohr von $4\frac{1}{2}$ mm Durchmesser war die Geschwindigkeit für 100 Milliampere Stromstärke im hellen Teile 942 m und im dunklen 837 m. Bei gleicher Stromstärke, aber 3,3 mm Rohrdurchmesser waren die Werte 625 und 379 m. Für die verschiedenen Stromstärken von 11, 16,25 und 22 Milliampere zeigte ein Rohr die Geschwindigkeiten 149, 219 und 266 m. In zwei Röhren von dem gleichen Druck 6,5 mm und den verschiedenen Durchmessern 1,08 und 3,8 mm waren die entsprechenden Geschwindigkeiten 297 und 104 m. In einem Rohr von 1,08 mm Durchmesser wurde der Druck von 19,4 mm auf 0,28 mm erniedrigt, während die Stromstärke konstant auf 20 Milliampere gehalten wurde. Hierdurch stieg die Geschwindigkeit von 135 auf 565 m. Im allgemeinen ist die Geschwindigkeit der leuchtenden Punkte gleich der von Gewehrkuugeln. (*C. R.* 156, 132 und 310, 1913.) *Mk.*

Bei streifender Reflektion eines divergierenden Büschels von Röntgenstrahlen an der Spaltfläche eines Steinsalzkristalles erhielten *C. G. Barkla* und *G. H. Martyn* Interferenzerscheinungen, aus denen sie die **Wellenlänge der Röntgenstrahlen** zu $0,6 \cdot 10^{-9}$ cm berechneten. (*Electrician* 70, 1051, 1913.) Ähnliche Beobachtungen machten *E. Hupka* und *W. Steinhaus* an Glimmer und Steinsalz. Nach ihren Ermittlungen beträgt die Wellenlänge der Röntgenstrahlen $1,8 \cdot 10^{-10}$ cm. (*Verh. d. deutsch. Phys. Ges.* 15, 166, 1913.) *Mk.*

Die **durchdringende Strahlung**, welche durch radioaktive Substanzen in der Atmosphäre und im Boden erzeugt wird und in geschlossenen Hohlräumen Ionen scheinbar spontan entstehen läßt, hat *G. Berndt* für Buenos Aires bestimmt. Er fand für die argentinische

Landeshauptstadt ihren Wert gleich 8 Ionen pro ccm in der Sekunde. Dieser liegt innerhalb der an anderen Orten gefundenen Werte, die von 3—10 Ionen variieren. (*Veröff. d. deutsch. wissensch. Ver. in Buenos Aires Nr. 3*, S. 31, 1913.) *Mk.*

Ozonhaltiges Quellwasser. Zuverlässige Angaben über das Vorkommen von Ozon in natürlichen Wässern sind bisher nicht in der Literatur vorhanden, doch gelang es vor kurzem dem Professor *Nasini* in Pisa und seinem Mitarbeiter *Porlezza*, in der Gegend von Monte Amiata im Wasser mehrerer Quellen einwandfrei Ozon nachzuweisen. Sie hatten bereits früher bei jenen Quellen gelegentlich der Ermittlung ihrer Radioaktivität einen phosphorähnlichen Geruch des Wassers wahrgenommen, der auf die Anwesenheit von Ozon schließen ließ. Mit Hilfe von Jodkaliumstärkepapier, Guajaktinktur und anderen Reagentien konnten sie nun sowohl in den Gasen, die aus der Quelle ausströmen, sowie in den Gasen, die im Wasser gelöst bleiben, nicht unbeachtliche Mengen von Ozon nachweisen. Sie beschreiben diese Bestimmung näher und berichten ferner über eine Reihe von Versuchen, die sie mit künstlich ozonisiertem Wasser angestellt haben. Es gelang ihnen, mit Hilfe von Jodkaliumlösung bereits die kleine Menge von 0,02 ccm Ozon in einem Liter Wasser deutlich zu bestimmen. Ihre Versuche ergaben ferner, daß der Ozongehalt dem Ozongeruch proportional ist und daß ein nicht nach Ozon riechendes Wasser auch kein Ozon enthält. Die Entstehung des Ozons im Wasser ist noch nicht einwandfrei festgestellt; man kann annehmen, daß es durch die Einwirkung von Mikroorganismen aus Wasserstoffsuperoxyd gebildet wird, das seinerseits durch Autoxydation aus dem in kleiner Menge in dem Wasser enthaltenen Ferricarbonat entsteht. Die Verfasser wollen durch weitere Versuche an Ort und Stelle die Richtigkeit dieser ihrer Auffassung entscheiden. (*Chemiker-Zeitg.* 1913, S. 129.) *S.*

Über die Einwirkung von Meerwasser auf Zement sind von *P. H. Bates*, *A. J. Phillips* und *Rudolph J. Wig* Versuche angestellt worden, deren Ergebnisse im *Journal of The Franklin Institute* 1913, Nr. 1, 65 f. veröffentlicht sind. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß kleine hohle Zylinder aus Zement dem Durchfluß von Meerwasser und anderer Salzlösungen ausgesetzt wurden, andererseits in einem Zweiglaboratorium in Atlantic City, N. J. verschiedene Zementproben mit dem Wasser an der Meeresküste selbst in Berührung gebracht wurden. Es zeigte sich als Hauptergebnis, daß die Einwirkung im ersten Falle eine ganz andere war als im zweiten Falle. Während an der Meeresküste der Zement auch nach zweijähriger Beobachtung sich nicht veränderte, ergab sich bei den Versuchen der ersten Art, daß die in den Salzlösungen enthaltenen verschiedenen Salze, in erster Linie Chlornatrium, das Bestreben haben, in den Poren des Zements auszukristallisieren und auf diese Weise das Material nach und nach zu zertrümmern. Die erwähnten Zementzylinder waren daher nach zweijähriger Beobachtungszeit morsch und im Zustande des Zerfalls. Die Haltbarkeit solcher Gebilde in Berührung mit dem eigentlichen Meere ist zweifellos der Bildung eines Überzugs von kohlensaurem Kalk zuzuschreiben, der auf dem Zement nachgewiesen werden konnte.

Diese Versuche liefern einen lehrreichen Beitrag zu der schon so oft gemachten Erfahrung, daß es bedenklich ist, Laboratoriumsversuche ohne weiteres auf die Praxis zu übertragen.

—2.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

SEP 18 19

U.S. Department of Agriculture

Heft 36.

5. September 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Über die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände. Von *Prof. Dr. Hans Berger, Jena.* S. 849.

Zur Kenntnis der Ursachen erhöhter Futterausnützung bei Haustieren. Von *Prof. Dr. Alois Velich, Prag.* S. 856.

Baumwollersatzstoffe. Von *Dr. Gertrud Tobler-Wolff, Münster i. W.* S. 858.

Die Entwicklung unserer Naturerkenntnis. Von *Dr. Hans Arnold, Charlottenburg.* (Schluß.) S. 862.

Tagung der Solar Union zu Bonn. 31. Juli bis 5. August 1913. Von *Prof. Dr. K. Schwarzschild, Potsdam.* S. 865.

Das bifilare Kegelpendel (Instrument für die Aufzeichnung von Erdbeben). Von *Dr. C. Mainka, Straßburg i. E.* S. 866.

Besprechungen. S. 867.

Astronomische Mitteilungen. S. 870.

Kleine Mitteilungen. S. 871.

VERLAG von WILHELM ENGELMANN in LEIPZIG und BERLIN

Vererbungslehre

Mit besonderer Berücksichtigung des Menschen, für Studierende, Ärzte und Züchter

von **Dr. Ludwig Plate**

Professor der Zoologie und Direktor des Zoologischen Instituts und des Phyletischen Museums der Universität Jena

Mit 179 Figuren und Stammbäumen im Text und 3 farbigen Tafeln
(Handbücher der Abstammungslehre Band II)

VIII und 520 Seiten. Gr. 8. Preis geh. M. 18.00, geb. M. 19.00.

Vorlesungen über Vergleichende Tier- und Pflanzenkunde

Zur Einführung für Lehrer, Studierende und Freunde der Naturwissenschaften

von **Dr. Adolf Wagner**

Außerord. Professor an der Universität Innsbruck

VIII und 518 Seiten. Gr. 8. Geheftet M. 11.00; in Leinen geb. M. 12.50.

Einführung in die Vererbungswissenschaft

In zwanzig Vorlesungen für Studierende, Ärzte, Züchter

von **Dr. Richard Goldschmidt**

a. o. Professor der Zoologie an der Universität München

Mit 161 Abbildungen im Text

XI und 502 Seiten. Gr. 8. Geheftet M. 11.—; in Leinen geb. M. 12.25.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Soeben erschienen!

A Review of the Primates

by

Daniel Giraud Elliot

Eine ausführliche Monographie in drei Bänden.

1360 Seiten gr. 8°.

Mit 215 schwarzen u. 28 lithographisch. Tafeln.

In Papier gebunden. . Preis Mk. 140.—

In Leinwand gebunden „ „ 150.—

In Leder gebunden . . „ „ 240.—

Zu beziehen durch die

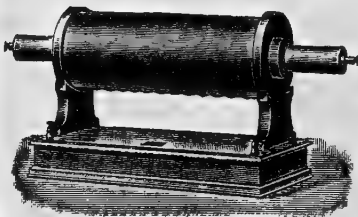
Library of the American Museum of
Natural History

77th Street and Central Park West

New York City, U. S. A.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.



Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).



Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer
Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke

bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Library of the American Museum of Natural History, New York: Seite II — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischhausen, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuß & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite II.

Über die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände.

Von Prof. Dr. Hans Berger, Jena.

1. Teil.

Jedem bekannt sind die vielen und innigen Beziehungen zwischen den geistigen und den körperlichen Vorgängen des menschlichen Organismus, wie wir sie an uns selbst zu beobachten so reichlich Gelegenheit haben. Das tägliche Leben lehrt uns, daß Hunger und Durst, Ermüdung und erquickender Schlaf nicht nur unsre Muskelleistungen, sondern noch ungleich mehr unsere geistigen Fähigkeiten beeinflussen, und die ganze geistige Persönlichkeit und die Beurteilung unseres Ichs in seiner Stellung zur Umwelt vorübergehend verändern können. Die Genußmittel, wie z. B. der Alkohol, werden vor allem auch wegen ihrer psychischen Wirkung gesucht — Sorgenbrecher sind die Reben — wie Schiller sagt.

Aber auch eine Abhängigkeit der körperlichen von geistigen Vorgängen ist unverkennbar und erschien nur einer rein materialistischen Richtung der Naturwissenschaft etwas unbequem und als etwas zu vernachlässigendes. Es soll hier von jeder Theorie über das Verhältnis von Leib und Seele abgesehen werden, und wir wollen nur die naive Ansicht festhalten, daß zwischen den materiellen und geistigen Vorgängen des Menschen Beziehungen und eine gegenseitige Abhängigkeit vorhanden seien. Wir tun dies aus dem einfachen Grunde, da keine Theorie allen Anforderungen genügt, und wir am Ende immer wieder auf das *Du Bois-Reymondsche Ignoramus* zurückkommen.

Allen geläufig sind die Einwirkungen von Gemütsbewegungen, namentlich der stärkeren derselben, der Affekte, auf den Körper. Man bezeichnet diese psychischen Erscheinungen als Gefühlsvorgänge und versteht darunter Zustände der Lust und Unlust, wie sie uns allen ohne jede genauere Begriffsbestimmung aus dem eignen Innenleben bekannt sind. Wir können uns leicht von der häufigen Verwechslung von Empfindungen und Gefühlsvorgängen frei halten, wie diese so oft selbst in der wissenschaftlichen Literatur vorkommt, indem eben gar nicht selten das Wort Gefühl an Stelle von Empfindung gebraucht wird, und von einem Kältegefühl statt einer Kälteempfindung usw. die Rede ist. Zustände der Lust und Unlust bezeichnen wir im psychologischen Sinne als Gefühlsvorgänge, dieselben gehen, wie z. B. Freude und Trauer uns lehren, mit in die Augen fallenden Veränderungen der ganzen in diesen Gefühlszustand versetzten Persönlichkeit einher. Mit Leichtigkeit kann man das an einem Kinde beobachten, das noch nicht, wie der Erwachsene, gelernt hat, seine Gefühlsvorgänge vor seinen Mitmenschen zu verbergen oder zu verschleiern. Das Kind trägt seine Gefühlsvorgänge,

seine Stimmungslage usw. auf seinem Gesichte und in seinem ganzen Gebaren offen zur Schau. Der strahlende Ausdruck des lächelnden Gesichts, die weit geöffneten glänzenden Augen, der leicht geöffnete Mund, die lebhaften und rasch ausgeführten Bewegungen, die aufrechte Haltung des ganzen Körpers in der Freude, die niedergeschlagenen, vielleicht mit Tränen gefüllten Augen, der fest geschlossene etwas nach unten verzogene Mund, die zusammengesunkene Haltung, die seltenen und kraftlosen Bewegungen in einer traurigen Stimmungslage brauchen kaum erwähnt zu werden. Außer diesen unter dem Namen der Ausdrucksbewegungen bekannten Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge gibt es aber noch andere sich regelmäßig einstellende körperliche Veränderungen, die sich nicht willkürlich hervorrufen oder unterdrücken lassen und somit dem Willen des Betreffenden entzogen sind. Diese Begleiterscheinungen sind ferner von den Ausdrucksbewegungen auch noch dadurch ausgezeichnet, daß sie sich keineswegs nur bei einer besonders großen Stärke der Gefühlsvorgänge einstellen, sondern auch bei den leichten Zuständen der Lust und Unlust, wie sie durch eine angenehme oder unangenehme Empfindung hervorgerufen werden, sich finden und einer Beobachtung zugänglich sind. Es sind dies die Einwirkungen der Gefühlsvorgänge auf die Atmung, die Herztätigkeit und die Blutverteilung. Wir knüpfen auch da an bekannte Dinge an; jeder weiß ein Erblassen und Erröten entsprechend einzuschätzen, und fast in allen Sprachen kommt die Einwirkung der Zustände der Lust und Unlust auf die Herzbewegung und die dadurch bedingten in der Herzgegend auftretenden Empfindungen in der Bedeutung zum Ausdruck, welche dem Herzen als dem Sitz der Gefühlsvorgänge zugeschrieben wird. Man spricht auch im Deutschen von einem Hörschlagen des Herzens vor Freude, von einer Empfindung, als ob das Herz bräche oder still zu stehen drohe vor Trauer oder Schreck und dergleichen mehr.

Die Psychophysiologie, jenes Grenzgebiet zwischen Psychologie und Physiologie, hat sich auch mit den feineren Veränderungen, welche die Gefühlsvorgänge begleiten, eingehend beschäftigt. Dem dänischen Psychologen *Alfred Lehmann* verdanken wir die wichtigsten Ergebnisse, die er in zahlreichen Versuchen an psychologisch geschulten Versuchspersonen gewonnen hat. Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß Lustzustände im allgemeinen mit einer Abnahme der Atmungstiefe, einer Abnahme des Blutdrucks, einer Zunahme der Ausgiebigkeit der einzelnen Herzschläge, einer Verlangsamung derselben und einer Zunahme des Armvolumens, Zustände der Unlust dagegen mit genau den entgegengesetzten Veränderungen zu verlaufen pflegen, so daß man auch ohne Angabe der Versuchsperson aus diesen objektiven Veränderungen den Gemütszustand diagnostizieren kann.

Zwei, von *Lehmann* aufgenommene Kurven erläutern am besten seine Ergebnisse: Fig. 1 stellt die Einwirkung des angenehmen Geschmacks der Schokolade bei einer für solche Genüsse empfänglichen Versuchsperson dar. Zu oberst ist die Atmung geschrieben, unten die Volumkurve des einen Armes. Man erhält diese letztere Kurve, indem man nach dem Vorgange von *Mosso* einen ganzen Gliedabschnitt — hier z. B. den Arm — luftdicht in einem starren Zylinder, einem sogenannten

rück, während die einzelnen Schläge rascher aufeinander folgen.

Bei Leuten mit Schädeldefekten konnte ich, nach einem von *Mosso* angegebenen Verfahren vorgehend, feststellen, daß auch der Blutumlauf im Gehirn, wie er in der Volumkurve dieses Organes zum Ausdruck kommt, deutliche Veränderungen bei den Zuständen der Lust und der Unlust erfährt. Fig. 3 zeigt einen solchen Versuch, oben ist die Atmung, an zweiter Stelle die Volumkurve des Armes und zu

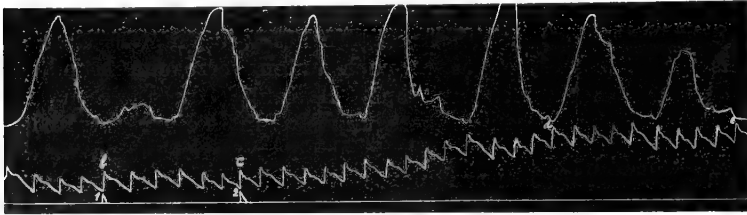


Fig. 1.

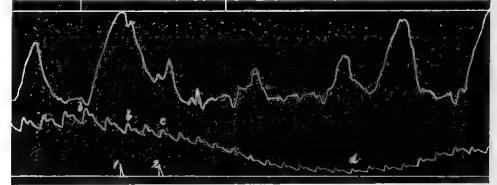


Fig. 2.

Plethysmographen, einschließt und durch geeignete Vorrichtungen die Volumschwankungen desselben aufschreibt. In einer solchen Kurve kommt nicht nur der Blutzufuß, sondern auch der Blutabfluß des Armes zum Ausdruck, und dieselbe enthält mehr Einzelheiten als die einfache Pulscurve. Jeder Herzschlag bedingt eine kleine Erhebung auf dieser Volumkurve, und wir können aus ihr auch über die Ausgiebigkeit und Schnelligkeit der Herzbewegungen Auskunft erhalten. In Fig. 1 wird zwischen 1 und 2 der Versuchsperson die Schokolade in den Mund gebracht, und man sieht,

unterst diejenige des Gehirnes verzeichnet. Zwischen *b* und *c*, wohl an der mit einem Fragezeichen (?) bezeichneten Stelle, wird der ziemlich bedürftigen Versuchsperson ein Zehnmarkstück geschenkt. Man sieht an der Armkurve, wie in Fig. 1, die Zunahme des Volumens, welches bei *c* einsetzt und jenseits *d* so hochgradig wird, daß sie die Atmungskurve auf der Schreibfläche erreicht, dabei finden sich die andern uns schon bekannten Veränderungen dieser Kurve unter der Einwirkung des lustbetonten Reizes. An der zu unterst geschriebenen Gehirnvolumkurve sieht man von *c* an eine sehr unbedeu-

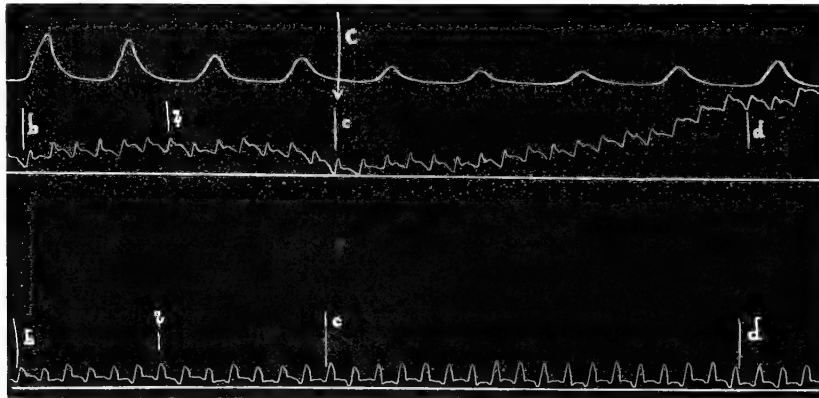


Fig. 3.

wie von da an langsam aber stetig das Armvolumen zunimmt, und gleichzeitig die einzelnen Pulswellen höher und, wie eine Messung ergibt, auch langsamer werden.

Genau das entgegengesetzte Verhalten zeigt Fig. 2, welche die Einwirkung von Chinin, einer äußerst unangenehm und bitter schmeckenden Substanz, erkennen läßt. Nach der Reizeinwirkung (1—2) sinkt das wieder an zweiter Stelle geschriebene Armvolumen rasch ab, und gleichzeitig geht die Höhe der einzelnen Pulsschläge um ein Vielfaches zu-

tende Abnahme des Volumens, wie sie nur bei genaueren Nachmessungen zum Ausdruck kommt, und eine leicht erkennbare und deutliche Zunahme der Höhe der einzelnen Pulsschläge des Gehirns, was auf eine Erweiterung der Gehirn-, speziell der Rindengefäße bei einem Lustzustand hindeutet.

Das Gegenstück dazu sehen wir in Fig. 4: Dieselbe zeigt die Einwirkung eines schmerzhaft empfundenen Nadelstiches. Oben ist wieder die Atmung, in der Mitte die Armvolumkurve und zu unterst das Gehirnvolumen geschrieben; bei *b* wirkt

der Reiz ein, und wir sehen am Arm wieder die uns bekannte Abnahme des Volumens und der Höhe der einzelnen Pulsationen, am Gehirn dagegen,

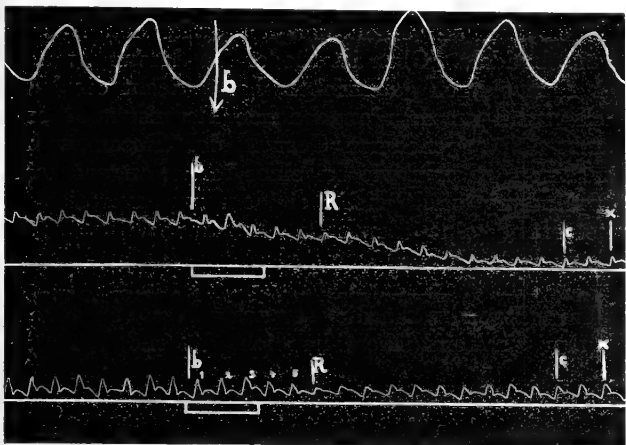


Fig. 4

namentlich von *R* an, neben einer leichten Volumszunahme eine beträchtliche Abnahme der Höhe der einzelnen Pulsschläge, was durch eine Zusammenziehung der Rindengefäße zu erklären ist.

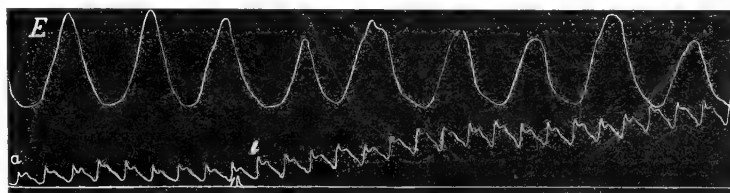


Fig. 5.

Aber auch rein psychische Vorgänge, wie das Auftauchen einer angenehmen Erinnerung, gehen mit denselben charakteristischen körperlichen Be-

Fig. 5. Auf derselben ist wieder unten das Armvolumen verzeichnet, bei 1 taucht bei der Versuchsperson von selbst ein angenehmes Erinnerungsbild auf, und sofort nimmt das Armvolumen zu, werden die einzelnen Pulsschläge höher usw.

Welche gewaltige Veränderungen eine Schreckeinwirkung auf den Blutumlauf im Gehirn hervorruft, sieht man aus den von mir aufgenommenen Kurven in Fig. 6 und 7, die sich ergänzen. Bei beiden ist wieder oben die Atmung, in der Mitte das Armvolumen und unten das Volumen des Gehirns geschrieben. Bei *b* ertönt hinter der ahnungslosen Versuchsperson ein Revolverschuß, über den dieselbe, auch bei der Wiederholung einige Tage später (Fig. 7), in heftigen Schrecken versetzt wurde. In beiden Figuren kommen die Schreibhebel des Armvolumens infolge des unwillkürlichen Zusammenfahrens, das auch an der Atmungskurve kenntlich wird, von der Schreibfläche ab. Dasselbe geschieht in Fig. 6 auch vorübergehend mit dem Schreibhebel, der das Gehirnvolumen verzeichnet, derselbe setzt mit seinen Aufzeichnungen erst wieder von *c* an ein und läßt dann eine Zunahme der Höhe der einzelnen Hirnpulsationen um das Dreifache erkennen. Bei der ebenfalls unerwarteten Wiederholung dieses Versuches nach einigen Tagen ist, wie Fig. 7 zeigt, die

Schreckwirkung eine etwas gemilderte, und wir gewinnen, da das Gehirnvolumen fortlaufend verzeichnet ist, einen besseren Einblick in den Ver-

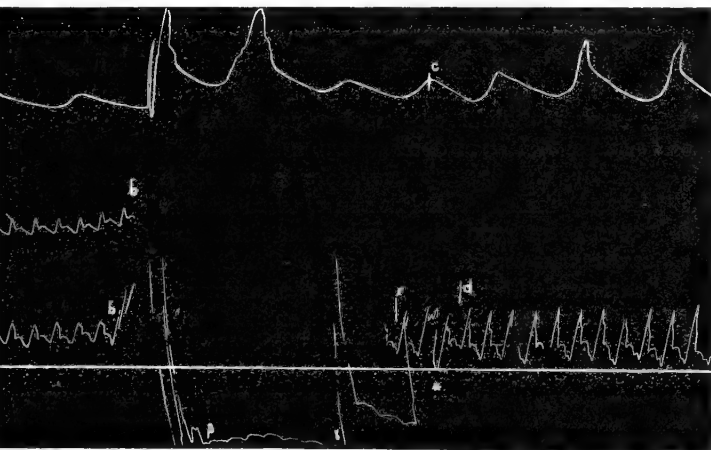


Fig. 6.

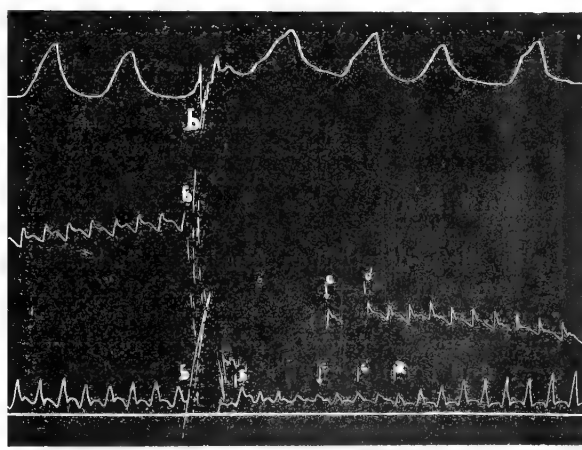


Fig. 7.

gleiterscheinungen einher, wie eine mit einem Lustgefühl verknüpfte Empfindung; dies zeigt die wieder *Lehmanns* Untersuchungen entnommene

lauf der Blutverschiebungen im Gehirn. Bei *b* ertönt der Schuß, und die zu unterst geschriebene Gehirnvolumenkurve zeigt zunächst eine leichte Zu-

nahme ihres Volumens mit einer gleichzeitigen viel auffallenderen Abnahme der Höhe der einzelnen Pulsationen um das Drei- bis Vierfache, und erst dann setzt die beträchtliche Zunahme der Pulsationshöhe ein, die die erst später wieder verzeichnete Fig. 6 allein erkennen läßt. Beide Kurven ergänzen sich dahin, daß ein Schreck mit einer sofort einsetzenden beträchtlichen Zusammenziehung der Gehirngefäße einhergeht, die von einer starken Erweiterung derselben gefolgt wird. Messungen der Gehirntemperatur bei derselben Versuchsperson haben mir auch gezeigt, daß nach dem Schuß die Gehirntemperatur um allerdings nur $0,02^{\circ}$ zunimmt. Wem fiel bei der Betrachtung dieser die Schreckeinwirkung auf den Blutumlauf im Gehirn darstellenden Figuren nicht die bekannte Veränderung des Gedankenablaufs, der anfängliche Stillstand derselben und die dann sich überstürzenden Gedankengänge ein, jedoch wollen wir uns hier absichtlich von allen derartigen Betrachtungen fern halten.

Wir haben ferner durch *Tarchanoff* und namentlich auch durch die Untersuchungen von *Veraguth* noch weitere objektive Begleiterscheinungen der Gefühle kennen gelernt. Mit einem Gefühlsvorgang verknüpfte Empfindungen rufen einen deutlichen

lichen Begleiterscheinungen psychischer Vorgänge von dem Inhalt der letzteren zu zeigen, wie dies Fig. 8 erkennen läßt. Die Versuchsperson befindet sich in Hypnose, ihr wird ein Strauß von zusammengebundenen Papierfetzen mit der Angabe überreicht, daß es sich um einen herrlich duftenden Rosenstrauß handle. Oben ist wieder die Atmung, unten das Armvolumen geschrieben, bei 1 riecht die Versuchsperson an dem angeblichen Rosenstrauß und glaubt den angenehmen Geruch der Rosen wahrzunehmen. Genau wie bei einer realen angenehmen Empfindung stellt sich bei dem nur suggerierten Lustgefühl eine deutliche Zunahme des Armvolumens und ein Höherwerden der einzelnen Pulschläge ein. Veränderungen, die sich immer wiederholen, jedesmal wenn die Versuchsperson von neuem an den vermeintlichen herrlich duftenden Rosen riecht.

Man ersieht daraus, welche gewaltige Bedeutung den psychischen Vorgängen für den Ablauf der körperlichen Begleiterscheinungen in unserem Organismus zukommt, und daß es sich da keineswegs um eine quantität négligeable handelt, wie dies eine rein materialistische Richtung der Naturforschung anzunehmen geneigt war. Eine solche Kurve stellt eine moderne experimentelle Bestätigung dar der

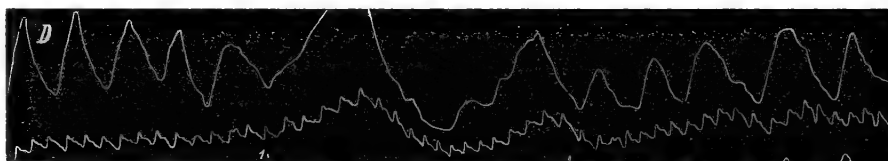


Fig. 8.

Galvanometerausschlag hervor, wenn man z. B. nach *Tarchanoffs* Vorgang die Ober- und Unterfläche derselben Hand durch unpolarisierbare Elektroden mit einem empfindlichen Galvanometer, z. B. dem Einthovenschen Saitengalvanometer, verbindet. Man nimmt an, daß die Sekretion der Schweißdrüsen in diesem Falle den Ausschlag bedingt, also ein Gegenstück zu dem allgemein bekannten Angstschweiß, nur in bedeutend kleinerem Maßstabe.

Mosso hat auch gezeigt, daß die Harnblase bei gefühlsbetonten psychischen Vorgängen deutliche Kontraktionserscheinungen erkennen läßt, und allgemein bekannt ist die Einwirkung der Angst auf die Darmbewegungen, wie sie z. B. im Kanonenfieber ihren drastischen Ausdruck findet.

Auch die Muskelkraft wird durch Gefühlsvorgänge weitgehend beeinflusst, wie dies neben andern auch *Alfred Lehmann* zeigen konnte, und zwar sind bereits gefühlsbetonte Empfindungen imstande, diese Veränderungen hervorzurufen; so geht z. B. die unangenehme durch das Chinin hervorgerufene Geschmacksempfindung mit einer beträchtlichen Abnahme, ein angenehmer Geruch dagegen mit einer deutlichen Zunahme der gleichzeitigen Muskelleistung einher.

Es ist *Alfred Lehmann* auch gelungen, in noch auffallenderer Weise die Abhängigkeit der körper-

wichtigen und schon von dem großen Aristoteles in ihrer ganzen Bedeutung erkannten und von ihm mit den Worten ausgesprochenen Wahrheit: *γάρσια και νόησις την των πραγμάτων έχουσι δύναμιν*.

2. Teil.

Uns allen ist die Beobachtung vertraut, daß eine geistige Arbeit, und zwar um so rascher, je schwieriger sie ist, zur Ermüdung führt, und sich genau wie bei einer vorwiegend körperlichen Arbeit, wenn auch vielleicht erst nach einer verhältnismäßig längeren Zeit, bei dem Arbeitenden das Bedürfnis nach einer Erholungspause, oder auch nach Schlaf geltend macht. Wir kennen aber nicht nur diese Folgeerscheinungen einer geistigen Anstrengung, sondern wir wissen auch, daß der Verlauf derselben mit gewissen körperlichen Veränderungen einhergeht, welche ein Gegenstück bilden zu den Ausdrucksbewegungen der Gefühlszustände, und welche man ganz treffend unter der Bezeichnung der „Mimik des Denkens“ zusammengefaßt hat. Wir verstehen darunter die Haltung, den Gesichtsausdruck, die eigentümliche Zusammenziehung der Stirnmuskulatur, den bald auf das vorliegende Papier, bald in weite Fernen gerichteten Blick usw. des mit einer anstrengenden geistigen Arbeit Beschäftigten, Begleiterscheinungen des Denkens, auf die wir hier nicht weiter eingehen wollen. Interessant ist, daß

auch die Pupille des Auges, das man nicht mit Unrecht als den „Spiegel der Seele“ bezeichnet hat, sich bei jeder geistigen Anstrengung erweitert, wie man dies mit Lupenvergrößerung bei der Lösung einer Rechenaufgabe an jedem Menschen beobachten kann. Die schon von *Beer* an sich selbst festgestellte Erscheinung, welche später von *Haab* wieder beschrieben wurde, daß bei Vorstellung einer hellen Fläche usw. eine Pupillenverengung eintrete, kommt wohl nur äußerst selten vor. Die Pupillenerweiterung bei intellektueller Arbeit hat durch die Untersuchungen *Bumkes* auch eine gewisse praktische Bedeutung insofern erlangt, als er zeigen

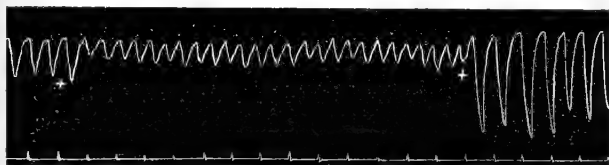


Fig. 9.

konnte, daß das Ausbleiben dieser Erweiterung bei manchen geistigen Verblödungszuständen gleichzeitig mit einem stärkeren geistigen Verfall sich einstellt.

Ebenso wie aber die Gefühlsvorgänge mit Veränderungen der Atmung und des Blutumlaufs einhergehen, so ist dies auch bei der geistigen Arbeit der Fall. Jeder weiß dies bezüglich der Atmung aus eigener Erfahrung; wir halten ganz unwillkürlich den Atem an, wenn wir irgend einen Vorgang möglichst genau beobachten wollen. Diese Veränderung der Atmung finden wir auch bei der Lösung einer Rechenaufgabe, wie dies z. B. folgende

Begleiterscheinungen geistiger Arbeit, wie sie sich am Gefäßsystem geltend machen; er fand eine deutliche Pulsverkürzung und eine vorübergehende Abnahme des Armvolumens z. B. während der Lösung einer Rechenaufgabe, wie dies Fig. 10 erkennen läßt. Oben ist die Atmung, welche eine leichte Unregelmäßigkeit zeigt, an zweiter Stelle ist der Puls der Radialarterie des rechten und zu unterst das Plethysmogramm des linken Armes geschrieben. Von 1 bis 2 löst die Versuchsperson die Rechenaufgabe 32×42 . *Weber* hat zeigen können, daß auch die Blutfülle der äußeren Teile des Kopfes bei der Lösung einer Rechenaufgabe abnimmt, während die

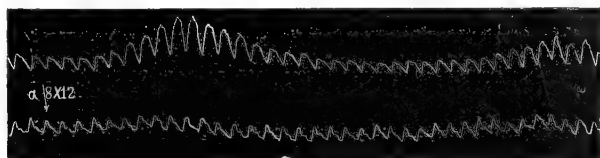


Fig. 11

Bauchorgane infolge der Zusammenziehung der Hautgefäße mehr Blut erhalten.

Viel wichtiger aber sind die Ergebnisse *Mossos* bezüglich der Blutfülle des Gehirns bei der geistigen Arbeit. *Mosso* konnte an geeigneten Fällen in einwandfreier Weise nachweisen, daß das Lösen einer Rechenaufgabe mit einer aktiven Erweiterung der Gehirngefäße einhergeht, wie dies die seinen Arbeiten entnommene Fig. 11 zeigt. Oben ist das Gehirnvolumen, unten das Armvolumen, das in dem Falle nur geringe Schwankungen aufweist, geschrieben; die Lösung der Aufgabe 8×12 nimmt bei der ziemlich ungeübten Versuchsperson die Zeit von

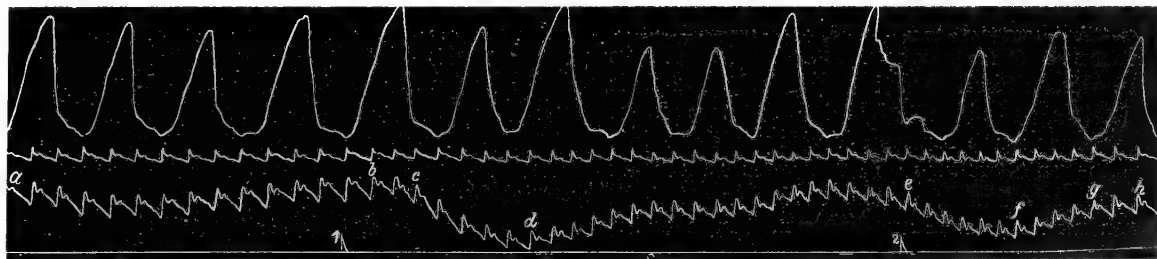


Fig. 10.

Fig. 9, die einer Arbeit von *Binet* entnommen ist, zeigt. Von + bis + löst die Versuchsperson eine Rechenaufgabe, die Atmung wird oberflächlicher und vertieft sich erst nach Erledigung der Arbeit erheblich. Die untere Linie gibt die Zeit in 5''-Marken an. Schon *Mosso* hat immer wieder auf die große Empfindlichkeit der Atmung als Begleiterscheinung psychischer Vorgänge hingewiesen, und der praktische Psychologe kann oft viel leichter noch als z. B. aus dem Erblassen oder Erröten, aus der Änderung der Atmung die Einwirkung eines Eindrucks, einer Mitteilung usw. auf eine andere Person erkennen. Wir verdanken wieder *Alfred Lehmann* ausgezeichnete Untersuchungen über die

α bis ω in Anspruch. Man erkennt sofort den gewaltigen Anstieg des Gehirnvolumens und die Zunahme der Höhe der einzelnen Pulsschwankungen im Beginn der geistigen Arbeit und den erneuten Anstieg kurz vor Beendigung der Arbeit, als das Resultat zusammengefaßt wurde. Schon *Mosso* hatte vor *Lehmann* die Veränderungen des Armvolumens bei der geistigen Arbeit beobachtet und glaubte ursprünglich, daß diese Abnahme des Armvolumens die Ursache des vermehrten Blutzuflusses zum Gehirn sei; er konnte sich aber bald im Verlaufe seiner weiteren Untersuchungen überzeugen, daß es sich um voneinander unabhängige Vorgänge handele. In unserer unhistorischen und an einer

experimentellen und literarischen Überproduktion leidenden Zeit kann man selbst bei sonst gut orientierten Autoren ganz irrige Angaben gerade über diese Mossoschen Untersuchungen lesen. Die von *Mosso* beobachtete aktive Erweiterung der Hirngefäße bei geistiger Arbeit, auf welche auch die Feststellung *Gleys* über die Erweiterung der Halsschlagader in diesen Zuständen hinwies, konnte ich in einer Reihe von Untersuchungen an verschiedenen Personen bestätigen und *Mossos* Befunde noch insofern ergänzen, als es mir gelang, nachzuweisen, daß am Kleinhirn diese Gefäßerweiterung bei Lösung einer Rechenaufgabe usw. ausbleibt.

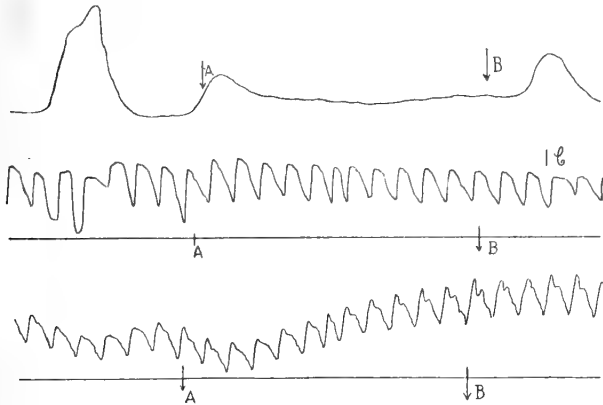


Fig. 12.

Diese Fig. 12 ist an einem Manne aufgenommen, bei dem nach einem operativen Eingriff die linke Kleinhirnhälfte vorlag. Oben ist die Atmung, in der Mitte die Volumkurve des Kleinhirns und zu unterst ist das Armplethysmogramm geschrieben. Von A bis B wird die Aufgabe 127—38 gerechnet; der Unterschied gegenüber Kurve 3 bedarf keiner Erläuterungen. Diese Kurven illustrieren sehr schön die uns seit *Gall* bekannte Tatsache, daß das Großhirn, dessen Gefäße bei der geistigen Arbeit eine Erweiterung zeigen, diejenige Stätte sei, an der die materiellen Prozesse ablaufen, welche mit den psychischen Vorgängen in innigster Beziehung stehen. Das Kleinhirn dagegen hat mit den geistigen Vorgängen im engeren Sinne nichts zu tun, sondern hat andere sehr wichtige und komplizierte Aufgaben zu erfüllen; seine Gefäße zeigen daher auch hier keine aktiven Veränderungen.

Wir haben schon eingangs darauf hingewiesen, daß die geistige Arbeit, ebenso wie die körperliche zur Ermüdung führe, und es liegt die Annahme äußerst nahe, daß dieselbe auch mit einem gesteigerten Stoffumsatz einhergehe. Schon *Gley* wollte bei intellektueller Beschäftigung eine Zunahme der ausgeschiedenen Urinmenge und der darin enthaltenen Phosphorsäure bemerkt haben, aber die äußerst genauen Untersuchungen *Atwaters* haben keine merkliche Steigerung des Stoffumsatzes unter der Einwirkung geistiger Arbeit ergeben. Neuerdings hat *Lehmann* wieder mitgeteilt, daß er eine deutliche Vermehrung der ausgeatmeten Kohlensäure bei geistiger Arbeit habe feststellen können, und daß einer schweren Arbeit eine größere CO_2 -Menge ent-

spräche; jedenfalls bedürfen aber diese Feststellungen noch weiterer Nachprüfungen.

Gley glaubte auch an sich selbst eine leichte Zunahme der Körpertemperatur während der geistigen Arbeit beobachten zu können. Wichtiger sind auch hier wieder die Untersuchungen, welche sich mit einer Beobachtung der Gehirntemperatur befassen; wir verdanken wieder *Mosso* die wichtige Feststellung, daß die Gehirntemperatur in einer gewissen Unabhängigkeit von der Bluttemperatur steht. *Cavazzani* konnte bei anhaltender geistiger Arbeit eine Zunahme der Temperatur über der harten Hirnhaut um $0,2^\circ$ feststellen. Das Ergebnis einiger derartiger Untersuchungen illustriert Fig. 13.

Die stark gezeichnete Linie (G) stellt die Gehirntemperatur, abgelesen an einem in das rechte Großhirn eingeführten Thermometer, die untere Linie die Temperatur im After dar. Von 3 h 52 m bis 4 h 2 m (von B—D) addierte die Versuchsperson fortlaufend je 6 vierstellige Zahlen zusammen. In dieser Zeit stieg die Gehirntemperatur um $0,08^\circ$ an, während die allgemeine Körpertemperatur nur um $0,02^\circ$ zunahm. Der Anstieg bei der 10 Minuten lang durchgeführten, ziemlich anstrengenden Arbeit ist nicht sehr bedeutend. Es ist dabei aber ebenso wie bei den Ergebnissen der Stoffwechselversuche neben anderem zu berücksichtigen, daß es sich bei der geistigen Arbeit nur um eine Zunahme einer ständigen Leistung handelt; denn fortwährend laufen geistige Vorgänge in uns ab, und wir alle sind, wie schon *Locke* sagt, mit dem Fluch des Denkenmüssens, ob wir wollen oder nicht, behaftet. Schon der Wachzustand stellt an sich mit seinen ständigen Sinneseindrücken und ihnen entsprechenden Empfindungen, die mehr oder minder

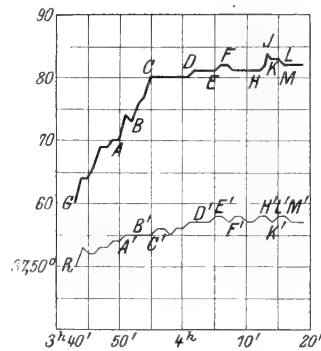


Fig. 13.

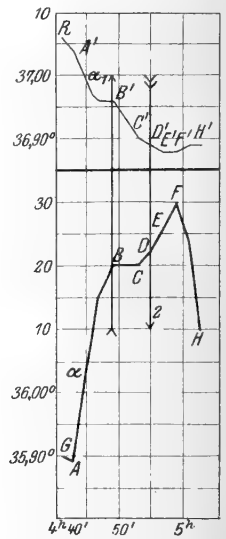


Fig. 14.

deutlich aufgenommen und zum Ausgangspunkt von Gedankenvorgängen, dem Auftauchen von Erinnerungsbildern, dem Ausdenken von Plänen usw. werden, eine erhebliche Leistung unseres Gehirns dar, von der sich die geringe Zunahme durch eine geistige Arbeit im eigentlichen Sinne nur wenig abhebt. Es geht dies am deutlichsten aus der Wir-

kung der Narkose hervor, bei der alle mit Bewußtsein einhergehenden Rindenvorgänge ausgeschaltet werden. Die Wirkung auf die Gehirntemperatur läßt Fig. 14, die auch eine eigene Beobachtung wiedergibt, erkennen.

Hier ist unten die Gehirntemperatur, oben die Temperatur im After eingetragen.

Bei Beginn der Temperaturablesungen an dem in die linke Großhirnhälfte eingeführten Thermometer befindet sich der 11 jährige Knabe noch in tiefer Narkose, obwohl die Chloroformmaske schon einige Zeit entfernt ist; er erwacht allmählich, und bei *B* öffnet er die Augen. Die Gehirntemperatur hat um $0,31^{\circ}$ zugenommen, bei *D* wird von neuem Chloroform gegeben, die Gehirntemperatur nimmt entsprechend der anfänglichen Reizwirkung aller

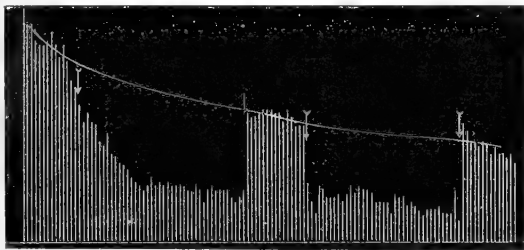


Fig. 15.

Narkotika zunächst etwas zu und sinkt erst nach vollentwickelter narkotischer Wirkung um $0,2^{\circ}$ ab, ohne daß die Kurve der allgemeinen Körpertemperatur ähnliche Schwankungen durchmachte. Man kann an solchen Zahlen sich eine ungefähre Vorstellung machen von der Größe des Stoffumsatzes in der Hirnrinde im Wachzustand.

Alfred Lehmann hat an den ebenfalls von Mosso zuerst aufgenommenen Arbeitskurven eines einzelnen Gliedes, z. B. eines Fingers, an den sogenannten Ergogrammen, gezeigt, daß eine gleichzeitige geistige Arbeit, wie das Lösen eines Rechenexempels, die Arbeitsleistung erheblich herabsetzt. Fig. 15, die Lehmanns Untersuchungen entnommen, ist, illustriert dies.

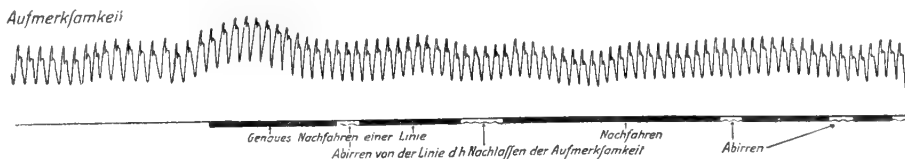


Fig. 16.

Die senkrechten Linien stellen im verkleinerten Maßstabe die Hubhöhen eines nach dem Takte eines Metronomes von dem Mittelfinger gehobenen Gewichtes dar. Der erste erhebliche Abfall der Hubhöhen, also die Verminderung der Muskelleistung, entspricht der Lösung des Exempels 657×34 , von \downarrow bis \downarrow . Sofort nach der Erledigung der Aufgabe steigt die Hubhöhe, die natürlich ständig im Verlauf der Arbeit langsam abnimmt, wieder um mehr als das Doppelte an. Nach 15 maligem Heben löst dann die Versuchsperson die zweite Aufgabe, 392×43 ,

während sie weiter am Ergographen arbeitet, und wir sehen wieder eine beträchtliche Abnahme der Muskelleistung während des Kopfrechnens. Lehmann konnte auch feststellen, daß die Abnahme der Muskelleistung der Schwere der geistigen Arbeit entspricht, so daß sich so ein relatives Maß der intellektuellen Anstrengung gewinnen läßt.

Schon Mosso hatte auch darauf hingewiesen, daß die Nervenzellen bereits nach 3 bis 4'' Erscheinungen der Ermüdung darbieten, und jede Selbstbeobachtung lehrt, daß z. B. Erinnerungsbilder, die willkürlich wachgerufen werden, kurzen periodischen Schwankungen der Deutlichkeit unterliegen; v. Voß ist es auch gelungen, zu zeigen, daß die intellektuellen Leistungen, z. B. die Addierfähigkeit, ebenfalls solchen kurzen periodischen Schwankungen mit einem Optimum der Leistung in Pausen von je 3 bis 6'' unterworfen sind. Man hat nun an den Gefäßen des Großhirns wellenartige, in 3 bis 6'' ablaufende Schwankungen der Blutfüllung beobachtet, und bei der großen Bedeutung, welche die Blutversorgung für die Hirnrinde und deren Leistungen hat, liegt es wohl nahe, beide Erscheinungen, die Schwankungen der Gefäßweite und der geistigen Leistungsfähigkeit usw. in einen ursächlichen Zusammenhang zu bringen.* Es läßt sich nun in der Tat zeigen, daß z. B. bei einer nur mit gespannter Aufmerksamkeit auszuführenden Arbeit die Fehler vorwiegend in die Zeit der Wellentäler der Gehirnkurve, der verminderten Blutversorgung der Hirnrinde, fallen, wie dies die von mir gewonnene Fig. 16 zeigt.

Auf derselben ist aus Rücksicht auf den Raum nur die über dem Stirnhirn aufgenommene Kurve mit ihren selbständigen periodischen Schwankungen von verschiedenen langer Dauer wiedergegeben. Die Versuchsperson fährt mit einem Stift an einem in eine Ebonitplatte eingelassenen schmalen Kupferstreifen entlang, wobei jedes Abirren von der Linie zu einer Unterbrechung eines elektrischen Kontaktes führt. Die Fehler sind durch weiße Stellen der starken schwarzen Linie unter Kurve 16 dargestellt, und man sieht, wie das Abirren, das Nachlassen der Aufmerksamkeit meist mit der geringen Blutver-

sorgung zusammenfällt. Hier scheinen die periodischen Änderungen der Gefäßweite des Großhirns die eigentliche Ursache und nicht nur die Begleiterscheinungen dieser Schwankungen der intellektuellen Leistungsfähigkeit zu sein, und es liegt die Vermutung sehr nahe, daß man wohl in diesen Gefäßwellen überhaupt den letzten Grund der Bevorzugung des Rhythmus auf den verschiedensten Gebieten der menschlichen Betätigung zu sehen habe.

Zur Kenntnis der Ursachen erhöhter Futterausnützung bei Haustieren.

Von Prof. Dr. Alois Velich, Prag.

Vorstand des Institutes für Anatomie und Physiologie der Haustiere a. d. k. k. böhmischen technischen Hochschule.

Die Bestrebungen nach Erhöhung der Leistungsfähigkeit in der Viehzucht müssen, falls sie mit dem ersehnten Erfolge gekrönt sein sollen, zunächst dahin gerichtet sein, von der Zucht diejenigen Tiere auszuschließen, welche ihr Futter ungenügend ausnützen, und an ihrer Statt die Zahl derjenigen Tiere zu vermehren, die sich durch die Fähigkeit auszeichnen, das verabreichte Futter in höchstem Maße in Fleisch, Fett, bzw. Milch oder Arbeit in wirtschaftlichem Sinne umzusetzen.

Die Unterschiede zwischen einzelnen Tieren derselben Art in bezug auf ihre Befähigung zur Verwertung des verabreichten Futters sind oft sehr bedeutend. Es gibt Individuen, welche das Futter wirtschaftlich bei weitem nicht genügend verwerten, wogegen andere wiederum dasselbe sehr gut bezahlt machen. Wie wäre es nun möglich, solche wertvollen Tiere zu erhalten? Mit dieser Frage ist eine andere unzertrennlich verbunden, die zunächst zu beantworten ist. Diese zweite Frage lautet: Welche sind eigentlich die Ursachen der erhöhten Fähigkeit, das aufgenommene Futter zu verwerten?

Erst nachdem diese Frage völlig gelöst ist, läßt sich ein zuverlässiger Plan entwerfen, auf welche Weise ein sich vorzüglich rentierender Viehstand angestrebt werden mußte.

Jedem, dem die physiologischen Ernährungsprozesse bekannt sind, ist es klar, daß auf die Verschiedenheit der Futterverwertung durch dieses oder jenes Tier unbestreitbar der Umstand von großem Einfluß ist, in welchem Maße das Futter verdaut wird. Der Grad der Vollkommenheit dieser Verdauung hängt von einer ganzen Reihe von Faktoren ab. Es entscheiden hierüber Art und Weise der Futterzerstückelung durch das Gebiß, Durchspeicheln des Futters (abhängig von der Menge und Qualität des gebildeten Speichels, der auch, wie aus den klassischen Ausführungen von Zuntz¹⁾ erhellt, auf den Verlauf der Gärungsprozesse im Pansen einen entscheidenden Einfluß hat), des weiteren der Grad des Wiederkauens, die Zerreibung der festen Partikelchen des mazerierten Futters im Blättermagen, die Dauer des Verweilens des Futters im Labmagen, die Menge und der Grad der Verdauungskraft des Magen- und Pankreassaftes, die Verschiedenheit in der Art der Sekretion und Wirksamkeit der Galle, Quantität und Qualität des Darmsaftes. Die Verdauungsprozesse verlaufen mehr oder weniger günstig je nach der Schnelligkeit des Durchganges des Darminhaltes. Neben anderen Umständen entscheidet auch dieser darüber, wie ausgiebig die Nährstoffe der verdauten Futtermittel aus dem Darmkanal in das Blut und die Lymphe resorbiert werden.

Die durch die Einwirkung von Verdauungsfermenten im Magen und dem Darne aus dem

Futter entstandenen Substanzen werden durch die Schleimhaut der Verdauungsorgane mit verschiedener Vollständigkeit resorbiert, wobei neben der Schnelligkeit, mit welcher der Inhalt den Verdauungstraktus durchwandert, besonders der Zustand und die Resorptionsfähigkeit der Darmepithelien, die durch verschiedene Einflüsse geändert werden kann, von entscheidender Bedeutung ist. Auch hierin ist eine der Ursachen davon zu sehen, daß manche Tiere befähigt sind, das Futter in höherem Grade zu verwerten als andere.

Bei der Resorption der Verdauungsprodukte werden, wie bekannt, durch die Verdauungstätigkeit in der Darmwand aus den Stoffen, in welche die Eiweißsubstanzen des Futters verwandelt worden sind, d. h. aus Albumosen, Peptonen (resp. den daraus durch die Wirkung des Erepsins entstandenen Aminosäuren), Aminosäuren, neue spezifische Eiweißstoffe gebildet, deren Zusammensetzung den Eiweißstoffen des betreffenden Tieres entspricht. Ferner werden auch Fettsäuren, Seifen und Glycerin, in welche die Fette des Futters durch die Wirkung der Verdauungssäfte gespalten werden, in der Darmschleimhaut in neues Fett umgewandelt. Auch diese Verdauungsprozesse können mehr oder minder ausgiebig verlaufen.

Ferner kann man annehmen, daß die verschiedenen schädlichen Stoffe des Futters wie auch die im Darne entstehenden Fäulnisprodukte bei einigen Tieren in geringerem Maße durch die Darmwand in das Blut gelangen als bei anderen Tieren. Ein wichtiger Faktor kann in diesem Falle unter anderem die Herabsetzung der Darmperistaltik (Verstopfung) darstellen. Auch diese Umstände können zu der verschiedenen Intensität der Futterverwertung beitragen.

Der Stoffwechsel, bei dem die verbrauchte Körpersubstanz durch die dem Körper durch die Verdauung zugeführten Stoffe neu ersetzt wird, unterliegt zufolge neuerer Untersuchungen einer ganzen Reihe von Einflüssen, von denen die einen in dem für die Produktion günstigen Sinne zu bewerten sind, während die anderen aber umgekehrt die Fähigkeit des Tieres, das Futter zu verwerten, erheblich herabsetzen können.

In verschiedenen Organen des Tierkörpers werden chemische Substanzen gebildet, welche, ins Blut gelangt, mit diesem zu anderen Körperorganen und Geweben geführt werden und durch ihre spezifische Wirkung deren Tätigkeit ändern, regulieren und bedingen. Diese Stoffe nennt man *Hormone*.

Solche wichtige Hormone entstehen in der Schilddrüse, in den Nebenschilddrüsen, im Hirnanhang, den Nebennieren, dem Pankreas, dem Eistock, den Hoden und anderen Tierorganen. Durch die Hormone wird der Stoffwechsel in erheblichem Maße beeinflusst. Durch Experimente wurde festgestellt, daß der Eiweißstoffwechsel der Sekretwirkung der Schilddrüse, der Nebennieren und des trichterförmigen Teiles des Hirnanhanges unterliegt, u. zw. auf die Weise, daß durch die Wirkung der genannten Sekrete der Stoffwechsel erhöht wird. Umgekehrt wirken die im Mikter und den Nebenschilddrüsen erzeugten Substanzen.

¹⁾ Die Naturwissenschaften 1913, Nr. 1, I.

Auch die Umwandlung der Kohlehydrate wird bis zu einem erheblichen Grade durch die Produkte der Drüsen mit innerer Sekretion reguliert. Es hat sich gezeigt, daß die aus den Nebennieren und dem Mikter ins Blut übertretenden Hormone die Fähigkeit der Regulierung bei der Umwandlung von Kohlehydraten besitzen, und zwar besonders dadurch, daß sie einerseits die Bildung und Speicherung des Glykogens in der Leber, andererseits seine Umwandlung in Zucker beherrschen. Die Nebennieren und überhaupt das chromaffine System verstärken diese Prozesse, das Mikter schwächt dieselben im allgemeinen. Auf die Umwandlung der Kohlehydrate im Tierkörper übt außerdem noch das Schilddrüsensekret seine Wirkung aus.

Die Umwandlung der Fette wird gleichfalls durch Hormone geregelt, und zwar auf die Weise, daß die Schilddrüsenprodukte diese Umwandlung erhöhen, das vom Mikter ins Blut gelangte Sekret dieselbe herabsetzt.

Auch die Umwandlung der Salze im Tierorganismus unterliegt der Wirkung der von verschiedenen Organen produzierten Hormone. So wirkt z. B. das Schilddrüsen- und Hirnanhangssekret auf die Umwandlung des Phosphors und Calciums auf die Weise, daß deren Ausscheidung erhöht wird. Durch eine gegenteilige Wirkung sind die Hormone aus den Nebenschilddrüsen charakterisiert.

Weitere Versuche deuten darauf hin, daß durch die Wirkung des Nebennierensekrets die Umwandlung des Kaliums und Natriums erheblich erhöht wird. Das Mikter bewirkt im Gegenteil durch seine Hormone die Herabsetzung der Umwandlung von Alkalien.

Die angeführten Beispiele sind ein schlagender Beweis für die Tatsache, daß der Stoffwechsel tatsächlich durch die Wirkung der sich in verschiedenen Organen bildenden Hormone veranlaßt sein kann. Die richtige Würdigung dieses Faktums wird es begreiflich machen, daß auch in der Menge, Qualität und Wirksamkeit der Produkte von Organen mit innerer Sekretion ein wichtiges Moment zu sehen ist, das bei der größeren oder minderen Fähigkeit der Tiere, das verabreichte Futter zu verwerten, mitentscheidet.

Den Hormonen kommen außer den bereits angeführten Einflüssen noch andere Wirkungen auf die Lebensprozesse im Tierkörper zu. Ich verweise bloß hier auf die starke Wirkung des Nebennierensekrets auf das Herz und auf die Erhöhung des Blutdruckes sowie des Muskeltonus durch dieses Sekret. Die in der Magenschleimhaut produzierten Hormone regen die peristaltischen Bewegungen des Verdauungstraktes an. Ein anderes Hormon, das Sekretin, welches in der Duodenalschleimhaut (Zwölffingerdarmschleimhaut) beim Übergang des sauren Mageninhalts in diese Darmpartie entsteht, wird vom Blute zum Pankreas abgeführt und erhöht dessen Tätigkeit. Interessant ist auch, daß die Entwicklung der Milchdrüsen, sowie die Milchsekretion durch Hormone beherrscht werden, welche aus der schwangeren Gebärmutter, und zwar aus dem Mutterkuchen ins Blut übergehen und mit diesem den Milchdrüsen zugeführt, dieselben zur Milchabsonde-

rung anregen. Die Wirkung dieser Stoffe ist so groß, daß sie sogar, dem Gelbvieh ins Blut injiziert, imstande sind, Milchsekretion herbeizuführen.

Diese Beispiele des Einflusses der Hormone beweisen, daß die genannten Substanzen auch in anderer Beziehung als durch bloße Einwirkung auf den Umfang der Stoffumwandlungen in die physiologischen Prozesse entweder günstig oder ungünstig eingreifen können.

Auch dem Nervensystem kommt ein beträchtlicher Anteil bei der Bestimmung der größeren oder kleineren Fähigkeit der Tiere, das verabreichte Futter zu verwerten, zu, was klar hervortritt, wenn man bedenkt, daß dasselbe alle sich im Tierkörper abspielenden Lebensprozesse beherrscht. Das Nervensystem übt einen mächtigen Einfluß auf die Produktion aller für die Verdauung, Resorption und Assimilation und für den Stoffwechsel so wichtigen Drüsensekrete aus; vom Nervensystem hängen die peristaltischen Bewegungen des Magens und der Därme ab, deren Bedeutung für die Ausnützung der Nährstoffe aus den Futtermitteln oben gestreift wurde. Das Nervensystem verwaltet des weiteren die Wärmeproduktion und -abgabe, reguliert die Atmung, „bemißt“ den Bedarf der zu einer gewissen Muskularbeit nötigen Stoffe, übt einen unzweifelhaften Einfluß auf die Milchsekretion aus und beherrscht noch andere Prozesse im Tierkörper.

Aus alledem erhellt, daß man aus verschiedener Qualität und Funktionsfähigkeit des Nervensystems der Haustiere tatsächlich auch einige Fälle der erhöhten oder herabgesetzten Produktion erklären könnte.

Wenn wir uns nun alles, was bis jetzt gesagt wurde, wiederholen, so finden wir, daß eine große Reihe von Faktoren sich an der Intensität der Futterverwertung beteiligen kann. Alle diese Faktoren werden durch die Keimzellen übertragen.

Wenn wir nun rationell auf die Vermehrung solchen Viehes hinarbeiten wollen, welches das verbrauchte Futter in höchstem Betrage umzusetzen vermag, so müssen wir in erster Linie darauf achten, daß zur Zucht die Individuen von hervorragender Produktionsfähigkeit ausgenützt werden.

Dabei wäre sowohl der Auswahl des Vätertieres als auch der Zuchtmutter gleiche Aufmerksamkeit zu widmen. Mit derselben Sorgfalt ist die Funktionsfähigkeit der zur Zucht ausgewählten Tierahnen zu verfolgen, sowohl was die Männchen, als auch die Weibchen anbelangt. Durch solches Vorgehen und sachverständige Auswahl kann Vieh gezogen werden, welches in jeder Hinsicht vorzüglich funktionierende Organe besitzt und fähig ist, das verbrauchte Futter in höchstem Grade zu verwerten. Nachdrücklich betone ich, es *kann* gezogen werden, womit ich klar das Faktum erheben will, daß eine bloße, auch die sorgfältigste Auswahl der Tiere zur Zucht ganz allein nicht genügt. Man kann nämlich Jungvieh, welches von seinen Ahnen die besten Anlagen zur vollkommenen Ausnützung des Futters ererbt hat, durch falsche Maßnahmen bei der Abstillung, Ernährung und Pflege völlig verderben. Diese Tatsache wird klar, wenn wir erwägen, daß durch den Einfluß einer ungeeigneten Ernährung

bei jungen Tieren eine Reihe von Störungen, Mißbildungen, ja sogar oft auch nicht wieder gut zu machende Veränderungen solcher Organe herbeigeführt werden können, deren in jeder Hinsicht vollkommene Entwicklung eine unabwiesbare Bedingung ist, ohne welche die vollständige Ausnützung und Verwertung des verzehrten Futters überhaupt unmöglich ist.

Wir haben erkannt, wie zahlreiche die Einflüsse sind, welche auf die Vollkommenheit der Verdauung, Resorption, Assimilation und auf die Umwandlung der Stoffe und Kräfte überhaupt einwirken. Es ist klar, daß, wenn diese Einflüsse für die Produktion möglichst günstige sein sollen, man durch eine richtige, in jeder Hinsicht vollkommene Ernährung dafür zu sorgen hat, daß alle jene Gewebe und Organe, denen dabei irgend eine Aufgabe zukommt, die von den Ahnen ererbten Fähigkeiten und Vorzüge am meisten entfalten bzw. erhöhen können. Wenn aber die Jungen, wenn sie auch von Eltern abstammen, welche das Futter noch so gut verwerten, nicht richtig ernährt werden, wenn sie z. B. nicht während der nötigen Zeitdauer die Milch direkt aus dem Euter der Mutter bekommen, wenn vorzeitig die Eiweißstoffe und das Fett der Milch durch verschiedene, aber doch geringwertigere Pflanzeneiweißstoffe und -fette ersetzt werden, dann ist auch die Entwicklung der Gewebe ihres Körpers nicht gleichwertig mit der Entwicklung der Gewebe der richtig durch die Mutter ernährten Jungen. In bezug auf vorteilhafte Ausbildung der Gewebe und ihres Chemismus sind nicht einmal die so viel gepriesenen „Nährpräparate“ imstande, eine natürliche Ernährung zu ersetzen. Hier sei darauf hingewiesen, daß auch eine übermäßig gesteigerte Mast junger Zuchttiere die ursprünglich günstigen, ja selbst die besten Anlagen zu vollkommener Verwertung des verbrauchten Futters schwächen kann. Die Zellen des übermästeten Tieres sind bis zu einem gewissen Grade nicht normal. Obwohl sie anfangs die besten Eigenschaften besaßen, so wirkt doch der Überschuß des Fettes erheblich nachteilig auf ihre Tätigkeit und deshalb können bei einem solchen Individuum die zur Futterverwertung notwendigen Prozesse nicht so exakt verlaufen, wie es eigentlich der Fall sein sollte.

Oben habe ich hervorgehoben, welchen bedeutenden Einfluß das Nervensystem auf den Verlauf jener Prozesse ausübt, von denen Ausnützung und Verwertung des Futters abhängig ist.

Und gerade auf die Entwicklung dieses höchst bedeutungsvollen Organsystemes hat in erster Linie die Ernährung eine unbestreitbare Wirkung. Durch Experimente, die ich an einer Serie von Tieren gemacht habe, konnte ich mich überzeugen, wie verderblich eine unrichtige Ernährung auf das zentrale und periphere Nervensystem der wachsenden Jungen einwirkt. Es ist selbstverständlich, daß ein nicht vollkommen normales Nervensystem nicht richtig funktionieren kann. Auch von diesem Standpunkte aus erscheint also die sorgfältige Einhaltung der richtigen Ernährungsweise als eine unerläßlich nötige Bedingung zur Aufzucht von Tieren mit optimaler Futterverwertung.

Endlich wäre noch zu erwähnen, daß zur Erzielung solchen Viehs die strengste Beobachtung hygienischer Maßnahmen bei Fütterung und Pflege nicht nur höchst erwünscht, sondern eine Hauptbedingung ist.

Solche Maßnahmen sind ganz absolute Vermeidung verdorbener Futtermittel, luftige, reine Ställe, freier Auslauf, mindestens zeitweise Weide, richtige Art des Melkens und liebevolle Pflege, welche an und für sich einen außerordentlich günstigen Einfluß auf das Nervensystem und als Folge auf die Sekretion der Verdauungssäfte sowie überhaupt auf die Drüsensekretion, also auch auf die Bildung von Hormonen und dadurch auch auf den ganzen Stoffwechsel ausübt.

Durch schlechte, grobe Umgangsweise besonders mit dem jungen Vieh, wie auch durch Nichteinhaltung der hygienischen Forderungen bei Ernährung und Zucht kann sehr viel von der ursprünglich angeborenen Fähigkeit vollkommener Futterverwertung verdorben werden; hingegen führt freundliche Behandlung der Tiere vom zartesten Alter (Jugend) an, die Erhaltung derselben in zufriedener, ja man kann sogar sagen freudiger Stimmung dazu, daß alle zur vollkommenen Futterverwertung notwendigen Prozesse höchst günstig verlaufen. Unter diesen Umständen und bei Innehaltung aller die Gesundheit der Tiere aufrecht haltenden Maßregeln kann sich die von den Eltern angeborne Fähigkeit der Futterausnützung ungestört fortwährend weiter entwickeln, so daß, unter zunehmender Ausbildung und Entwicklung aller oben angeführten hierbei wichtigen Faktoren, die Futterverwertung schließlich den höchsten Grad erreichen kann.

Baumwollersatzstoffe.

Von Dr. Gertrud Tobler-Wolff, Münster i. W.

Als vom Ende des achtzehnten Jahrhunderts an die englische Baumwollindustrie plötzlich riesige Dimensionen annahm, wurden durch die massenhaft überall eingeführte und viel billigere Baumwolle in Deutschland Flachsbaum und Leinenspinnerei schwer geschädigt. Um der betroffenen Bevölkerung eine andere Erwerbsmöglichkeit zu bieten, war der erste Gedanke natürlich der, auch in Deutschland rohe Baumwolle zum Selbstverarbeiten einzuführen. Daran hinderten aber damals zunächst die hohen Transportkosten — vor allem zu Lande innerhalb Deutschlands, im Gegensatz zu den billigen Fluß- und Kanalwegen in England. Daher suchte man sehr früh schon, und zwar nicht nur in Deutschland, sondern z. B. auch in dem in großem Umfang flachsbauenden Rußland, nach einer Pflanze, die etwa ein der Baumwolle gleichwertiges Produkt liefern und sich doch billig und ohne klimatische Schwierigkeiten im Lande selbst anbauen lassen würde. So stellte man z. B. 1845 in Rußland ein Baumwollsurrogat her aus den Samenhaaren des Weidenröschens, *Epilobium angustifolium*. Sehr früh wurden auch die Samenhaare des in unseren Mooren heimischen Wollgrases, *Eriophorum lati-*

folium, und die von einigen Pappeln und Weiden benutzt. Von all diesen Versuchen verlautet aber später nichts mehr; sie sind offenbar bald und endgültig fallen gelassen worden.

Viel früher aber war die Aufmerksamkeit schon auf eine andere Pflanzenfamilie gelenkt worden, auf die man trotz aller Mißerfolge bis in die neueste Zeit immer wieder zurückgekommen ist. Es handelt sich um die *Asclepiadaceen*. Die Gattung *Asclepias* selbst, und zwar *Asclepias Cornuti* Desne, früher *Asclepias syriaca* L. genannt, war es, deren lange, seidig glänzende Samenhaare zuerst dazu verlockten, zunächst zwar nicht Baumwoll-, aber Seidenersatzstoff herzustellen. Aus dieser „syrischen Seidenpflanze“ wurde eine Seidenwatte angefertigt, nach einer Notiz in dem Werke von *Justi*, „Abhandlungen von den Manufakturen und Fabriken“ (Kopenhagen, 1758), und fast gleichzeitig stellte ein Franzose ähnliche Versuche an. In Deutschland war ein Stadtdirektor zu Liegnitz, *Carl Schnieber*, der erste, der, im Jahre 1789, den Anbau der Pflanze empfahl¹⁾.

Um dieselbe Zeit beschäftigten sich offenbar noch andere mit der *Asclepias*. Es findet sich noch eine Abhandlung²⁾ aus dem Jahre 1791, und in einigen einschlägigen Enzyklopädien ist der Wert der Pflanze mehr oder weniger ausführlich dargestellt. Sehr viel später sind alle diese Notizen wieder zusammengetragen in der Schrift des *H. Meitzen*³⁾, der auch selbst verschiedene Versuche in bezug auf Anbau, Samenhaargewinnung und Verwendung angestellt hat und dabei zu einem durchweg negativen Resultat gekommen ist.

Die Frage nach einem Baumwollersatz ist aber keineswegs zur Ruhe gekommen. Sie ist im Gegenteil aktueller als je, da der Bedarf auch bei uns stetig wächst und andererseits die Möglichkeit, in unseren Kolonien Baumwolle zum Export kultivieren zu können, noch gering zu sein scheint; wenigstens befindet sich in dieser Beziehung alles noch im Versuchsstadium⁴⁾. Nun hat sich das Interesse einigen anderen Pflanzen zugewendet, deren Samenhaare bisher z. T. andere Verwendung (als Stopfmateriale) fanden. Dies Material wird zuweilen allgemein als „Kapok“ bezeichnet⁵⁾, ist aber

recht verschiedener Herkunft. Es handelt sich im wesentlichen um Kapok im engeren (botanischen) Sinne, dann z. B. um die Haare von *Calotropis*, *Kickxia* und einigen anderen Pflanzen¹⁾.

Kapok wird in der Hauptsache geliefert von der *Bombacacee Ceiba pentandra* (L.) Gärt., die oft auch unter dem älteren Namen *Eriodendron anfractuosum* D. C. beschrieben wird. Auch einige *Bombax*arten selbst, z. B. *Bombax Ceiba* L., werden verwendet; eine besonders gute Qualität scheint *Bombax buonopozense* Pol. de Beauv. aus der Landschaft Adamaua (Kamerun) zu liefern²⁾. Die Fruchthaare von *Bombax rhodognaphalom* gelangen gelegentlich von Darressalam (Deutsch-Ostafrika) zur Ausfuhr; sie werden wohl auch als Füllmaterial benutzt. Die *Ceiba* ist ein großer, in den Tropen fast überall heimischer Baum von auffallend sparrigem Wuchs (Abb. 1), dessen Früchte Kapseln sind (Abb. 2). Die reichlich darin ent-



Abb. 1. *Ceiba pentandra*, Kapokbaum.
Amani, Deutsch-Ostafrika. (Orig.)

haltenen Haare sind nun gerade bei diesem Objekt keine eigentlichen Samenhaare. Die Samen selbst sind kahl; aber der inneren Fruchtwand entspringen sehr reichlich die gelblich-weißen Haare (Fig. 3). Sie sind im Durchschnitt 2—3 cm lang, haben einen seidigen Glanz und sind ungemein glatt und

falsch und mehrfach das gleiche Objekt bedeutend. Im Handel führt dergleichen sicher oft zu Mißverständnissen, wenn dieselbe Ware nämlich unter anderem Namen als neu eingeführt wird.

¹⁾ Vgl. auch *G. und F. Tobler*, Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung von Pflanzenfasern. Berlin 1912.

²⁾ Verhandl. der Baumwollbau-Kommission usw., a. a. O.

¹⁾ „Darstellung der höchst wichtigen Vorteile, welche der Anbau und Manufaktur-Gebrauch der syrischen Seidenpflanze sowohl für den Staat als für den Privatmann verspricht, aus eigenen Versuchen und Erfahrungen für Freunde der Ökonomie und des Manufakturwesens von *Carl Schnieber*, Stadt- und Rats-Direktor der Königl. Preuß. Fürstentumsstadt Liegnitz.“

²⁾ *Friedrich Gotthelf Friese*, Ökonomisch-technologische Abhandlung über die syrische Seidenpflanze und den weißen Maulbeerbaum, mit einem Kupfer. Breslau und Leipzig 1791.

³⁾ *Hugo Meitzen*, Über den Wert der *Asclepias Cornuti* Desne. syriaca L. als Gespinstpflanze. (Inaug.-Diss. Göttingen 1862.)

⁴⁾ Vgl. Verhandlungen der Baumwollbau-Kommission des Kolonial-wirtschaftlichen Komitees. (Beihefte zum Tropenpflanzer, Nr. 3. Berlin 1912.)

⁵⁾ Z. B. in der Zeitschrift „*The furniture record and the furnisher*“, New Series Nr. 624, London 1911, findet sich unter der Bezeichnung „Kapok“ eine ganze Liste von Namen, und zwar durcheinander botanische und (einheimische?) Handelsnamen; die botanischen meist

brüchig; die beiden letzteren Eigenschaften sind für alle hier zu erwähnenden Objekte charakteristisch. Gerade ihrer glatten Oberfläche, die ein Zusammenfilzen verhindert, verdanken diese Haare ihren großen Wert als Füllmaterial.

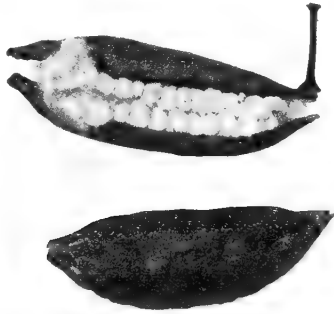


Abb. 2. Früchte des Kapokbaums.
Die eine Kapsel ist aufgesprungen. Ca. $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe. (Orig.)

Um wirkliche Samenhaare handelt es sich bei den schon erwähnten Asclepiadaceen. Von der Gattung *Asclepias* selbst wurde die Spezies *Asclepias Cornuti* Desne (*A. syriaca* L.) benutzt, *Asclepias curassavica* L. liefert ein gleichwertiges Material (Abb. 4); viel-

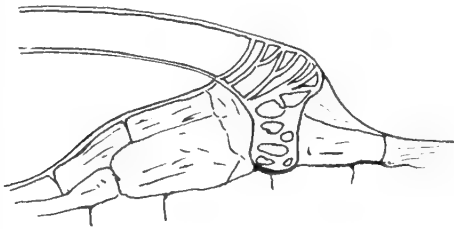


Abb. 3. Unterer Teil eines Kapokhaars, die Ansatzstelle in der Fruchtwand zeigend. Vergr. 190. (Nach G. und F. Tobler, Anleitung usw.)

leicht ist sie deshalb nicht wieder beachtet worden, weil die Menge der in den einzelnen Kapseln enthaltenen Haare ziemlich klein ist. Der Vorteil der *Asclepias*-arten läge darin, daß sie, wenigstens in geschützteren, milderer Gegenden, auch bei uns gedeihen. An sich wertvoller scheint die Gattung



Abb. 4. *Asclepias curassavica*. Samen mit Haarschopf.
 $\frac{3}{4}$ natürl. Größe. (Orig.)

Calotropis zu sein, von der die Spezies *Calotropis procera* (Willd.) R. Br. und *Calotropis gigantea* (Willd.) R. Br. in Betracht kommen; ihr Produkt wird im Handel auch Akon genannt. Die Pflanze ist im tropischen Asien und Afrika heimisch; sie bildet hohe, kräftige Sträucher. Die Kapseln sind im

Gegensatz zu den spitz-länglichen der *Asclepias* mehr kugelig und sehr viel größer; sie erreichen oft einen größten Durchmesser von 12—14 cm (Abb. 5). Auch die sehr reichlichen, schön glänzenden Haare sind länger (ca. 3—4 cm) und breiter als die der *Asclepias*. Sie lösen sich offenbar sehr leicht von den Samen (Abb. 6) ab, was praktisch einen großen Vorteil anderen Objekten gegenüber bedeuten



Abb. 5. *Calotropis procera*. Amani, Deutsch-Ostafrika.
Ca. $\frac{1}{4}$ der natürl. Größe. (Orig.)

würde. In diesem Zusammenhang wäre vielleicht noch die Asclepiadacee *Chlorocodon Whitei* Oliv. zu nennen, die z. B. auch in Deutsch-Ostafrika vorkommt und die Eigenschaft hat, daß die Haare sich beim Trocknen von selbst vom Samen lösen. Wenn man das frisch geerntete Material in einem mit einem feinen Drahtgitter überdeckten Kasten trocknet, so liegen nach einiger Zeit die kahlen Samen



Abb. 6. *Calotropis procera*. Samen mit Haarschopf.
 $\frac{1}{4}$ natürl. Größe. (Orig.)

am Boden, während die ganze Haarmenge oben dem Gitter anhaftet.

Kickxia elastica Preuss ist ein in Asien und Afrika heimischer, auch wegen seines Kautschukgehaltes bekannter Baum aus der Familie der Apocynaceen. Die langen schmalen Doppelkapseln enthalten vielen Samen, mit schönen, langen Seidenhaaren an dem langen stilkförmigen Fort-

satz (Abb. 7). Aus dieser Familie wird der Samenhaare wegen auch *Strophantus* erwähnt, dessen Samen sonst als Droge (starkes Gift) bekannt sind¹⁾.

Mit einigen dieser Haare sind, wie gesagt, Spinnversuche schon öfter, aber bis vor kurzem stets mit ganz negativem Erfolg gemacht worden. Der Grund



Abb. 7. *Kicksia elastica*. Samen mit Haaren am Stiel. $\frac{3}{4}$ natürl. Größe. (Orig.)

zu der Schwierigkeit des Verarbeitens ist sowohl in der chemischen Beschaffenheit, wie in äußeren Eigenschaften des Materials zu suchen. Alle diese Haare stellen einzellige, völlig glatte Röhren dar, die eine Kutikula besitzen und reichlich mit Luft erfüllt sind. Die Wanddicke ist gering, sie beträgt ca. 5—7 % des Gesamtdurchmessers gegen ca. 33 % bei der Baumwolle (Fig. 8), infolgedessen erscheinen besonders die *Calotropis*- und *Kicksia*haare schon bei geringem Quetschen unter dem Deckglas nicht

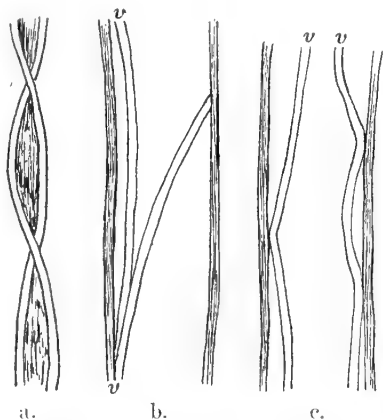


Abb. 8. a) *Baumwolle*, b) *Kicksia elastica*, c) *Calotropis procera* zum Vergleich zwischen Wanddicke und Durchmesser. v = Verdickungsleisten. Vergr. 150. (Orig.)

mehr als Röhren, sondern als flache Bänder, die sich leicht falten und knicken, obgleich alle Pflanzenseidenhaare längs laufende Verdickungsleisten haben (Abb. 8). Schon das spricht nicht sehr für

¹⁾ Nach Wiesner, *Rohstoffe des Pflanzenreichs* (Leipzig 1903), liefert die indische Apocynaceae *Beaumontia grandiflora* ein besonders gutes Material. Doch sind damit meines Wissens bisher keine Spinnversuche gemacht worden.

die Festigkeit der Haare; sie ist in der Tat so gering, daß sie sich nach Ausgabe von A. Herzog¹⁾ auch mit dem empfindlichsten Präzisionsfestigkeitsmesser nicht prüfen läßt. Die Haare sind vielmehr von einer fast glasartigen Brüchigkeit, die bei der geringsten mechanischen Inanspruchnahme, z. B. Reibung oder dergleichen, zutage tritt. Die erwähnte Glätte der Oberfläche ist der Grund, weshalb weder gleichartige noch andere Fasern auf die Dauer an diesen Röhren zu haften vermögen.

Die mikrochemische Untersuchung²⁾ zeigt überall eine starke Lignin-Reaktion. Bekanntlich bestehen unsere guten Gespinnstmaterialien aus fast reiner Cellulose. Schlechte, namentlich mehrjährige, Baumwollsorten und zu spät geernteter Flachs weisen mehr oder weniger deutliche Spuren von Verholzung auf, wodurch die Spinnfähigkeit stark beeinträchtigt wird. Ganz junge Haare zeigen ja auch bei den Pflanzenwollen (wie Kapok im engeren Sinne oft genannt wird) und Pflanzenseiden keine oder schwache Holzreaktion (und natürlich auch eine dünnere Kutikula); aber dann ist die Länge noch so gering (z. B. bei 18 mm langen Haaren von *Asclepias curassavica* schon Ligninspuren!), daß man wohl kaum an Verspinnen denken kann.

In neuester Zeit sind nun wieder Versuche gemacht worden, diese hindernden Eigenschaften ganz oder teilweise zu beseitigen und, wie es scheint, mit etwas besserem Erfolg als früher. Die Chemnitzer Aktienspinnerei (E. G. Stark) beschäftigt sich seit etwa 4 Jahren mit derartigen Experimenten, deren Richtung die betreffenden Patentschriften³⁾ in den Umrissen erkennen lassen. Die Behandlung sollte vor allem die „Sprödigkeit“ der Faser, also die verholzte Substanz beseitigen, bzw. verändern und die Oberfläche rauher machen. Zu diesem Zweck wurden zunächst Alkohol, Äther, Aceton, Schwefelkohlenstoff, Benzin und ähnliche Mittel verwendet, wodurch die „inkrustierenden Stoffe, die ihre Sprödigkeit bedingen“, dem Material „entzogen“ wurden. Außerdem wurde durch Schrumpfung die Oberfläche gerauht. Später wurden Leim- oder wässrige Glycerinlösungen, zuweilen mit Alkalizusatz, und zwar meist bei Temperaturen von 60—100° benutzt; bei geringeren Ansprüchen an die Festigkeit der Haare genügte die Behandlung mit heißem Wasser. Die flüssigen Lösungsmittel wurden fernerhin ersetzt durch die gleichen Substanzen in dampfförmigem Zustand. Zuweilen wurden auch beide Behandlungsarten kombiniert, wobei unter Umständen durch die starke Erwärmung (die Dämpfe wurden manchmal vorher überhitzt) die Luft aus den Hohlräumen der Haare vertrieben und so das Eindringen der Flüssigkeiten erleichtert wurde. Den zur Verbesserung des Materials bestimmten Substanzen können Bleich- bzw. Färbemittel sogleich zugesetzt werden. Was das „Beseitigen“

¹⁾ A. Herzog, *Textil- Erzeugnisse aus Kapok*. (Der Tropenpflanzer, 16. Jahrg., Nr. 4. Berlin 1912.)

²⁾ Vgl. auch G. Tobler-Wolff, Sitzungsber. der Medizinisch-naturwiss. Ges. zu Münster i. W. 1911.

³⁾ Patentschriften des Kaiserl. Patentamtes Nr. 230 141, 230 142, 231 940, 231 941 u. a.

der „inkrustierenden Stoffe, sowohl organischer wie anorganischer Natur“ betrifft, so ist nicht ganz klar, was damit gemeint ist. Allgemein könnte man annehmen, daß die verholzte Substanz verändert wird, doch darf man dabei nicht vergessen, daß der Begriff „Verholzung“ ein noch unklarer ist, und daß man botanisch als „verholzt“ solche Gewebe oder Gewebelemente bezeichnet, die sich in gewissen Agentien in bestimmter Weise färben, z. B. rot in Phloroglucin-Salzsäure, gelb in Anilinsulfat. Tatsächlich treten nun solche Reaktionen bei dem von Stark behandelten Material in schwächerem Maße ein als bei rohem. Der Grad der Beeinflussung wird sich aber auch nach dem Alter der Haare richten. Jüngere Stadien sind nicht nur, wie schon bemerkt, an und für sich weniger holzig und spröde, sondern auch vermöge ihrer dünneren Membran leichter für Flüssigkeiten und Dämpfe durchdringbar.

Die auf die angedeutete Weise gerauhten und weniger spröde gemachten Haare werden dann mit eigens zu diesem Zweck hergestellten Maschinen zum Spinnen vorbereitet. Aber auch bei diesem so mühsam vorbereiteten Material ist es offenbar einstweilen nicht möglich, es allein zu verspinnen. Alle Garne und Gewebe, die ich gesehen habe, enthielten *Calotropis* und Baumwolle. In den als „reiner Kapok“ bezeichneten Garnen herrschte die *Calotropis* vor und es waren nur geringe Mengen von Baumwolle darin; doch überwog letztere in den Geweben bei weitem; auch nach Angaben von A. Herzog¹⁾ besteht der Kettenfaden ausschließlich aus Baumwolle, die Schußrichtung zum größten Teil. Bei Garnen stellte Herzog bis zu $\frac{5}{8}$ Gewichtsteile Baumwolle fest. Diese Garne sehen im ungebleichten Zustand graugelblich aus; sie sind weich und leicht zerreißbar. Die aus ihnen angefertigten Stoffe sehen zum Teil sehr gut aus und sind zu gewissen Zwecken vielleicht brauchbar, nämlich da, wo sie geringer Reibung ausgesetzt sind und nicht gewaschen werden, zum Teil als Dekorationsstoffe. Allerdings wäre auch da gelegentliche Befreiung vom Staub nötig und das dürfte große Schwierigkeiten bereiten. Denn die neuartigen Pflanzenhaare fallen sehr leicht heraus und wenigstens stellenweise bleibt fast nur die glanzlose Baumwolle zurück. Am besten scheinen sich plüschartige Stoffe herstellen zu lassen, bei denen von vornherein kurze Fadenstücke festgefaßt werden. So ist die Verwendungsmöglichkeit der Pflanzenseiden noch ungewiß und jedenfalls beschränkt; aber es wäre freilich erfreulich genug, wenn es möglich würde die Baumwolle auf einem, wenn auch eng begrenzten Gebiet zu ersetzen. Dazu wäre allerdings Vorbedingung, daß das Ersatzmaterial billiger wäre als die Baumwolle. So ist Kapok noch reichlich teuer, eben weil er als Stopfmateriel — etwa für Rettungsgürtel besonders geschätzt — sehr begehrt ist. Er wird z. B. in Java sowohl von Europäern wie von Eingeborenen hier und da angepflanzt; man müßte einerseits die wilden

Pflanzen ausbeuten und zweitens an Kulturen denken. *Calotropis procera* gibt es z. B. sehr reichlich wild in Oberägypten. Von hier stammt auch das Chemnitzer Versuchsmateriel. Die Anregung dazu ging von Herrn Martin Brandenberger, Ingenieur bei der „Société anonyme de Wadi Kom Ombo“ aus. Auf dem Gebiet dieser mit riesigen Bewässerungssystemen ein ausgedehntes Wüstenland in fruchtbare Felder umwandelnden Gesellschaft sollen demnächst auch systematische Anbauversuche gemacht werden (Abb. 9). Die *Calotropis* hat eben den großen Vorzug, daß Haare und Samen sich



Abb. 9. *Calotropis procera*.
Wilder Bestand in der Wüste von Kom Ombo,
Oberägypten. (Orig.)

leicht, zum Teil schon bei der Ernte, voneinander trennen lassen; dadurch würde sie vielleicht billiger werden als andere Pflanzenseiden.

Wenn nun auch die Versuche, Pflanzenwollen und Seiden zu verspinnen, bisher noch nicht sehr große Erfolge gehabt haben, so bedeuten sie doch schon einen Fortschritt und sind deshalb sehr interessant. Vielleicht ist das Verfahren auch verbesserungsfähig und läßt sich dann etwa auch auf andere Pflanzenfasern anwenden, die ohne Vorbehandlung nicht spinnbar sind. In erster Reihe wäre dabei an die Faser der Sisalagave zu denken, die zwar einstweilen als Material zu Stricken und Tauen sehr gesucht ist und hoch im Preise steht; doch wird die Agave (auch in unseren Kolonien) in solcher Menge kultiviert, daß vielleicht bald eine Überproduktion eintritt.

Die Entwicklung unserer Naturerkenntnis.

Von Dr. Hans Arnold, Charlottenburg.

(Schluß.)

Sehen wir nun zu, wie sich die Naturwissenschaft in späterer Zeit weiter entwickelt hat. Da finden wir zunächst eine große Lücke. Zwischen dem Erlöschen der griechischen Kultur und dem Zeitalter der Renaissance waren in Europa bekanntlich die politischen Verhältnisse und die geisti-

¹⁾ A. Herzog, a. a. O.

gen Interessen den Naturwissenschaften nicht günstig, während die Araber, die das Geisteserbe des Altertums antraten, sich als wenig produktives Volk erwiesen haben. Erst von den Tagen *Lionardo da Vincis* (geboren 1462), *Galileis* genialen Vorgänger an, setzt die naturwissenschaftliche Forschung wieder ein. Dem Zeitalter des Humanismus waren die Errungenschaften des griechischen Geistes wohl bekannt. Auf sie wurde mit Vorliebe zurückgegriffen, und da ist es besonders interessant, wenn *Galilei* seiner Hauptschrift den Titel „nuove scienze“ gibt. Wie einst durch *Sokrates* die Philosophie vom Himmel auf die Erde zurückkehrte, so hat der große Italiener die Naturwissenschaft von der Himmelsbeobachtung zur Forschung auf die Erde geführt. Die wissenschaftliche Forschung beschränkt sich jetzt nicht mehr auf die bloße Beobachtung, sondern es sind zwei neue Hilfsmittel von grundlegender Bedeutung hinzugetreten: das planvoll angestellte Experiment und die Ausbildung der Rechnungsmethode. Es zeigt sich, daß systematische Versuche über physikalische Probleme ganz neue Wege wiesen und zahlreiche Gesetzmäßigkeiten aufdeckten. Zu ihrer Formulierung sowie zur Vorausberechnung aber mußte die rechnende Mathematik ausgebildet werden, die in der Physik ihr praktisches Anwendungsgebiet fand und dadurch erst recht lebensfähig wurde. Werfen wir zunächst einen Blick auf die Entwicklung der Physik von *Lionardo* bis zu *Newton*, und vergleichen wir dann damit die Kenntnisse, welche in der Chemie während jenes Zeitraumes erworben wurden.

In der Mechanik wurden in dem genannten Zeitabschnitt die wesentlichsten Prinzipien der Statik und Dynamik in schneller Folge bekannt und formuliert⁴⁾. Der Fall auf der schiefen Ebene durch *Lionardo da Vinci*, der Begriff des statischen Moments durch *Benedetti*, vor allem aber die Vertiefung der Statik und die Begründung der Dynamik durch *Galilei*, die Übertragung des von ihm aufgestellten Prinzips der virtuellen Geschwindigkeiten auf die Hydrodynamik. Es folgte die Erweiterung der letzteren durch *Pascal*, die Lehre von der Zentrifugalkraft und vom Pendel bei *Huyghens* bis zu *Newtons* Gravitationslehre.

Auch in den anderen Zweigen der Physik finden wir erhebliche Fortschritte. Da ist die Entdeckung der Gesetze des Erdmagnetismus durch *Gilbert* (gestorben 1603), die Erfindung des Mikroskops durch *Zacharias Jansen*, des Fernrohrs durch *Lippershey* und unabhängig von ihm durch *Galilei* und *Kepler*. *Galilei* lehrt die Messung der Temperatur durch das Thermometer, *Pascal* die des Luftdrucks mit Hilfe des Barometers; *Otto v. Guericke* erfindet die Luftpumpe und beschäftigt sich erfolgreich mit der Reibungselektrizität. Die Beziehung zwischen Druck und Volumen eines Gases wurde von *Boyle* und *Mariotte* gefunden, *Boyle* und *Hooke* beobachteten die Farben dünner Blättchen und maßen zum ersten Mal die Länge

der Lichtwellen. *Erasmus Bartholinus* entdeckte die Doppelbrechung im Kalkspat, und *Huyghens* knüpfte daran seine Undulationstheorie des Lichts, der *Newton* seine Emissionstheorie entgegenstellte. In der Physik hat diese Entwicklung seit den Tagen *Lionardos* sich stetig bis zur Gegenwart fortgesetzt. Die angeführten Tatsachen sollen uns, ohne im mindesten Anspruch auf Vollständigkeit zu machen, zeigen, welcher neuer Geist in die Naturwissenschaft eingezo-gen war.

Während wir also seit dem Anfang des 16. Jahrhunderts von der Physik als von einer Wissenschaft sprechen können, setzt in der Chemie die Entwicklung erst viel später ein. Wir wollen zunächst auch bei der Chemie ihren historischen Werdegang kurz betrachten, um uns einen Vergleich der Kenntnisse in den verschiedenen Epochen zu ermöglichen. Die ersten schwachen Ansätze zur Erforschung chemischer Vorgänge auf experimentellem Wege finden wir im Zeitalter der Alchemie. Indessen haben wir nicht mehr als eine Bereicherung unserer praktischen Kenntnisse zu verzeichnen. In der Theorie waren Erfolge nicht möglich, solange man es versuchte, die chemischen Erscheinungen mit der Lehre des *Aristoteles* und der Neuplatoniker in Einklang zu bringen. Zudem reizte das Dogma von der Verwandlung unedler Metalle in Silber und Gold die schlechten Instinkte. Mystik und plumper Schwindel, wohin man blickt, und nicht etwa nur im finsternen Mittelalter, nein, noch im 18. Jahrhundert muß *Geoffroy* seine warnende Stimme gegen die Alchemisten erheben. Die auri sacra fames der Menschen, die durch die Hoffnung auf Reichtum die selbstlose Forschung unmöglich machte, gestattete es Abenteurern und Schwindlern wie *Leonhard Thurneisser*, *Sendivogius*, *Caetano*, *Cagliostro* und anderen ihre Rolle zu spielen. Leider ließ sich über das Verhältnis der Alchemie zur Chemie nicht dasselbe sagen, was *Kepler* über das Verhältnis der Astronomie zur Astrologie sagen durfte: „Es ist wohl diese Astrologie ein närrisches Töchterlin, aber du lieber Gott, wo wolt' ihr Mutter die hochvernünftige Astronomia bleiben, wenn sie ihre närrische Tochter nit hätte; ist doch die Welt noch viel närrischer und so närrisch, daß derselben zu ihren Frommen diese alte verständige Mutter durch der Tochter Narrentaydung eingeschwatzt und eingelogen werden muß.“ Während aber *Kepler* die „geringen Salaria Mathematicorum“ durch seine Sterndeuterei zu verbessern suchte, um daraus die Mittel zu gewinnen, die ihm die Erkenntnis seiner fundamentalen Gesetze ermöglichten, waren die Alchemisten nicht so harmloser Natur. Für eine systematische Entwicklung ist ihr Treiben erfolglos geblieben. Etwa vom Beginn des 16. Jahrhunderts gewinnt die iatrochemische Richtung an Bedeutung. „Der wahre Zweck der Chemie,“ sagt *Paracelsus*, „ist nicht Gold zu machen, sondern Arzneien zu bereiten.“ Die Chemie wechselt also gewissermaßen ihr Gewand, ohne daß sehr erhebliche Vorzüge zu bemerken sind. *Van Helmont*, der sich durch eine ganze Reihe feiner Beobachtungen ausgezeichnet hat und sich durch Begründung

⁴⁾ Vergleiche die meisterhafte Darstellung bei *Eugen Dühring*, Kritische Geschichte der allgemeinen Prinzipien der Mechanik.

der Kenntnisse von den Gasen einen dauernden Platz in der Geschichte seiner Wissenschaft erworben hat, lehrte in vollem Ernst, daß in einem Gefäß, in dem sich Weizenmehl und ein schmutziges Hemd befanden, Mäuse erzeugt würden.

Erst um die Mitte des 17. Jahrhunderts beginnt zunächst ganz allmählich in die Chemie ein besserer Geist einzuziehen. Nicht nur die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung, sondern auch die Methodik, die richtige Befragung der Natur, die wir *Galileis* Genie verdanken, blieb auf die Chemie nicht ohne Wirkung. In *Robert Boyles* „Origins of forms and qualities according to the corpuscular philosophy“ und in seinem „*Chemista scepticus*“ (1661) spüren wir in der Chemie den ersten Hauch der neuen Zeit. Gestützt auf das Experiment, wird hier unter scharfer Kritisierung der aristotelischen, alchemistischen und iatrochemischen Reliquien zum erstenmal die Lehre von den Elementen formuliert und damit eine systematische Erkenntnis von der stofflichen Zusammensetzung der Körperwelt angebahnt und ermöglicht. *Boyle* hat den ersten Anstoß gegeben, daß die Chemie sich aus dem Zustand roher Empirie und haltloser Spekulationen entfernte. Aber gleich darauf folgt noch einmal eine schwere Krise, ein Rückschlag: die falsche Auslegung der für die Prinzipien der chemischen Erkenntnis fundamentalen Verbrennungserscheinungen durch *Stahl* und die von ihm begründete phlogistische Schule. Wieder war eine Revolution erforderlich, die zeitlich und örtlich mit der französischen Revolution zusammenfällt. *Lavoisier*, der nicht nur chemische, sondern auch gute physikalische Kenntnisse besaß, brachte eine exakte Methodik in die Fülle des Bekannten. Durch Anwendung der Wage war ihm die richtige Deutung der Verbrennungserscheinungen möglich und der Wissenschaft der Weg zur quantitativen Forschung gewiesen. Der Geist der französischen Revolution, der außer mit berechtigten historischen Erinnerungen auch mit vielem alten Trödel aufgeräumt hat, gab den Franzosen jener Zeit eine Freiheit und Originalität des Denkens, die für die Wissenschaft von höchstem Vorteil war. Für denjenigen, der *Candolles* bereits erwähntes Buch „Zur Geschichte der Wissenschaften und Gelehrten“ kennt, ist es vielleicht mehr als ein Zufall, daß gerade ein Franzose in der damaligen Zeit Bahnbrecher und Reiniger einer unter Vorurteilen und Unklarheiten seit Jahrhunderten leidenden Wissenschaft sein konnte.

Von *Lavoisier* und *Berzelius* ab setzt die eigentliche Entwicklung der Chemie mit jener Schnelligkeit ein, wie sie in der Geschichte der Wissenschaften einzig dasteht. *Lavoisier*, der die Wage zur Untersuchung der Gewichtsverhältnisse in systematischer Weise benutzte, konnte nunmehr den Satz von der Erhaltung des Stoffes experimentell beweisen. Dabei vermied er den Fehler der früheren Chemiker, die sich zur phlogistischen Anschauung bekannten, indem er den Wärmestoff als gewichtslos annahm, wodurch er die Verbrennungserscheinungen richtig zu erklären vermochte. Nach kurzer Zeit erfolgte dann die Aufstellung der Lehre von der Stöchiometrie oder Meßkunst der chemischen

Verbindungen durch *Benjamin Richter*, welche *John Dalton* im Jahre 1802 durch seine Beobachtungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase erweiterte. Auf Grund dieser Forschungen trat er dann mit seinem „*New system of chemical philosophy*“ 1808 an die Öffentlichkeit. Die Umwandlung der alten Atomlehre zu einer streng den Tatsachen angepaßten Hypothese, die sich in der Folge durch die Versuche von *Gay Lussac* und besonders durch die Erweiterung *Avogadros* für die Chemie und Physik von ungeahnter Bedeutung erwiesen hat, ergab die Möglichkeit, nicht nur die bekannten Verbindungen in leicht faßlicher Weise in ein System zu bringen, sondern auch zur Darstellung neuer Verbindungen bestimmte, durch die Erfahrungen bestätigte Richtlinien aufzustellen. Die Auffindung bisher unbekannter Stoffe war nicht mehr dem Zufall überlassen, sondern, nachdem man die gesetzmäßige Unstetigkeit der chemischen Vorgänge erkannt hatte, mittels Formulierung einer Valenzlehre eine Frage der Konstruktion geworden. Dies hat sich besonders deutlich in der Chemie des Kohlenstoffs gezeigt. Die Anschauungen, die sich auf dem Gebiet der anorganischen Chemie als so entwicklungsfähig erwiesen hatten, wurden von dem Altmeister chemischer Forschung, von *Berzelius*, ferner von *Liebig*, *Wöhler* und *Dumas* auf die organische Chemie übertragen. Von fundamentaler Bedeutung war auch die Erschütterung der alten Lehre von der vis vitalis, der alle chemischen Umsetzungen im Tier- und Pflanzenkörper unterworfen sein sollten, als *Wöhler* im Jahre 1828 die Synthese des Harnstoffs auf rein chemischem Wege gelang. Die von *Liebig* und *Wöhler* aufgestellte Radikaltheorie führte dann in ihrem Ausbau und ihrer weiteren Entwicklung zu jenem gewaltigen Gebäude der organischen Chemie mit ihren weit über hunderttausend Verbindungen. Hand in Hand mit dem systematischen Ausbau der praktischen Chemie ging auch natürlich der theoretische. Durch *Bunsen*, *van't Hoff*, *Ostwald*, *Nernst* und andere haben sich die Kenntnisse von den Beziehungen der chemischen Energie zu den anderen Energieformen zu einer solchen Höhe erhoben, daß heute die Physik nicht mehr allein der lehrende und gebende Teil ist, sondern auch von der Chemie zahlreiche Anregungen und Förderungen empfängt¹⁾.

Dies weiter zu verfolgen, ist jedoch nicht unsere Aufgabe. Vielmehr wollen wir nachforschen, wie es kam, daß unsere chemischen Kenntnisse sich soviel später entwickelt haben als unsere physikalischen. Die verschiedenen Gebiete der Physik, wie Mechanik, Optik usw. gestatten, jedes für sich, einen einzelnen Ausbau und stehen zunächst scheinbar in keinem Zusammenhang miteinander. Wenn sich auch nicht wie in der Astronomie die Erscheinungen von selbst darbieten, so drängen sich doch in der Physik eine ganze Reihe von Beobachtungen auf, die mit Hilfe von einfachen Experimenten und Apparaturen zu allgemeinen Gesetzen erweitert und vertieft werden können. Bei der Untersuchung der stofflichen

¹⁾ Vergleiche *Plancks* Vortrag in der deutschen chemischen Gesellschaft, Berichte 45, S. 5, 1912.

Zusammensetzung der umgebenden Körperwelt aber findet der Forscher eine unübersehbare Fülle von Verschiedenheiten. Dazu kommt, daß die chemischen Vorgänge viel subtiler Art sind und im allgemeinen unmerklicher in der Natur verlaufen. Gerade die reaktionsfähigsten Stoffe, die uns über den Mechanismus eines Vorganges aufklären könnten, sind eben dadurch am schwierigsten zu isolieren und stellen nicht nur an den Verstand des Beobachters, sondern auch an seine praktische Geschicklichkeit im Experimentieren und im Herstellen der Apparatur recht erhebliche Anforderungen. Dies geht soweit, daß die Aufklärung einer Reihe von Erscheinungen erst mit der Fortentwicklung der Technik möglich geworden ist. Denken wir nur an die theoretisch so wichtige Chemie der extrem hohen oder extrem tiefen Temperaturen. Als allmählich auf rein empirischem Wege die Darstellung einer Anzahl von Stoffen und Reagentien gelungen war, boten die scheinbar so wenig zusammenhängenden und verwirrend vielseitigen Phänomene dem Forscher, der sie in ein System zu bringen suchte, schier unüberwindliche Schwierigkeiten. Die Eigenschaften einer chemischen Verbindung sind nicht additiv, und die Stoffe, aus denen sie hervorgeht, haben gar keine Ähnlichkeit mit ihr. Unser Kochsalz läßt sich herstellen aus dem gasförmigen, giftigen, grünen Chlor und dem äußerst reaktionsfähigen leichten Metall Natrium, das auf Wasser verbrennt. Die Beziehung dieser Verbindung zu seinen Elementen besteht lediglich darin, daß sie sich aus jenen zusammensetzen und in sie zerlegen läßt. Eine Ähnlichkeit, die auf einen sonstigen Zusammenhang rein äußerlich schließen läßt, ist nicht vorhanden. Die viel subtileren Erscheinungen des Mikrokosmos waren eben nicht so leicht zu beobachten. Aus vorhandenen Körpern entstanden neue, die ihre Bestandteile wieder der Beobachtung entzogen. Hieraus folgt, daß in der Chemie einerseits das Tatsachen- und Beobachtungsmaterial erst geschaffen werden mußte, andererseits aber bei der Verfolgung und kritischen Durcharbeitung an den Forscher zunächst viel größere Anforderungen gestellt wurden. Erst als der menschliche Geist durch die physikalische Schulung im naturwissenschaftlichen Denken besser erzogen war, konnte er auf dem Gebiete der Chemie Erfolge erringen.

Für die Evolution des menschlichen Geistes in der Entwicklungsgeschichte der Chemie finden wir eine wichtige Stütze auch auf einem anderen Gebiete der Naturwissenschaften. In wie verschiedener Weise der geschulte Verstand, der sich zu wissenschaftlichen Gedanken zu erheben vermag, an eine Aufgabe herantritt, als ein Geist, der sich im Zustand eines naiven Anthropomorphismus befindet, zeigt sich in der Erweiterung unserer Kenntnisse von den elektrischen Erscheinungen. Bis zu den Tagen *Galvanis* und *Voltas* war die Elektrizität das Stiefkind der Physik gewesen. Das kam daher, daß die Beobachtungen auf diesem Gebiet erheblich schwerer waren als diejenigen des Lichts oder der Wärme. Wir besitzen kein Sinnesorgan, das unserem Gehirn die elektrischen Eindrücke direkt über-

mittelt, und sind bei der Beobachtung auf die Umwandlung der elektrischen Energie in andere unmittelbar wahrzunehmende Energieformen angewiesen. Vor *Volta* besaß man nur einige Kenntnisse von der Reibungselektrizität, und trotz der trefflichen Leistungen von *Otto von Guericke* und *Franklin* machte sie den großen Aufschwung der Physik nicht mit. Erst als man es durch *Volta* lernte, kontinuierliche Ströme zu erzeugen, wurde auch dieses Gebiet durch mathematische und experimentelle Behandlung mit den übrigen Zweigen der Physik verknüpft. Seitdem hat die wissenschaftliche und technische Bearbeitung der Elektrizität im 19. Jahrhundert mit dem gleichen staunenswerten Erfolge eingesetzt wie die der Chemie. Ebenfalls hat die Elektrizität nicht nur ihre Schwesterdisziplin eingeholt, sondern die speziellen theoretischen Vorstellungen, die zur Erklärung der Erscheinungen gebildet wurden, haben gerade in der gegenwärtigen Zeit dazu geführt, daß man die alten mechanischen Bilder aufzugeben und sie durch elektrische zu ersetzen beginnt.

Aus dem Vorhergegangenen ist also ersichtlich, daß sich unsere Erkenntnis in ganz natürlicher Weise entwickelt hat. Vom einfachen Beobachten sind wir allmählich zu den komplizierteren Erscheinungen aufgestiegen, die nur durch das Experiment und die Rechnung erkennbar und verallgemeinerungsfähig waren. Infolge der immer größeren Schulung ist es dem Menschengest gelungen, schneller in neue Gebiete, die sich ihm darboten, einzudringen und sie auszubauen. Am Ende des 18. Jahrhunderts fügte es sich, daß die Chemie und die Elektrizität gleichzeitig der Bearbeitung zugänglich wurden und in rasendem Siegeslauf die übrigen Zweige der Naturwissenschaften mit sich fortrissen. Dies bewirkte, daß in unserer modernen Existenz die Technik die Führung übernommen hat. Die ganzen Grundlagen unseres Lebens haben sich der Industrie unterwerfen müssen. Die Nationalökonomie, die Finanzpolitik, die Gesetzgebung, die soziale Fürsorge — sie alle sind bestrebt, die Differenzen, die sich zwischen dem rapiden Wachsen unserer Ansprüche und der Behaglichkeit und Ruhe unserer Lebensführung gebildet haben, auszugleichen. Und noch ist es nicht zu übersehen, ob ihnen dies gelingen wird. Die Naturwissenschaften haben eine neue Epoche, die Epoche der Mechanisierung heraufgeführt.

Tagung der Solar Union zu Bonn. 31. Juli — 5. August 1913.

Von Prof. Dr. K. Schwarzschild, Potsdam.

Die Solar Union ist eine von dem amerikanischen Astronomen *G. E. Hale* ins Leben gerufene internationale Vereinigung. Ihr ursprünglicher Zweck war, alle Verabredungen zu treffen, die gemeinsamer Arbeit an den Problemen speziell der Sonnenphysik förderlich sein können; indessen hat sie sich rasch zur maßgebenden internationalen Gesellschaft für das ganze Gebiet der Astrophysik

entwickelt. Vor drei Jahren fand eine Versammlung der Solar Union auf dem Mount Wilson in Kalifornien statt, die zahlreiche europäische Gelehrte mit den Wundern des Landes, wie den wissenschaftlichen Einrichtungen und Erfolgen auf dem dortigen Observatorium bekannt machte. Jetzt sind 60 Ausländer, darunter viele Amerikaner, nebst 40 Deutschen der Einladung der Herren *Kayser* und *Küstner* nach Bonn gefolgt, und es war in Bonn in glücklicher Weise dafür gesorgt, daß diesmal die Vorzüge des alten Europas in Wissenschaft und Kunst, Land und Sitte zur Geltung kamen.

Die Verhandlungen der Union bestehen nicht in Vorträgen, sondern in den Berichten der verschiedenen von der Union eingesetzten Kommissionen und gelegentlich daran anschließenden Mitteilungen einzelner Forscher. Man kann sagen, daß die Verhandlungen dadurch vielleicht weniger interessant, aber um so nützlicher werden. Einen besonderen Erfolg hat die Union bereits auf dem Gebiet der Bestimmung von Wellenlängennormalen zu verzeichnen. Die Bestimmung der Wellenlängen in den Spektren der Elemente geschah bisher fast durchweg in differentielltem Anschluß an *Rowlands* Tafeln des Sonnenspektrums. Es hat sich indessen gezeigt, daß die von *Rowland* benutzte Längeneinheit, statt genau mit dem Meter übereinzustimmen, um etwa 0,03 mm vom Meter abweicht, und daß der Maßstab außerdem für verschiedene Teile des Spektrums etwa entsprechend einem Verhältnis von 0,003 mm auf ein Meter variiert. Das sind bei der Feinheit der spektroskopischen Messungen sehr merkbare Differenzen. Die Solar Union hat nun einen solchen Wettstreit unter den auf diesem Gebiet tätigen Physikern angeregt, daß zurzeit bereits eine das ganze sichtbare Spektrum durchziehende Reihe von Eisenlinien mit einer Genauigkeit, die etwa 0,0003 mm auf einen Meter entspricht, festgelegt ist. Da von Herrn *Goos* geringe Variationen der Wellenlängen im gewöhnlichen Eisenbogen — je nach den Bedingungen, unter denen er brennt — konstatiert worden sind, hat die Union diesmal bestimmte Normen für den Eisenbogen festgesetzt, die für die internationalen Standards der Wellenlängen gelten sollen und die voraussichtlich zu einer Genauigkeit von nahezu 1 : 10⁷ für zukünftige Wellenlängenmessungen führen werden.

Weitere Verabredungen betrafen die Zählweise der Sonnenprotuberanzen für statistische Zwecke, die Beobachtung der Sonnenrotation nach dem Dopplerschen Prinzip, die Klassifikation der Sternspektren, die Beobachtung der nächstjährigen Sonnenfinsternis.

Ausführlichere Mitteilungen gaben: Herr *Abbot* über seine fundamentalen Messungen der Sonnenstrahlung (gleichzeitige Messungen in Kalifornien und Algier scheinen eine Veränderlichkeit der Sonnenstrahlung zu erweisen; die Gesamtstrahlung der Sonne wächst mit dem Fleckenreichtum), ferner Herr *Julius* über die Zerstreuung des Lichts in der Sonnenatmosphäre, Herr *St. John* über die Strömungserscheinungen in und um Sonnenflecken. Eine abendliche „Conversazione“ nach englischem

Muster brachte reiche Schätze an photographischen Aufnahmen und graphischen Darstellungen aus den Mappen der Teilnehmer zum Vorschein.

Das bifilare Kegelpendel (Instrument für die Aufzeichnung von Erdbeben).

Von Dr. C. Mainka, Straßburg i. E.

Autoreferat.

Diese in den „Mitteilungen der Philomatischen Gesellschaft in Elsaß-Lothringen“ Bd. IV, Heft 5, Straßburg, 20. Jahrgang pag. 633—667 veröffentlichte Arbeit gibt eine eingehendere Beschreibung des nach den Angaben des Verfassers von der Straßburger Firma für Präzisionsmechanik *J. & A. Bosch* gebauten Seismographen. Außer Schlußwort und Quellennachweis, der u. a. eine Reihe von Veröffentlichungen des Verfassers über dieses Thema nachweist, enthält der Aufsatz sechs Abschnitte, von denen der erste die Geschichte des Instrumentes, wenn auch nicht erschöpfend, behandelt.

Das Prinzip der Aufhängung ist 1832 von *Hengler* zuerst angegeben worden. Ein Arm *a* bei *A* und *B* Fig. 1

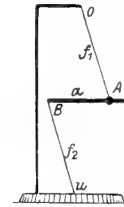


Fig. 1.

durch zwei Drähte *f*₁ und *f*₂ bei *o* und *u* aufgehängt, zeigt das Urprinzip der Aufhängung, das später Anregung zu mancherlei Umänderungen gegeben hat. Stellt man sich vor: *f*₂ auf etwa 30 mm verkürzt, um *B* gedreht, in die horizontale Lage gebracht und auf Zug (eigentlich selbstverständlich) beansprucht, so haben wir, wenn man sich in *A* noch den Schwerpunkt des Pendelkörpers denkt, eine Anschauung von der hier erfolgten Aufhängung, die also auch „bifilar“ ist. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Apparates hat *Mainka* den verkürzten Draht nach der Mitte zu, bis zur Sicherheitsgrenze verjüngen lassen; statt des Drahtes wurde bald ein Stahlband, in gleicher Weise behandelt, angewendet. Diese Herstellung des unteren Drehpunktes ist neu. Wie aus der Figur verständlich, ist die Bewegungsfreiheit des Pendelgewichtes senkrecht zur Ebene, die durch *AoBu* geht. Um also die horizontalen Bodenbewegungen bei Erdbeben bezüglich ihrer Richtung festzulegen, braucht man zwei solcher, voneinander ganz und gar getrennter Instrumente, deren Ebenen man der Einfachheit wegen senkrecht zueinander, die eine in den Meridian, die andere in den ersten Vertikal stellt.

Der durch ein Erdbeben in einen Schwingungszustand versetzte Boden des Aufstellungsortes und der aufgehängte Pendelkörper sind als zwei miteinander gekoppelte Schwingungssysteme anzusehen. Da die Bodenbewegungen vor allem bei fernen Beben äußerst klein sind, muß also an eine Vorrichtung gedacht werden, die gestattet, die Bewegungen des Pendelgewichtes vergrößert wiederzugeben. Die mathematische Beziehung zwischen zwei solchen Systemen lehrt ferner, daß die Eigenschwingungen des Systems, das die Erregerbewegung richtig wiedergeben soll, eliminiert werden müssen, d. h. aber, der Pendelkörper muß mit einer Dämpfungsvorrichtung ver-

sehen werden. Mancherlei andere Erwägungen führten dazu, den Schwerpunkt A des Pendelgewichtes, das bei den 3 Modellen bzw. 140, 450, 2000 kg ca. für je eine Komponente schwer ist, gelenkig mit einem 2- bzw. 3teiligen vergrößernden, möglichst leichten Hebelsystem zu verbinden. Der erste, beim 2000-kg-Modell der zweite, leichte, plattenartige, von einem Kasten fast luftdicht umschlossene Hebel wirkt als Dämpfung. Die Verbindungen der einzelnen Hebel untereinander sind sicher und gelenkig so angeordnet, daß Änderungen der Übersetzung, wie bei gabelförmigen oder ähnlichen Verbindungen, nicht auftreten können. Die Anordnung des Hebelsystems zeigt manche neue Momente. In Kürze ist so der Inhalt des 1., 3. und 4. Abschnittes wiedergegeben. — Der zweite Abschnitt behandelt das Gestell, an welchem das Pendelgewicht aufgehängt ist, und im 5. Abschnitt wird die Einrichtung des Registrierwerkes kurz besprochen. Gestell und Triebwerk sind wichtige Teile eines Seismographen und müssen gleichfalls mit Sorgfalt behandelt werden. Der 6. Abschnitt behandelt die Bestimmung der Instrumentalkonstanten und die Behandlung des Apparates. Verfasser wünscht häufige, regelmäßige, einwandfreie Bestimmungen der Konstanten, d. h. der Vergrößerung, Eigenperiode, Dämpfung und Reibung. Mit dieser an sich vom rein physikalischen Standpunkte aus vollständig verständlichen und gerechtfertigten Ansicht scheint er sich im Gegensatz zu vielen Seismologen zu befinden.

Der Physiker, der eine Theorie des Instrumentes fordert, wird auf die schönen Arbeiten von *Wiechert* und *Galitzin*, die in neuerer Zeit umfassend die Theorie von Seismographen gegeben haben, verwiesen. Wenn Platz vorhanden wäre, hätte Verfasser vielleicht auch die Geschichte der Theorie der Seismographen bringen können, sie reicht weit zurück und gibt zu manchen Erwägungen Anregung. Für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Instrumentes sind Schwingungsfiguren beigegeben, statt der üblichen Bebenkurven, was nach vielen Äußerungen aus Fachkreisen zu begrüßen ist.

Betrachtet man das fertige Instrument, das in Ganz- und Teilansichten wiedergegeben ist, so muß man der ausführenden Straßburger Mechanikfirma *Bosch* doch ein Kompliment machen, wenn man erwägt, daß in Seismologenkreisen üblich zu sein scheint, ein Hauptgewicht auf den Preis zu legen. Man könnte noch Mancherlei schöner und empfindlicher anordnen, wenn die Voraussetzung gestattet wäre, daß die Preisfrage keine große Rolle spielt und, was nicht zu vergessen ist, ein von Haus aus physikalisch Durchgebildeter die Überwachung des Instrumentes bekommt. Das Instrument ist seit 1908 an ca. 40 Stationen in Betrieb.

Besprechungen.

Müller, Erich, Elektrochemisches Praktikum. (Mit einem Begleitwort von *F. Förster*.) Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1913. XV, 224 S., 73 Abbildungen u. 29 Schaltungskizzen. Preis geb. M. 8,—.

Die Zeit, wo der Abiturient die Hochschule bezog, um „Elektrochemie“ zu studieren, liegt glücklicherweise hinter uns; heute ist ganz allgemein die Auffassung durchgedrungen, daß jeder Elektrochemiker *zuerst* eine gute allgemeine chemische Ausbildung besitzen muß, daß aber auch kein Organiker oder Anorganiker ohne hinreichende Kenntnisse und Erfahrungen in der Elektrochemie auskommen kann.

Zur äußerlichen Anerkennung kam dieser Grundsatz — wenigstens für die Studierenden der technischen Hochschulen —, als anfangs 1900 der offizielle Beschluß

gefaßt wurde, der Diplomschlußprüfung die physikalische Chemie nebst ihren Anwendungen in der Elektrochemie als Hauptprüfungsgegenstand einzufügen.

Wie *F. Förster* in seinem Begleitwort hervorhebt, wurde auf Grund dieses Beschlusses in dem im Wintersemester 1900/01 neu eröffneten Elektrochemischen Laboratorium der Dresdener Technischen Hochschule alsbald ein für *alle* Studierenden der Chemie bestimmtes Praktikum mit 8 Stunden im Sommersemester und 12 Stunden im Wintersemester eingerichtet.

Die Aufgaben über diese Übungen sind von *F. Förster* und *E. Müller* gemeinsam ausgearbeitet worden; sie bilden die in langen Jahren erprobten Grundlagen des Werkes, das nunmehr *E. Müller* (unter gelegentlicher Mitwirkung von *Förster*) weiteren Kreisen zugänglich gemacht hat.

Charakteristisch für dies „Praktikum“ erscheint mir die Vereinigung umfangreicher Übungen über die wichtigsten Gesetze und Messungen der Elektrochemie, die sonst dem physikalisch-chemischen Praktikum zugewiesen wurden, mit den präparativen elektrochemischen Arbeiten.

Das einleitende Kapitel schildert zunächst Strom- und Leitungsanlagen eines hauptsächlich für Übungen und wissenschaftliche Untersuchungen bestimmten elektrochemischen Laboratoriums, sodann Einrichtung und Handhabung der zahlreichen Gebrauchsgegenstände und Meßapparate, deren Benutzung sich stets wiederholt; diese gemeinsame Beschreibung des Werkzeuges des Elektrochemikers vermeidet später Abschweifungen und Wiederholungen.

Der erste Teil der eigentlichen Übungsaufgaben soll den Praktikanten mit den elektrochemischen Grundtatsachen und Grundgesetzen sowie mit den Meßmethoden vertraut machen. Nacheinander werden behandelt: Ohmsches Gesetz und Polarisationsspannung, verschiedene Coulometer und ihre Anwendung zur Eichung des Ampèremeters, Leitvermögen der Elektrolyte, und besonders ausführlich die Bestimmung elektromotorischer Kräfte der verschiedenen Ketten.

Den Übergang zu den rein präparativen Arbeiten bilden Versuche über elektrolytische Metallbestimmungen und Metalltrennungen in den verschiedenen Formen sowie über Herstellung galvanischer Metallüberzüge.

Bei den anorganischen Präparaten steht natürlich die Chloralkalielektrolyse im Vordergrund, die nach allen Richtungen in ihrer vielseitigen Ausbildung und Verwendbarkeit vorgeführt wird; es folgen die Darstellungen von Kaliumperchlorat, Persulfat, Bichromat, Ammonium - Plumbichlorid, sowie von $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{V}^{\text{III}}\text{NH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ und $\text{V}^{\text{II}}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.

Von den elektrolytisch herstellbaren organischen Präparaten werden behandelt: Jodoform, Bromoform, Isopropylalkohol sowie die sämtlichen Reduktionsprodukte des Nitrobenzols, die ja sicherlich in ihrem Zusammenhang das beste Bild der Elektrochemie organischer Stoffe bieten.

Die Darstellung von Metallen durch Elektrolyse geschmolzener Salze wird durchgeführt an Blei, Magnesium und Aluminium, und schließlich lernt der Praktikant auch noch die rein thermischen Anwendungen des elektrischen Stromes zur Darstellung von Calciumcarbid, Ferrochrom und Ferrosilicium kennen.

Die Zahl der zur Verfügung gestellten Beispiele ist also nicht ungewöhnlich groß; dafür entschädigt aber reichlich die eindringliche Behandlung jedes einzelnen Falles. Entweder wird der Verlauf einer Reaktion oder Messung unter wechselnden Bedingungen studiert oder es werden verschiedene Methoden nebeneinander vorgeführt, so daß der Praktikant ein und denselben Gegen-

stand von verschiedenen Seiten betrachten muß, wodurch bekanntlich am sichersten das Eindringen in den Kern eines Problems ermöglicht wird.

Die formale Behandlung der Übungsbeispiele ist im allgemeinen derart, daß zunächst in einer Vorbemerkung die notwendigen allgemeinen Erklärungen über das Wesen des Versuches, seinen Zweck, seinen Zusammenhang mit bekannteren Tatsachen usw. gegeben werden, dann folgt die genaue Beschreibung des zu benutzenden Apparates (Figuren und Schaltsskizzen) nebst Angaben für seine Herstellung und hierauf die genaue Anweisung zur Ausführung des Versuches, zur Aufzeichnung und Berechnung der erhaltenen Ergebnisse sowie schließlich die Theorie und Erklärung der beobachteten Erscheinungen.

Überall ist ersichtlich, daß der Verfasser sich auf reiche praktische Erfahrungen stützt; er weiß genau, wo das Gelingen eines Versuches durch mangelnde Erfahrungen in Frage gestellt, wo begriffliche Schwierigkeiten seiner Deutung liegen, und er gibt dann die nötigen Hinweise, um diese Klippen zu vermeiden. So wird der Lernende und der Lehrende unterstützt, und unnötiger Zeitverlust durch mangelhaft vorbereitete Versuche vermieden.

Gerade durch die eingehende Behandlung der einzelnen Übungsbeispiele nach der praktischen und theoretischen Seite dürfte dies Werk über sein eigentliches Ziel hinaus auch geeignet sein, dem älteren, aber mit praktischer Elektrochemie nicht vertrauten Chemiker mannigfaltige Aufklärung zu geben; auch für den Schulunterricht wird dem Müllerschen Praktikum manche eigenartige und mit einfachen Mitteln herstellbare Versuchsanordnung zu entnehmen sein.

Koppel, Berlin.

Federley, H., Vererbungsstudien an der Gattung *Pygaera*.

Von dem Autor sind in den letzten Jahren zwei Untersuchungen über Bastardierung¹⁾ erschienen, die in glücklicher Weise Zuchtexperimente (Arbeit 1911) und eingehende Untersuchung des Verhaltens der Geschlechtszellen (Arbeit 1913) verbinden. Federley hat drei Arten der Gattung *Pygaera* (eines Schmetterlings aus der Gruppe der Spinner) zur Kreuzung verwendet. Es gelang ihm auch, die Bastarde bis zur Geschlechtsreife zu bringen. Beinahe erfolglos war der Versuch, diese Bastarde unter sich weiter zu kreuzen; dagegen war es möglich, sie mit der elterlichen Spezies zu paaren und Nachkommenschaft aufzuziehen.

Es ist ein schon oft erörtertes Problem, wie sich die verschiedenen Formen der Vererbung, die bei Kreuzungen zutage treten, aufeinander beziehen lassen. Kreuzen wir zwei Spezies, so entsteht ein intermediärer Bastard, d. h. ein Kreuzungsprodukt, dessen Eigenschaften eine Mittelstufe zeigen zwischen den Eigenschaften der Eltern, und dessen Nachkommen — wenn solche überhaupt entstehen — wieder intermediär sind. Beispiel: Maultier, Maulesel, Bastarde zwischen Pferd und Esel. Kreuzen wir aber nicht zwei Arten, sondern zwei Varietäten der gleichen Spezies, so entstehen sog. „mendelnde“ Bastarde. Die Eigenschaften des Bastards erster Generation (F_1) schlagen in vielen Fällen rein nach einem der beiden Eltern; sie können allerdings auch intermediär sein. Züchtet man jedoch die Bastarde unter sich weiter, so erhält man Nachkommen (zweite Generation, F_2) mit reinen Merkmalen der einen oder anderen Ausgangs-variant. Man sagt: die F_2 -Generation spaltet auf.

Mendelsche Vererbung und intermediäre Vererbung sind nach dem Gesagten gegensätzlich. Doch geht das Bestreben einer Reihe von Forschern dahin, die beiden Vererbungsweisen aufeinander zurückzuführen, und gerade dafür liefern die Untersuchungen Federleys wertvolles Material. Außerdem geben sie Einblicke in das Wesen der Vererbungssubstanz, das heißt desjenigen Teiles der Geschlechtszellen, wo wir den Sitz der Erbanlagen zu suchen haben.

Das Prinzip der Untersuchung ist: durch Untersuchung der Geschlechtszellen selbst einen Einblick in das Verhalten der Vererbungssubstanz zu gewinnen, andererseits an den Bastarden das Verhalten der Eigenschaften, die durch die Vererbungssubstanz übertragen werden, zu untersuchen und durch Vergleichung beider Ergebnisse Aufschluß über den Mechanismus der Vererbung zu erlangen — ein Ziel, das freilich bisher nur zum kleinen Teil erreicht ist.

Als gute Linnésche Arten sollten die *Pygaera*spezies intermediäre Bestände liefern. Dies trifft in der Tat zu, dabei zeigte sich jedoch, daß die Charaktere der Bastarde nicht eigentlich eine Mittelstufe der elterlichen Eigenschaften sind. Vielmehr kommt der intermediäre Charakter des Bastards als ein Mosaik dadurch zustande, daß das eine Merkmal von dem Vater, das andere von der Mutter übernommen wurde. Solches gilt für die Flügel Farbe und die Körperbehaarung der Bastardfalter. Im gleichen Sinn spricht auch der Geschlechtsdimorphismus, der bei einem Teil der Bastarde in auffällender Weise vorkommt.

Besonders wichtig ist für die Frage der Vererbung die zweite Bastardgeneration (F_2), in unserem Fall die durch Rückkreuzung der Bastarde mit den elterlichen Arten gewonnenen Tiere. Sie sind durchweg dem Bastardelter sehr ähnlich. Möglicherweise kommt eine Aufspaltung im Mendelschen Sinne zustande, aber die abweichenden Typen sterben auf früheren Stadien; es bleiben nur die dem Bastardelter ähnlichsten übrig. Hervorzuheben ist, daß bei einem Merkmal der Raupe (Farbe gewisser Warzen) sich Erblichkeit im typischen Mendelschen Sinne nachweisen ließ. Wenn es sich um intermediäre Vererbung handelte, so müßte das Produkt einer Rückkreuzung des Bastards F_1 mit einer der elterlichen Spezies ein Viertelblut liefern, das heißt Individuen mit Eigenschaften, deren jede ungefähr $\frac{1}{4}$ des Charakters der elterlichen Spezies, welche zur Rückkreuzung verwendet wurde, mit $\frac{1}{4}$ der Charaktere der anderen elterlichen Spezies vereinigen. Dies trifft bei den *Pygaera*bastarden niemals zu. Das Zuchtergebnis geht somit im ganzen dahin, daß Mendelsche Vererbung auch bei guten Spezies und nicht nur bei Varietäten vorkommt, daß demnach der Unterschied in der Vererbung bei Speziesbastarden und Varietätenbastarden kein prinzipieller ist.

Die Untersuchung der Geschlechtszellen beschäftigt sich mit dem Chromatin als demjenigen Teil der Zelle, der mit großer Wahrscheinlichkeit als Vererbungssubstanz gelten muß. Die Chromosomen, die einzelnen Elemente des Chromatins, sind bei den von Federley verwendeten Spezies in verschiedener Anzahl vorhanden. Es sei bemerkt, daß die Chromosomenzahl für jede Organismenart konstant ist, und daß von der Eizelle und vom Spermium gleich viele Chromosomen geliefert werden. Es besitzt demnach das befruchtete Ei und gleicherweise jede Zelle des aus diesem Ei hervorgehenden Tieres doppelt so viele Chromosomen als die unbefruchtete Eizelle oder das Spermium für sich allein. Bei der Bildung der Geschlechtszellen wird die Zahl der Chromosomen wieder halbiert, so daß dann, wenn bei der Befruchtung das Ei mit einem Spermium verschmilzt, die normale Zahl wieder erreicht ist. Diese Hal-

¹⁾ Arch. f. Rassen- und Gesellsch.-Biologie 1911 und Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre 1913.

bierung kommt dadurch zustande, daß in denjenigen Zellen, aus denen die Geschlechtszellen hervorgehen, die Chromosomen paarweise verkleben (conjugieren), und zwar jeweilen im mütterlichen Chromosom mit einem väterlichen. Die Paarlinge lösen sich bei der nächsten Zell- und Kernteilung wieder voneinander los und verteilen sich auf die beiden entstehenden Tochterzellen.

Auf diese Weise erhalten die Geschlechtszellen von jedem Chromosomenpaar *entweder* den mütterlichen *oder* den väterlichen Paarling und dies bedeutet, auf die Körpereigenschaften übertragen, *entweder* den väterlichen *oder* den mütterlichen Charakter. Damit ist die Grundlage für die Aufspaltung der Bastardmerkmale — wie sie beim Mendelschen Typus eintritt — gegeben.

Diese Chromosomenpaarung (Conjugation) fällt bei der Geschlechtszellenbildung des Bastards aus. Die Chromosomen der beiden Eltern sind offenbar zu verschieden, als daß eine Paarung stattfinden könnte. Jedes Element teilt sich in *beiden* der Geschlechtszellenbildung vorausgehenden Kernteilungen in gewöhnlicher Weise (äquationell). Die BastardspERMien und -eier bekommen also die ganze und nicht die halbe Chromosomenzahl. Das heißt, wenn wir im Chromatin die Überträger der Eigenschaften des Organismus sehen, soviel, daß jede Geschlechtszelle des Bastards alle väterlichen und alle mütterlichen Charaktere besitzt. Verbindet sich — bei der Rückkreuzung des Bastards mit einem der Eltern — diese Geschlechtszelle mit einer solchen der Eltern, so sind in dem sich entwickelnden Organismus wiederum alle Chromosomen von *beiden* elterlichen Spezies vorhanden; es müssen also in gleicher Weise väterliche und mütterliche Charaktere auftreten, demnach ein Bastard (F_2) entstehen, ähnlich demjenigen der I. (F_1 -) Bastardgeneration. In dem geschilderten Verhalten der Chromosomen liegt die Erklärung dafür, daß ein Aufspalten nach der einfachen Mendelschen Regel nicht zustande kommt.

Dabei ist eine besonders interessante Einschränkung zu machen. Die oben erwähnte Paarung (Conjugation) kommt bei einigen wenigen Chromosomen vor. Dem entspricht, daß einzelne Merkmale — so das oben genannte Raupenmerkmal — in der Tat aufspalten nach Mendelschem Typus. Eine genaue Parallele, womit einzelne Chromosomen als Träger bestimmter Eigenschaften nachgewiesen werden können, ließ sich freilich nicht durchführen.

Es war bisher landläufige Ansicht, daß bei der intermediären Vererbung vor oder während der oben genannten Chromosomenconjugation eine Vermischung der die entsprechenden Eigenschaften übertragenden Vererbungssubstanzen der beiden Eltern zustande käme. Es sollten sich infolge dieser Mischung neue intermediäre Erbanlagen bilden, die sich konstant auf die nächsten Generationen weitererben, womit die Konstanz der intermediären Bastarde erklärt wäre. Eine solche Verschmelzung sollte bei den mendelegenden Bastarden ausbleiben, was deshalb angenommen werden muß, weil in den F_2 -Bastarden des Mendelschen Typus die Charaktere beider Eltern wieder rein auftreten. Diese Anschauung trägt einen Widerspruch in sich selbst. Es ist nicht einzusehen, warum die Vererbungsträger bei Spezieskreuzungen verschmelzen sollen, während sie bei Varietätenkreuzung selbständig bleiben, wo sie einander gerade näher verwandt sind, eine Verschmelzung somit leichter denkbar wäre. Die Beobachtungen *Federleys* haben nun in der Tat gezeigt, daß eine solche Vermischung, als deren sichtbares Indicium die Vorgänge vor und während der Chromosomenpaarung zu betrachten sind, bei

den Pygaera- F_1 -Bastarden fehlt. Auch dies bedeutet einen Schritt zur einheitlichen Auffassung der verschiedenen Vererbungsformen. *Baltzer, z. Zt. Neapel.*

Bolk, L., Odontologische Studien I. Die Ontogenie der Primatenzähne. Versuch einer Lösung der Gebißprobleme. Jena, Gustav Fischer, 1913. VII, 122 S., 74 Abbild. u. 2 Tafeln. Preis: M. 5.—.

Die Entstehung des heutigen Säugetiergebisses mit seinen mannigfachen, der verschiedenartigen Nahrungs- und Lebensweise aufs beste angepaßten, zum Teil hochkomplizierten Zahnformen und seinem einmaligen Zahnwechsel ist noch vielfach dunkel. Sicher ist nur seine Ableitung von den sich in ununterbrochener Folge ersetzenden Zahnreihen der niederen Wirbeltiere. In welcher Weise sich aber die an Zahl zwar geringeren, aber an Qualität so bedeutend vervollkommenen Zähne der heutigen Placentalier aus den weit zahlreicheren, einspitzigen Zähnen jener niederen Vorfahren herausgebildet haben, darüber gehen die Ansichten auch heute noch auseinander. Die einen Autoren nehmen an, daß ein Teil der Zähne ausgefallen ist, während die übrigen bleibenden eine bessere Ausbildung erfuhren (Differenzierungstheorie), während die anderen die heutigen komplizierten Zahnformen aus der Verschmelzung mehrerer einfacher Einzelzähne entstehen lassen (Konkreszenztheorie).

Bolk hat nun an einem außerordentlich reichhaltigen, schier beneidenswerten Material eine Untersuchung der Gebißentwicklung der Primaten vorgenommen und ist zu folgenden bemerkenswerten Resultaten gekommen:

Er weist zunächst darauf hin, daß die Zahnanlagen, die als Anschwellungen am freien Rande der „generellen“ Zahnleiste (Zahn- oder Schmelzleiste der Autoren) entstehen, mit letzterer noch durch eine zweite Leiste, die sogenannte laterale Schmelzleiste, in Verbindung stehen. Legt schon dieses Vorkommen von zwei Schmelzleisten den Gedanken nahe, daß der Primatenzahn eine Doppelbildung ist, aus einer buccalen und lingualen Komponente zusammengesetzt, so erlangt diese Behauptung festen Grund durch den Nachweis, daß auch das Schmelzorgan durch ein bindegewebiges Septum in zwei Teile, einen buccalen und einen lingualen, geteilt ist, und daß die Bildung der Schmelzpulpa in zwei Zentren stattfindet. *Bolk* schließt daraus, daß das Schmelzorgan des Primatenzahnes ein zusammengesetztes Gebilde ist, es besteht aus zwei eng aneinander geschlossenen Einzelorganen, welche jedes mittelst einer eigenen Schmelzleiste mit der generellen Zahnleiste zusammenhängen. Durch Vergleich dieser Beobachtungen mit entsprechenden Bildern bei Reptilien kommt *Bolk* schließlich zu dem bedeutungsvollen Schluß, daß das Schmelzorgan der Primaten homolog ist mit zwei Schmelzorganen der Reptilien, welche in bucco-lingualer Richtung nebeneinander lagern. Diese zwei Schmelzorgane sind identisch mit zwei Reptilienzähnen, also muß der Primatenzahn aus einer Konkreszenz zweier zu zwei verschiedenen Generationen gehörigen Reptilienzähne entstanden sein. Der Säugerzahn im allgemeinen ist also durch Konkreszenz von zwei Reptilienzähnen entstanden, welche einander als eine ältere Generation und eine jüngere verwandt waren, erstere war buccal von der letzteren gelagert.

Die Beziehungen des Reptiliengebisses zum Säugetiergebiß im allgemeinen deutet *Bolk* dann weiter in folgender Weise:

Er geht von der Tatsache aus, daß bei Reptilien die erste funktionierende Zahnreihe anscheinend ursprünglich aus zwei verschiedenen Elementen zusammengesetzt ist, die sich erst sekundär zu einer einzigen Reihe formieren. Die Anlagen der ersten Reihe werden nämlich nicht gleichzeitig angelegt, sondern es alteriert immer eine weiter entwickelte Anlage mit einer in der Ent-

wicklung zurückgebliebenen. Es ist dieses ohne Frage eine sehr zweckmäßige Einrichtung! Wären nämlich alle Anlagen stets gleich entwickelt, so würde das Tier später beim Zahnwechsel mit einem Male sämtlicher Zähne beraubt werden und dem Hungertode preisgegeben sein. Aus diesem Grunde ist immer alternierend ein Zahn in seiner Entwicklung voraus, so daß beim Wechsel stets nur eine Hälfte sämtlicher Zähne außer Funktion gesetzt wird.

Bolk nennt die beiden, die funktionierenden Zahnreihen zusammensetzenden Elemente „Exostichos“ und „Endostichos“ und homologisiert das zeitliche Alternieren der einzelnen Anlagen des Reptiliengebisses mit der wohl lediglich sekundär durch Raumverhältnisse bedingten alternierenden Stellung der Milch- und bleibenden Zähne bei den Säugetieren. Daraus resultiert nun eine ganz andere Auffassung des Säugetiergebisses. Den zwei Zahnreihen der Säugetiere kommt nicht der Wert von Generationen zu, sondern sie sind identisch mit den zwei Reihen des Reptiliengebisses und zwar das Milchgebiß mit dem Exostichos und das bleibende Gebiß mit dem Endostichos.

Während also bei den Säugern die äußere Zahnreihe durch die innere ersetzt wird — es ist ein Reihenwechsel —, bleiben bei den Reptilien beide Reihen das ganze Leben hindurch funktionierend und nur die einzelnen Elemente werden ersetzt, es ist ein Elementarwechsel. Somit ist der Diphodontismus der Säugetiere prinzipiell etwas ganz anderes als der Polyphyodontismus der Reptilien. Die Frage aber, was aus den Zahngenerationen der Reptilien geworden ist, beantwortet *Bolk* auf Grund seiner ontogenetischen Untersuchungen dahin, daß jeder Zahn aus der Konkreszenz zweier Zahngenerationen hervorgegangen ist, und zwar ist, wie vorher schon ausgeführt wurde, an jedem Zahn ein Außenglied und ein Innenglied zu unterscheiden. Jedes von diesen präsentiert eine Generation des Reptiliengebisses.

Die Urform des Säugerzahnes ist aber nicht der einfache Kegelzahn, sondern ein trikonodonter Zahn. Solche trikonodonte Zähne besaßen schon die Cynodontia, jene paläontologische Form, welche sich auch in anderen morphologischen Verhältnissen des Schädels den Säugern am meisten nähert.

Der Säugerzahn, insbesondere der Primatenzahn, ist also entstanden zu denken durch Konkreszenz zweier Generationen von trikonodonten Reptilienzähnen. Die Komplizierung jener Zähne in longitudinaler Richtung ist somit von den Reptilien — wo sie durch Differenzierung entstanden ist — auf die Säugetiere vererbt worden, die Komplizierung der Krone in transversaler Richtung ist die Folge der Konkreszenz von zwei Zahngenerationen, wodurch die Entstehung des Säugerzahnes aus dem Reptilienzahn vollendet wurde. Eben durch diese Konkreszenz wurde die Multiplizität der Zahngenerationen unterdrückt und so konnte man sagen: der Polyphyodontismus der Reptilien ist untergegangen in der Kompliziertheit der Zahnkrone der Säuger in transversalem Sinne.“

Das wäre im wesentlichen der Inhalt der *Bolkschen* Arbeit. In der Hauptsache bringen die Untersuchungen *Bolks* lediglich eine Bestätigung der vom Referenten seit 15 Jahren vertretenen Anschauung über die Entstehung der komplizierten Zahnformen. Bereits 1898 haben *Kükenthal* und Referent auf Grund derselben, allerdings bei anderen Tierformen gefundenen, ontogenetischen Befunde, die *Bolk* heute für die Primaten publiziert, den Nachweis geführt, daß die heutigen Säugetierzähne aus der Verschmelzung einzelner Zähne niederer Vorfahren hervorgegangen sind. In diesem wichtigsten Punkt stimmen unsere Ergebnisse durchaus überein; es

ergeben sich aber auch mancherlei Abweichungen. Keinesfalls teile ich die Anschauung *Bolks* über die Beziehung der Säugetierdentition zu den Reptilienzahnreihen, die übrigens auch nicht neu ist, sondern in der alten Baumeschen Theorie vom Scheindiphodontismus der Säugetiere bereits einen Vorgänger besitzt, und auch sonst kann ich mich mit den vorgetragenen Ansichten nicht immer einverstanden erklären. Es würde aber zu weit führen, an dieser Stelle in eine ausführliche Kritik einzutreten. Ich habe viele dieser Fragen in einer soeben erschienenen¹⁾ Arbeit eingehender behandelt, worauf ich hiermit verweise. Jedenfalls ist das *Bolksche* Buch mit Freuden zu begrüßen. Gerade die Stammesgeschichte des Gebisses bietet eine solche Fülle weittragender Probleme, daß jeder Versuch, Licht in das Dunkel zu bringen, unseres größten Interesses gewiß sein darf.

Adloff, Greifswald.

Astronomische Mitteilungen.

Die *Bewohnbarkeit der Planeten* behandelt der englische Astronom *F. W. Maunder*, der Leiter der mit dem Greenwicher Observatorium verbundenen Sonnenwarte, in einer bei Harper and Brothers zu London und New York soeben erschienenen Broschüre. Diese schon seit den ältesten Zeiten allgemein interessierende Frage, die jedoch mehr eine naturphilosophische als eine astronomische sein dürfte, wird von *Maunder* dadurch etwas wissenschaftlich präzisiert, daß sie nur auf das etwaige Vorhandensein von *menschlichen Wesen* auf anderen Himmelskörpern beschränkt wird. Daß alle Sonnen (unser Zentralkörper und die sämtlichen Fixsterne) ebenso wie der Erdmond unbewohnbar sind, geht schon aus der Konstitution dieser Himmelskörper hervor. Von besonderem Interesse ist die Frage nach der Bewohnbarkeit der *Planeten* unseres Sonnensystems, wobei drei Grundbedingungen als maßgebend für die etwaige Existenz menschlicher Wesen bezeichnet werden: das Vorhandensein von Wasser (H_2O), der durch die Masse (Schwerkraft) verursachte Druck der Atmosphäre und die Temperaturverhältnisse. Ohne Wasser kann selbst die niedrigste Form von Lebewesen nach unseren Vorstellungen nicht existieren; aber auch sogar beim Vorhandensein von Wasser müssen manche Planeten unbewohnbar sein. Dies trifft in erster Linie bei den großen äußeren Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun zu. Einmal sind ihre Massen so groß, daß der atmosphärische Druck entsprechend der erheblich größeren Schwerkraft daselbst für menschliche Wesen unerträglich wäre. Dann reicht der Einfluß der Sonnenwärme auf jenen im übrigen wahrscheinlich auch noch feurigflüssigen Planeten durchaus nicht zur Entfaltung organischen Lebens aus. Auch für den innersten Planeten Merkur, der der Sonne stets dieselbe Seite beim Umlauf zuwendet und dessen eine Hälfte daher den sengenden Sonnenstrahlen, dessen andere aber der eisigen Kälte des Weltraumes ausgesetzt ist, trifft die Annahme der Bewohnbarkeit kaum zu. Es bleiben eigentlich nur die Planeten Venus und Mars übrig, die aber nach Ansicht von *Maunder* wohl auch kaum von menschenähnlichen Wesen bewohnt sein können. Für den Planeten Mars z. B., der im allgemeinen der Erde ziemlich ähnlich ist, rechnet *Maunder* aus, daß weder der geringe Luftdruck

¹⁾ *Adloff, P.*, Zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Zahnsystems nebst Bemerkungen zur Frage der prä-laktealen Dentition, der sogenannten Konkreszenztheorie und der Entwicklung des Säugetiergebisses überhaupt. Archiv. für mikroskopische Anatomie Bd. 28, Abt. I, 1913.

noch die tiefe Durchschnittstemperatur der Atmosphäre nach unseren Begriffen, als vorteilhaft für menschenähnliche Wesen bezeichnet werden können.

Zur Beobachtung der nächsten in Europa sichtbaren totalen Sonnenfinsternis, die am 20. August 1914 stattfindet, wird von der Argentinischen Nationalsternwarte zu Cordoba eine große astronomische Expedition unter Leitung von Prof. Perrine nach Südrussland geschickt werden, um in der Nähe des Schwarzen Meeres diese besonders für die Erforschung der Corona wichtige Himmelserscheinung eingehend zu verfolgen. Man hofft, daß sich auch Astronomen von deutschen Sternwarten an dieser Expedition beteiligen werden.

Eine abgekürzte Methode zur Bahnbestimmung von Planeten nach drei Beobachtungen bei kleinen und mäßig großen Zwischenzeiten teilt Prof. Harzer (Kiel) in Nr. 4674 der *Astronomischen Nachrichten* mit. Das in theoretischer Hinsicht nicht wesentlich, in praktischer Beziehung aber erheblich gegen die Gaußschen Methoden veränderte Rechnungsverfahren gestattet die Auswertung der Planetenbahn in viel schnellerer und einfacherer Weise auszuführen. Für die beiden kleinen Planeten 694 Eckard und 704 Interamnia sind die Bahnrechnungen sowohl nach der älteren Gaußschen Methode als auch nach dem abgekürzten Harzerschen Verfahren durchgeführt worden.

Für eine tiefere und gründlichere Erforschung des Planeten Jupiter tritt Ph. Fauth in überzeugender Weise im neuesten Heft (Nr. 7 vom August 1913) der *Mitteilungen der V. A. P.* ein. Neben dem Planeten Mars ist gerade Jupiter, der als zweite Sonne im Planetensystem gelten kann, ein wertvoller „Spiegel der Vorgänge innerhalb des Sonnenreiches“, und doch kennen wir die Oberflächenbeschaffenheit sowie die Veränderungen auf jenem größten aller Planeten viel weniger genau, als die entsprechenden Vorgänge auf dem viel unscheinbareren Mars. Fauth schlägt eine dauernde Überwachung der Jupitertopographie auf Sternwarten in besonders günstigen klimatischen Zonen vor, und zwar womöglich auch mit großen Spiegelteleskopen.

Über einen großen Meteorsteinfall, der am 19. Juli 1912 bei Holbrook im nordamerikanischen Staate Arizona stattgefunden hat, berichtet L. Hapke-Bremen im neuesten Heft Nr. 10 der illustrierten naturwissenschaftlichen Monatsschrift *Himmel und Erde*. Dieser Steinregen aus dem Weltall ist einer der bedeutendsten aller Zeiten gewesen; im neunzehnten Jahrhundert sind im ganzen sieben große Meteorsteinfälle bekannt geworden, die in Frankreich, Mähren, Polen, Ungarn und Nordamerika niedergingen. Der neueste Meteorsteinfall in Arizona, dessen Einzelheiten im *American Journal of Science* von Warren Foote zusammengestellt sind, dauerte etwa eine Minute, wobei über 14 000 Meteorsteine im Gesamtgewicht von 122 kg niederfielen. Die meisten waren nur von Erbsengröße, einige wogen aber über 6 kg. Das Niedergehen derselben wurde von Augenzeugen in ähnlicher Weise beschrieben, wie das Einschlagen von Geschossen in den Boden; beim Aufsammeln der Meteore, wobei sich etwa 100 Personen beteiligten, waren einige Aeorithe noch so heiß, daß man sie nicht berühren konnte. Die chemisch-mineralogische Untersuchung der Holbrook Aeorithe ergab hauptsächlich Tonerdesilikate vom spezifischen Gewicht 3,2 mit kleinen Kristallen von Olivin und Quarz, während nur sehr wenig Eisenverbindungen (kaum 4 Prozent) nachgewiesen werden konnten; man hat es daher mit den sogenannten Steinmeteoriten in diesem Falle zu tun. Ferner läßt sich zeigen, daß der jenem Meteorfall zugrunde liegende Sternschnuppenregen als Vorläufer der hauptsächlich im August auftretenden Perseiden zu betrachten ist, die in der Bahn des Tuttle'schen Kometen als dessen

Auflösungsprodukte einhergehen. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß die wertvollsten Meteoritensammlungen sich in Wien, London, Paris, Berlin und Philadelphia befinden.
A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Ein Mensch ohne Großhirn. L. Edinger und B. Fischer (*Pflüg. Arch.* Bd. 152, 1913, p. 535—561) teilen einen Fall mit, der einzig in der medizinischen Erfahrung dasteht. Es handelt sich um ein Kind von 3½ Jahren, bei dem sich bei der Sektion das völlige Fehlen des Großhirns, ja des ganzen als „Neuhirn“ (Neencephalon) bezeichneten Teils des Zentralnervensystems ergab. Allen Wirbeltieren ist das Urhirn (Paläencephalon) gemeinsam, das bei den Fischen allein vorhanden und insofern ist, alle Funktionen zu erfüllen, die das Tier zur Selbsterhaltung braucht. Bei den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren entwickeln sich immer stärker die Bildungen des Neuhirns, dessen wesentlichste Teile die Großhirnhemisphären und die aus ihnen entspringenden Pyramidenbahnen sind.

In der physiologischen Literatur spielt seit langem der berühmte Hund eine große Rolle, dem Goltz das ganze Großhirn entfernt hatte, und der in diesem Zustande noch 3 Jahre lebte. An ihm konnten die Ausfallserscheinungen genau studiert werden, die der Verlust des Neuhirns zur Folge hat, und es ergab sich dabei, daß auch ohne diesen Apparat der Hund eine ganze Reihe selbständiger Leistungen vollbringen konnte. Er lief ruhelos umher, konnte auch klettern, Urin und Kot wurden in normalen Körperhaltungen entleert, Wachen und Schlaf wechselten ab, beim Füttern wurde der Napf leer gefressen, sobald die Schnauze des Tieres, das ja nicht mehr sehen, riechen und schmecken konnte, mit ihm in Berührung gebracht wurde.

Wie sich ein Mensch ohne Großhirn verhalten würde, darüber lagen bisher keine Erfahrungen vor. Wohl sind schon mehrmals Neugeborene beschrieben worden, denen das Großhirn fehlte, aber diese lebten stets nur wenige Tage und zeigten in ihren Bewegungen (Saugen, Schreien, Lidschluß, Bewegungen der Glieder, auch einzelne mimische Bewegungen) keinen Unterschied gegenüber normalen Neugeborenen, so daß in diesem Stadium der Entwicklung das Großhirn noch gar keine Rolle zu spielen scheint, wofür auch die Tatsache spricht, daß beim Neugeborenen noch keine markhaltigen Nervenfasern eine Verbindung zwischen Urhirn und Neuhirn herstellen.

Hier aber hat ein Kind fast vier Jahre lang gelebt, es liegen hinreichende Beobachtungen (der Mutter) über sein Verhalten während dieser Zeit vor, und die makroskopische wie mikroskopische Untersuchung ergab ein völliges Fehlen des Neuhirns. Die Großhirnhemisphären sind zu dünnwandigen Cysten umgewandelt, es zieht keine einzige markhaltige Nervenfasern vom Neuhirn zum Urhirn, die Pyramidenbahnen fehlen vollständig. Dagegen ist das Urhirn in allen seinen Teilen normal entwickelt und entspricht etwa demjenigen eines zweijährigen Kindes.

Es ist nun erstaunlich, wieviel weniger dieser Mensch ohne Großhirn zu leisten vermochte als der erwähnte Goltz'sche Hund. Das Kind hat in dauerndem Schlaf gelegen, die Arme waren kontrahiert, und fast bewegungslos lag das Wesen 3¼ Jahre da. Nie wurden die Hände zum Greifen oder Halten benutzt. Vom zweiten Jahre an hat das Kind immerwährend geschrien, durch Andrücken, besonders des Kopfes, konnte das Geschrei sofort gestillt werden. Es war nicht möglich, irgend-

eine seelische Reaktion zu finden, zu dem Kinde in Beziehung zu treten, oder gar es etwas zu lehren.

Dieser Fall zeigt sehr deutlich, wie die Leistungen des Großhirns in der Wirbeltierreihe an Bedeutung gewinnen; wie die höheren Tiere, und ganz besonders der Mensch, immer mehr von dem Neuhirn abhängig werden, ja, daß der Mensch die Leistungen desselben gar nicht mehr entbehren kann. Das Kind ohne Großhirn „war weniger leistungsfähig als ein Fisch oder als ein Frosch ohne Großhirn“. P.

Eine originelle Methode zur Bestimmung des **Energieumsatzes bzw. der Arbeit einzelner Organe** ist von F. *Tangl* angegeben worden. Um z. B. die Größe der Nierenarbeit zu bestimmen, mißt *Tangl* zunächst den Gaswechsel (O_2 -Verbrauch und CO_2 -Produktion) und eventuell auch die Wärmeproduktion bei normalen Tieren. Hierauf werden diesen Tieren die Nieren exstirpiert und sofort aufs neue der Gaswechsel bzw. die Wärmeproduktion gemessen. Die zu beobachtende Verminderung dieser Größen bei in dieser Weise operierten Tieren gibt die Größe der Nierenarbeit an. Die etwaigen Bedenken gegen eine derartige Methodik weiß *Tangl* zu widerlegen und diese Widerlegung ist um so überzeugender, als die nach dieser Methode gewonnenen Werte mit jenen nach anderen Methoden erhaltenen in Übereinstimmung sind. Auf diese Weise erhielt *Tangl* für die Größe der Nierenarbeit bei der weißen Ratte pro Stunde und 100 Gramm Körpergewicht 62,2 Grammkalorien, was 8,2 % des Gesamtenergieumsatzes des Tieres ausmacht. Die Minutenarbeit pro Gramm Niere berechnete sich also auf 0,75 Grammkalorien. Nach derselben Ausschaltungsmethode bestimmten die Schüler *Tangls*, St. *Cserna* und G. *Kelemen*, die Größe der Arbeit kranker Nieren. Sie erzeugten mit Hilfe von Giften oder durch Zirkulationsstörungen künstliche Nephritis und bestimmten nun den Energieumsatz dieser kranken Tiere vor und nach der Nierenexstirpation. Es ergab sich die wichtige Tatsache, daß die Arbeit der kranken Nieren bedeutend größer ist als die der gesunden; nur wenn die Erkrankung so schwer war, daß sie zu einem völligen Aufhören der Harnsekretion führte, erwies sich die Arbeit als geringer. Die in analoger Weise von *Verzár* bestimmte Arbeitsgröße der Milz erwies sich als sehr gering. Für kalorimetrische Untersuchungen an kleineren Tieren, wie z. B. Ratten, hat *Tangl* ein sehr gutes **Respirationskalorimeter** angegeben. Dieses besteht im wesentlichen aus zwei dünnwandigen und gegen Wärmeverluste (mittels Dewarscher Flaschen) sehr gut isolierten Kupferzylindern, die miteinander durch einen Kupferdraht verbunden sind und von welchen je ein Draht zu einem Galvanometer führt. In den einen Zylinder kommt das Versuchstier, welches sich außerdem in einem kleinen Drahtkäfig befindet, unter dessen Boden ein Behälter mit Paraffinöl angebracht ist, der den Zweck hat, etwaige Exkremente aufzufangen und so eine Wärmeverluste bewirkende Verdunstung zu vermeiden. Erwärmt sich nun der Zylinder mit dem Versuchstiere, so entsteht ein Thermostrom, der durch den Ausschlag des Galvanometers angezeigt wird. Der andere Zylinder kann aber mit Hilfe einer Drahtspirale, durch welche, genau regulierbar, ein elektrischer Strom hindurchgeschickt wird, geheizt werden. Ist die Wärmeproduktion der Spirale gleich jener des Tieres, so besteht zwischen beiden Zylindern keine Temperaturdifferenz, es besteht also auch kein Thermostrom und der Galvanometeraussschlag ist gleich Null.

Der Zylinder mit dem Tiere wird ständig mit trockener, kohlensäurefreier Luft durchströmt, welche nach ihrem Austritt aufgefangen und in der die vom Tiere abgegebene Kohlensäure bestimmt wird. Die ganze Apparatur befindet sich während des Versuches in einem Thermostaten. (*Bioch. Zeitschr.* Bd. 53, 1913.) J. M.

Bekannterweise befinden sich alle quergestreiften Muskeln des Körpers in einem beständigen Zustande leichter Kontraktion, die sofort verschwindet, wenn der zu den betreffenden Muskeln führende Nerv durchtrennt oder auch schon, wenn alle in das Zentralnervensystem führenden afferenten (sensiblen) Nerven durchschnitten werden. S. de Boer hat nun kürzlich die physiologisch höchst wichtige und interessante Entdeckung gemacht, daß die Erregungen, welche diesen Zustand leichter Dauerkontraktion (Tonus) bewirken, nicht direkt aus dem Zentralnervensystem zu dem Muskel gelangen, sondern auf Bahnen des sympathischen Nervensystems. Vom Grenzstrange des Sympathicus gehen nämlich feine Nervenstämmchen zu den direkt aus dem Rückenmark entspringenden Spinalnerven, die sogenannten Rami communicantes. Werden diese allein durchschnitten, so verschwindet der Tonus der entsprechenden Muskeln in ganz der nämlichen Weise, als wenn der ganze Spinalnerv durchschnitten worden wäre. Der Tonusverlust nach Durchschneidung des Nervenstammes ist also einzig und allein auf die Durchtrennung der in ihm verlaufenden sympathischen Fasern zurückzuführen. Daraus geht aber die höchst bedeutungsvolle Tatsache hervor, daß die **quergestreifte Muskulatur eine doppelte Innervation besitzt**: eine direkte Innervation von seiten des zentralen Nervensystems auf dem Wege über die markhaltigen Fasern der Spinalnerven und eine Innervation von seiten des sympathischen Nervensystems. Die Erregungen, welche über den ersteren Weg verlaufen, bewirken die schnellen und ausgiebigen Kontraktionen, die wir an den quergestreiften Muskeln beobachten können, die Erregungen von seiten des Sympathicus führen zu dem leichten Dauerkontraktionszustande. Wahrscheinlich spielen dieselben eine äußerst wichtige Rolle in der Funktion des Muskelapparates, wofür viele Tatsachen sprechen und wie es uns sicherlich die zukünftigen Forschungen zeigen werden. (*Folia neuro-biol.* Bd. VII, h. 4/5, 1913.) J. M.

Die **Absorptionsfähigkeit des Palladiumschwammes für Wasserstoff** wurde von Gutbier, Gebhardt und Ottenstein für verschiedene Temperaturen bestimmt. Nach diesen Untersuchungen vermag ein Volumen Pd bei -- 50° 917 Vol. H aufzunehmen, bei 0° 880, bei 20° 661, bei 40° 735 und bei 105° 754 Vol. H. Bei Erniedrigung der Temperatur stellt sich also eine erhebliche Zunahme des okkludierten Wasserstoffs ein, und bei Zimmertemperatur ist sein Betrag gerade am niedrigsten. (*Chem. Ber.* 46, 1453, 1913.) Mk.

Die **Kristallformen von einigen Gasen und Flüssigkeiten** hat W. Wahl durch Abkühlung auf sehr tiefe Temperaturen ermittelt. Er fand Stickstoff, Argon und Methan regulär, Äthyläther rhombisch. Die Kristalle des Äthylalkohols waren zu klein, um ihre Form mit Sicherheit feststellen zu können, sie sind entweder rhombisch oder monoklin oder triklin. Ebenso die von Aceton, Methylalkohol und Schwefelkohlenstoff entweder monoklin oder triklin. (*Proc. Roy. Soc. London* 87, 371, 1912.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 37.

12. September 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Zur Radium-Biologie. Von *Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Oscar Hertwig, Berlin.* S. 873.

Neue Elemente? Von *Privatdozent Dr. Hans v. Liebig, Gießen.* S. 878.

Der gegenwärtige Stand der Temperaturmessungen und die Temperaturskala. Von *Prof. Dr. J. Koppel, Berlin.* S. 882.

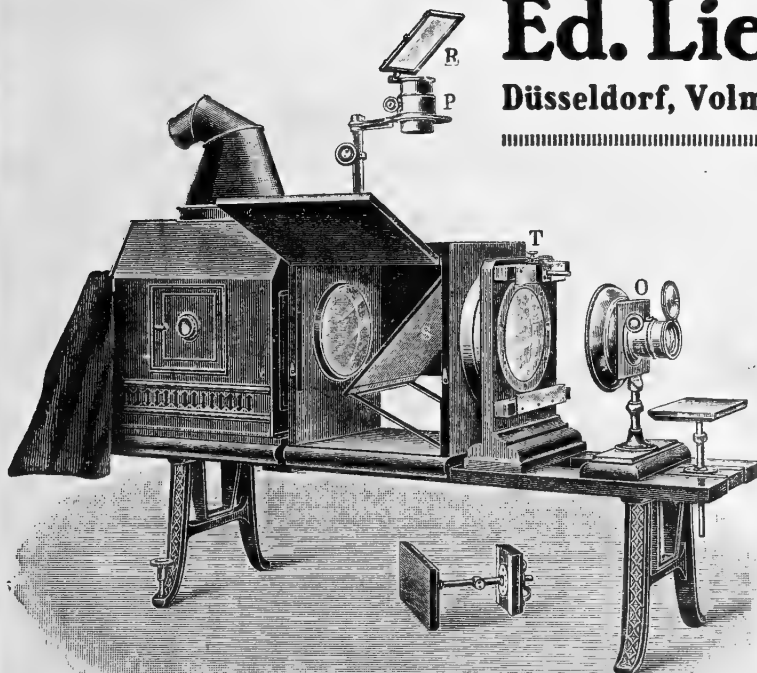
Zur Geschichte der Naturphilosophie. Von *Dr. M. Kronenberg, Berlin.* S. 888.

Besprechungen. S. 893.

Astronomische Mitteilungen. S. 894.

Ornithologische Mitteilungen. S. 895.

Kleine Mitteilungen. S. 896.



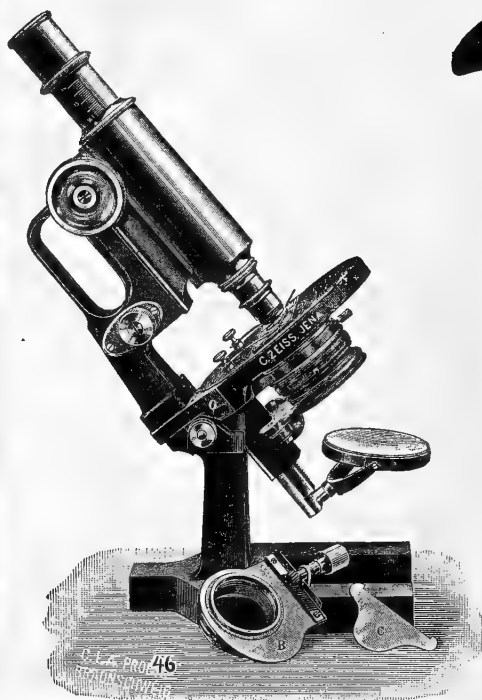
Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate
Epidiaskope
Kinematographen

Instrumente
für optische
Versuchs-
anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

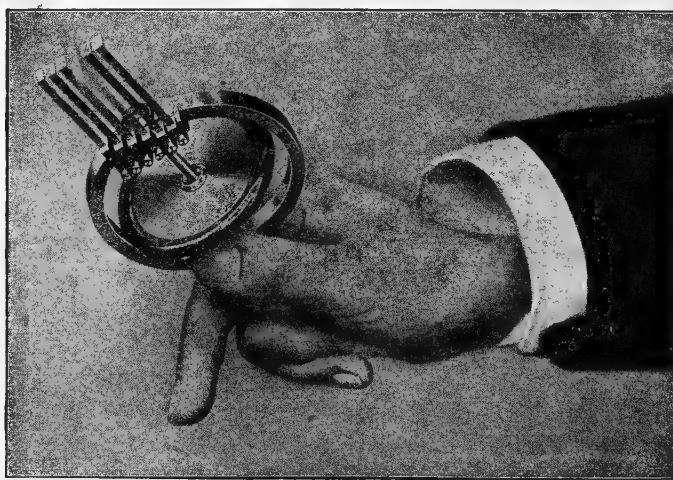
Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

Zur Radium-Biologie.

Dem XVII. internationalen Kongreß der Medizin (London 1913) erstatteter Bericht über „Die Wirkung der radioaktiven Körper und der Strahlungen auf normale und pathologische Gewebe“.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Oscar Hertwig.
Berlin.

Die Entdeckung der radioaktiven Substanzen hat in kurzer Zeit nicht nur eine große Umwälzung in unseren chemisch-physikalischen Anschauungen hervorgerufen, sondern auch auf biologischem Gebiet zu überraschenden Entdeckungen geführt und neue Forschungswege eröffnet. Schon jetzt steht fest, daß wir auch für biologische und medizinische Zwecke in den Präparaten von Radium und Mesothorium Mittel von eminenter Wirksamkeit besitzen, durch welche sich der Lebensprozeß von Pflanzen und Tieren beeinflussen läßt.

Bei einer wissenschaftlichen Behandlung unseres Themas ist von Wichtigkeit, sich gleich von vornherein darüber klar zu werden, auf welche Bestandteile des lebenden Organismus die Radium- und Mesothoriumstrahlen ihre Wirkung ausüben. Anfangs hat die von Schwarz 1903 aufgestellte Lecithinhypothese vielen Beifall gefunden. Auf Grund von Befunden, die sich bei längerer Bestrahlung des Dotters vom Hühnerei ergeben hatten, wurde angenommen, daß durch die Strahlen das im Organismus weit verbreitete Lecithin zersetzt werden sollte, daß bei dieser Zersetzung giftige Spaltungsprodukte, wie zum Beispiel Cholin, entstehen und nun ihrerseits eine Reihe verschiedener biologischer Erscheinungen verursachen sollten. Geleitet von derartigen Anschauungen, hat man in der Medizin schon den Versuch gemacht, durch Einführung von Cholin in den tierischen Körper die Wirkung der Radiumstrahlung, wie man meinte, auf direktem Wege zu ersetzen (Imitation der Strahlenwirkung nach Werner).

Indessen läßt sich schon jetzt auf Grund ausgedehnter Untersuchungen die Behauptung aufstellen und im einzelnen näher begründen, daß die Lecithinhypothese zur Erklärung der biologischen Radiumwirkungen nicht länger aufrechterhalten werden kann. Denn einmal „hält sie einer Kritik auf chemischer Basis“, wie Neuberg bemerkt, nicht stand. „Die dem Lecithin früher zugeschriebene, spezifische Radiumempfindlichkeit existiert nach neueren Befunden nicht“, da es schon von selbst leicht zersetzlich ist. Noch mehr aber ist die Hypothese durch das biologische Experiment erschüttert, zugleich aber auch Ersatz für sie durch den sicheren mikroskopischen Nachweis erbracht worden, daß die *Kernsubstanzen* es sind, welche durch kürzere oder längere Bestrahlung in ihren Lebenseigenschaften beeinflußt und in tief eingreifender Weise verändert werden.

Folgendes sind hierfür die wichtigsten Beweise: Erstens wird der Kernteilungsprozeß mit seinen cha-

rakteristischen Phasen durch die Bestrahlung in auffälliger Weise verändert. Zum Studium der Veränderungen sind die geeignetsten Versuchsobjekte frisch befruchtete Eier von *Ascaris megalocephala*. Werden dieselben auf dem Stadium, wo Ei- und Samenkern noch nebeneinander liegen, längere Zeit bestrahlt und dann sich selbst zur weiteren Entwicklung überlassen, so kommt es nicht mehr zur Ausbildung der bekannten vier großen, schleifenförmigen Chromosomen, sondern es treten an ihrer Stelle nur vier unregelmäßige Haufen von größeren und kleineren Chromatinkörnchen auf, die sich im weiteren Verlauf in Tochtergruppen in gleichfalls unregelmäßiger Weise trennen. Auch läßt sich hierbei eine Ausschaltung einzelner Chromatinteilchen aus dem Verband mit den übrigen und eine Umwandlung in einzelne isolierte Kernbläschen beobachten. Der Verlauf der Zellteilung erfährt bei längerer Bestrahlung eine erhebliche Verzögerung und kann schließlich zu vollem Stillstand gebracht werden.

Einen zweiten Beweis liefert die Bestrahlung der männlichen Keimzellen vor ihrer Verwendung zur Befruchtung des Eies. Hierüber liegen ausgedehnte Untersuchungen an *Rana fusca* vor. Schon eine kurze Bestrahlung geringeren Grades genügt, um Veränderungen in der Konstitution der Samenfasern hervorzurufen. Mikroskopisch lassen sich die Veränderungen allerdings auch bei stärkster Vergrößerung nicht wahrnehmen. Denn der bestrahlte Samenfaden läßt sich von einem unbestrahlten in nichts unterscheiden, wie er denn auch die Fähigkeit, durch Geißelschlag sich fortzubewegen, in das Ei einzudringen und es zu befruchten, behalten hat, solange die Bestrahlung nicht über eine maximale Grenze hinaus fortgesetzt worden ist. Dagegen macht sich die durch Radiumstrahlung im Samenfasern hervorgerufene Wirkung in der Entwicklung des durch ihn befruchteten Eies in auffälligen Veränderungen bemerkbar. Durch die Befruchtung ist die Radiumwirkung geradezu unmittelbar auf das Ei übertragen worden. Je nach dem Grad der vorausgegangenen Bestrahlung wird der Furchungsprozeß verlangsamt, nimmt die Gastrulation, die Bildung des Zentralnervensystems usw. einen gestörten Verlauf, entstehen, wenn die Entwicklung ihren Fortgang genommen hat, eigentümliche, pathologisch veränderte Larven, welche ich wegen ihres veränderten Aussehens im Vergleich zu normalen als Radiumlarven bezeichnet habe.

Wenn wir uns angesichts dieser Tatsache die Frage vorlegen, wie der winzige Samenfaden auf das viele Millionen mal größere Froschei schon bei minimaler Bestrahlung die Radiumwirkung übertragen, seine Entwicklung bis auf spätere Stadien beeinflussen und sich in den verschiedensten Organen durch Veränderung ihrer Formbildung und durch Degeneration einzelner Zellen geltend machen kann, so kann die Antwort nicht anders ausfallen, als daß es die im Kopf des Samenfadens enthaltene, be-

strahlte Kernsubstanz ist, welche die Radiumwirkung auf das Ei überträgt. Denn von dem im Samenkern enthaltenen Chromatin wissen wir, daß es das Vermögen besitzt, im Ei zu wachsen und sich auf dem Wege der Karyokinese periodisch zu vermehren. Wir wissen auch außerdem noch durch systematisch angestellte Versuche, daß die Fähigkeit zur Vermehrung und Teilung durch die Radiumbestrahlung nicht zerstört wird, solange sie einen bestimmten Grad der Intensität nicht übersteigt. Von diesem Gesichtspunkt aus wird die Wirkung des bestrahlten Spermachromatins im Ei leicht verständlich. Denn wenn es auch anfangs bei der Befruchtung nur eine homöopathische Dosis vorstellt, so wird diese doch Schritt für Schritt mit dem Entwicklungsprozeß vermehrt, im gesamten Eiinhalt gleichmäßig verteilt und jeder Embryonalzelle zugeführt.

Zur Veranschaulichung und Aufklärung der Sachlage habe ich mich schon öfters eines Vergleichs der Samenfäden mit einem *Contagium vivum bedient*, welches im tierischen Organismus eine Infektionskrankheit verursacht. „Ein einzelner Milzbrandbazillus, durch eine Wunde in den menschlichen Körper eingeführt, ist ein sehr harmloser Eindringling, solange er sich nicht vermehrt, auch wenn er einem allergiftigsten Stamm angehört. Durch seine chemischen Eigenschaften allein kann er gewiß auch nicht die geringfügigste Erkrankung hervorrufen, solange er vereinzelt bleibt, dagegen in wenigen Tagen das Leben vernichten, wenn er in rapider Vermehrung eine Nachkommenschaft erzeugt hat, welche mit dem Blut alle Organe und Gewebe des erkrankten Tieres überschwemmt. So wirkt auch der bestrahlte Samenfaden nicht als Träger von zersetztem Lecithin oder irgendeiner anderen leblosen organischen Substanz, sondern als vermehrungsfähiger, lebender Körper, der durch Bestrahlung uns unbekannte Veränderungen in seiner Konstitution erfahren hat. Gerade durch Berücksichtigung dieses Punktes, der außerordentlichen Vermehrungsfähigkeit der lebenden Substanz, ist die *biologische* der rein chemischen Hypothese zur Erklärung der uns vorliegenden Erscheinungen von vornherein sehr weit überlegen.“

Ebenso schlagend wie dieser zweite, ist ein dritter Beweis. Man kann den eben besprochenen Versuch auch in umgekehrter Weise ausführen. Man kann anstatt des Samenfadens das reife Ei bestrahlen und darauf mit einem normalen, d. h. unbestrahlten Samenfaden befruchten. Man erhält so zwei parallele Versuchsreihen, die ich als B- und C-Serie unterschieden habe und deren Ergebnisse sich zum Vergleich eignen. Anhänger der Lecithinhypothese müßten nun erwarten, daß in der C-Serie, in der das Ei vor der Befruchtung bestrahlt worden ist, die Entwicklung viel schlechter als in der B-Serie mit ihrer Bestrahlung des Samenfadens ausfällt. Denn wenn sich auch Lecithin aus dem Samen gewinnen läßt, so stellt doch das Hauptdepot desselben der Nahrungsdotter des Eies dar. Daher müßten ohne Zweifel durch Bestrahlung des Eies viel mehr giftige Zersetzungsprodukte als durch Bestrahlung des winzigen Samenfadens entstehen; demnach müßte in der C-Serie die Entwicklung in ungleich stärkerer

Weise als in der B-Serie geschädigt werden. In Wirklichkeit ist aber der Grad der Schädigung in beiden Fällen nahezu der gleiche. Ob nur der winzige Samenfaden oder nur das im Vergleich zu ihm riesengroße Froschei vor der Befruchtung bestrahlt worden ist, macht für die Entwicklung des gepaarten Produktes kaum einen Unterschied aus.

Bei der Annahme der Lecithinhypothese bleibt dieser Ausfall des Doppelexperimentes vollkommen unverständlich, erklärt sich aber sofort in der einfachsten Weise durch unsere Theorie, daß durch die Radiumbestrahlung in erster Linie die Kernsubstanzen der beiden Geschlechtszellen affiziert werden und für den pathologischen Ablauf des Entwicklungsprozesses radiumkranker Eier verantwortlich zu machen sind. Denn wie wir aus der Lehre vom Befruchtungsprozeß ja sicher wissen, sind im Keimkern des befruchteten Eies äquivalente Mengen von mütterlicher und von väterlicher Kernsubstanz zu einer gemischten Anlage zusammengetreten. Daher bestehen in der B- und C-Serie die aus Amphimixis hervorgegangenen Kerne aus je einer Komponente gesunder und einer Komponente radiumkranker Substanz, welche zusammen den Verlauf der Entwicklung bestimmen. Da liegt es denn wohl klar auf der Hand, daß es keinen großen Unterschied für den Ausfall des Entwicklungsproduktes ausmachen kann, ob die gesunde oder die radiumkranke Substanz vom Ei- oder Samenkern abstammt. So ist denn von unserem Standpunkt aus der gleichartige Ausfall der Ergebnisse der B- und C-Serie ohne weiteres verständlich, während er für den Anhänger der Lecithinhypothese im Hinblick auf den kolossalen Unterschied in der bestrahlten Substanzmasse vom Ei und vom Samenfaden in jeder Beziehung unerklärlich bleibt.

Nicht minder überzeugend wird unser vierter Beweis sein. Wie schon früher kurz angedeutet wurde, wirkt die Bestrahlung der Keimzellen auf ihre Kernsubstanzen um so mehr schädigend ein, je intensiver sie war. Hierbei kann man eine Steigerung der Intensität auf zwei Wegen erreichen, entweder indem man bei der Bestrahlung Präparate von verschiedener Stärke verwendet, oder indem man ein schwaches Präparat kürzere oder längere Zeit, wenige Minuten bis viele Stunden einwirken läßt. Auf diese Weise kann man einen derartigen Grad der Schädigung erreichen, daß zwar die Keimzellen noch am Leben bleiben, ihre Kernsubstanz aber die Fähigkeit zu wachsen und sich durch Karyokinese zu vermehren vollkommen eingebüßt hat.

Was geschieht nun, wenn ein normales Ei mit einem bis zur maximalen Grenze bestrahlten Samenfaden befruchtet wird? Unter maximaler Grenze verstehe ich hierbei eine Bestrahlungsintensität, in welcher ein Samenfaden zwar noch beweglich und befruchtungsfähig geblieben, aber in seiner Kernsubstanz so geschädigt ist, daß sie ihre Vermehrungsfähigkeit verloren hat. In diesem Fall beginnt sich das Ei in anscheinend normaler Weise zu entwickeln, ja es liefert nach längerer Zeit sogar ein sehr viel besseres Entwicklungsprodukt, als bei einer nur kurzen Bestrahlung des Samenfadens. Zu einer Zeit, wo bei dieser die Embryonen schon abgestorben

sind, entwickeln sie sich noch kräftig weiter; es entstehen Larven, die aus der Gallerthülle ausschlüpfen, die zu dieser Zeit mit allen Organen wie normale Kontrollarven (Fig. 1 a) ausgestattet sind, trotzdem aber sich in vielen Punkten von diesen unterscheiden lassen, so zum Beispiel schon auf den ersten Blick durch eine geringere Größe (Fig. 1 b), die wenigstens um ein Drittel hinter derjenigen der Kontrollarven zurückgeblieben ist. In großer Anzahl ausgeführte Experimente beseitigen jeden Zweifel an der Richtigkeit der Tatsache, daß maximale Bestrahlung der Samenfäden das Ei in seiner Entwicklung außerordentlich viel weniger schädigt, als Bestrahlung von geringeren Graden.

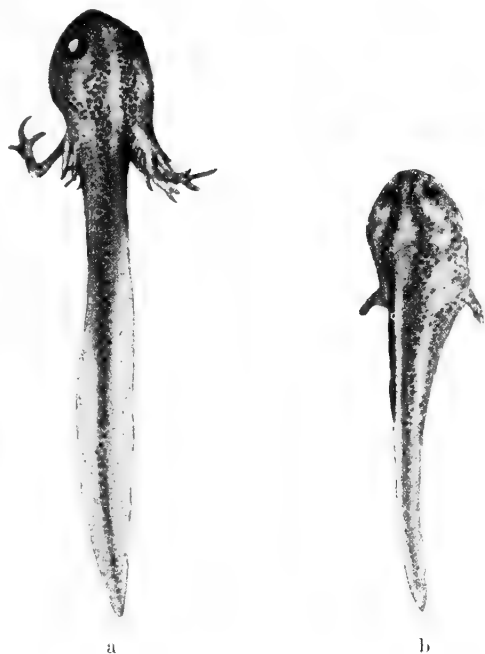


Fig. 1a u. b. 2 Larven von *Triton taeniatum* im Alter von 27 Tagen. Die größere Larve a entstammt einer normalen Kontrollzucht. Die kleinere Larve b dagegen hat sich aus einem Ei entwickelt, das mit Samenfäden befruchtet wurde, nachdem dieselben 2 Stunden lang zwischen 2 Mesothoriumkapseln mit einer Aktivität von 55 mg, resp. 30 mg reinen Radiumbromids bestrahlt worden waren.
Nach *Oscar Hertwig*.

In diesen Ergebnissen, die sich auf den ersten Blick vollkommen zu widersprechen scheinen, liegt für den Anhänger der Lecithinhypothese wieder ein unlösbares Rätsel vor, während sich der scheinbare Widerspruch auf Grund unserer Theorie durch mikroskopische Untersuchung sofort in einwandfreier Weise aufklären läßt. Denn an Schnittserien läßt sich zeigen, daß, wenn auch der bestrahlte Samenfaden in das Ei eingedrungen ist und sein Kopf sich zu einem Spermakern umgewandelt hat, dieser doch die Fähigkeit, sich am Entwicklungsprozeß auch weiter zu beteiligen, in Folge der Bestrahlung eingebüßt hat. Bei maximaler Schädigung bleibt der Samenkern abseits vom Eikern im Dotter liegen, entweder als kleines Bläschen oder als ein kompakter Haufen von Chromatinkörnern. In dieser Form ist er bei Radiumexperimenten, die zur Aufklärung des in Frage stehenden Sachverhaltes besonders vorge-

nommen wurden, von verschiedenen Forschern beobachtet worden, im Ei des Seeigels (*Günther Hertwig*) (Fig. 2), im Ei von *Rana fusca* (*Paula Hertwig*), im Forellenei (*Oppermann*). Entwicklungsunfähig geworden, bleibt der Samenkern, gleichsam als ein im Dotter eingeschlossener toter Körper, auch weiterhin vom Entwicklungsprozeß des Eies ausgeschlossen. Denn eine Entwicklung beginnt, obwohl es zum Abschluß der inneren Befruchtung, d. h. zu einer Verschmelzung oder Amphimixis von Ei- und Samenkern nicht gekommen ist. Schon das bloße Eindringen des bestrahlten Samenfadens hat genügt, dem Ei den ersten Anstoß zum Beginn der Teilung zu geben. Der Eikern bildet sich, obwohl getrennt vom abseits liegenden und ausgeschalteten Samenkern, zu einer Spindel um; bald teilt sich das ganze



Fig. 2. Kernteilungsfigur aus einem Seeigelei, das mit Samenfäden befruchtet wurde, nachdem dieselben 12 Stunden lang mit einer Mesothoriumkapsel mit einer Aktivität von 55 mg reinen Radiumbromids bestrahlt worden waren. Nur der Eikern hat sich in eine Spindel umgewandelt, neben welcher der Samenkern liegt, der infolge der Bestrahlung seine Entwicklungsfähigkeit verloren hat.
Nach
Günther Hertwig.

Ei in zwei Hälften, worauf dann Teilung für Teilung in ähnlicher Weise wie bei einem normal befruchteten Ei erfolgt. Eine Entwicklung aber, die nur unter Leitung des Eikernes ohne Samenkern oder unter Ausschaltung desselben erfolgt, pflegt man als eine parthenogenetische zu bezeichnen.

So ist auch dieses für die Lecithinhypothese unlösbares Rätsel vollständig aufgeklärt worden. Denn wie wir zusammenfassend jetzt sagen können, der durch maximale Bestrahlung geschädigte Samenfaden hat beim Eindringen in das Ei die Entwicklung desselben nicht schädigen können, weil sein Chromatin vermehrungsunfähig geworden ist und sich von selbst aus dem Entwicklungsprozeß infolgedessen ausschaltet. Dagegen hat das bloße Eindringen des Samenfadens in das Ei schon genügt, um in diesem eine experimentelle Parthenogenese auszulösen. Auf das Wesen derselben werde ich später noch einmal in einigen Sätzen zurückkommen.

Aus einer Zusammenstellung der mitgeteilten Tatsachen läßt sich mithin das wichtige Ergebnis gewinnen, daß wir in den radioaktiven Substanzen für biologische Untersuchungen ein äußerst wirksames Mittel erhalten haben, durch welches wir direkt die Kernsubstanzen treffen und dadurch wieder das ganze Zellenleben beeinflussen können. Beim Studium des Entwicklungsprozesses ist es durch dieses

wunderbare Mittel möglich geworden, das geschädigte Radiumchromatin vom normalen Chromatin bei der mikroskopischen Untersuchung direkt unterscheidbar zu machen. Bei seiner Verwendung läßt sich ferner das Mittel in seinen Wirkungen auf die lebende Zelle in sehr feiner Weise abstufen. Denn wenn man eben befruchtete Eier 5, 15 oder 30 Minuten, 1, 5, 10 oder mehr Stunden bestrahlt, zeigt ihre Entwicklung (A-Serie) auch dementsprechende Unterschiede; erst wenig gestört, nimmt sie allmählich, entsprechend der längeren Dauer der Bestrahlung, einen immer schlechter werdenden Verlauf und kommt auf einem früheren Stadium zum Stillstand; die Ergebnisse von solchen systematisch ausgeführten Versuchen lassen sich in einer abfallenden Kurve anordnen, die zu einem Tiefpunkt führt, wo das Ei, nachdem es sich regelrecht in einen Haufen von Zellen geteilt hat, als sogenannte Maulbeerkugel (Morula) abstirbt und bald darauf zerfällt. Der Entwicklungsverlauf des Eies stellt sich so gewissermaßen als ein feiner Gradmesser dar, an welchem die Wirkung der verschiedenen Intensitätsgrade der Radiumbestrahlung abgelesen werden kann.

Komplizierter fällt die Kurve, welche eine Reihe von Experimenten mit abgestufter Bestrahlung liefert, aus, wenn anstatt des befruchteten Eies nur eine der Keimzellen bestrahlt und dann im Befruchtungsprozeß mit einem normalen Komponenten vereinigt worden ist (B- und C-Serie). Denn jetzt gesellt sich zu dem abfallenden Teil der Kurve noch ein zweiter Teil hinzu, der von dem Tiefpunkt wieder rasch nach aufwärts führt. Auch diese Eigentümlichkeit der Kurvenbildung ist leicht aus dem Umstand zu erklären, daß sich in der B- und C-Serie der Versuche die Kernsubstanz des befruchteten Eies aus einer normalen und aus einer radiumkranken Komponente zusammensetzt. Der Grad der Entwicklungsfähigkeit des Eies ergibt sich daher aus dem Zusammenwirken beider Komponenten, gewissermaßen aus dem Kampf der normalen mit der radiumkrank gewordenen Kernsubstanz. Solange die letztere noch die Fähigkeit zum Wachstum und zur Teilbarkeit besitzt, wird sie auch beim Furchungsprozeß auf alle Embryonalzellen ebenso wie die gesunde Kernsubstanz übertragen und je nach der Dauer und Stärke der Bestrahlung schädigend auf diese einwirken, was im Abfall der Kurve seinen Ausdruck findet. Der aufsteigende Kurvenschenkel aber erklärt sich leicht aus der früher besprochenen Tatsache, daß bei zu langer Dauer oder bei zu großer Intensität der Bestrahlung die Kernsubstanz schließlich das Vermögen zum Wachstum und zur Teilbarkeit vollständig verliert. Je mehr und je früher dies geschieht, um so mehr muß durch teilweise oder vollständige Ausschaltung der kranken Kernsubstanz die Entwicklung sich wieder günstiger gestalten und am günstigsten dann, wenn gleich nach der Besamung die Ausschaltung des Spermakerns erfolgt (Fig. 2). Denn in diesem Fall wird die Entwicklung des Eies nur noch vom normalen Eikern geleitet und ist damit zugleich zu einer rein parthenogenetischen geworden.

Wie ich auf Grund derartiger Ergebnisse schon jetzt wohl behaupten kann, ist die geeignete Verwendung von Radium- und Mesothoriumpräparaten zurzeit das sicherste und am bequemsten zu handhabende Mittel, um in tierischen Eiern experimentelle Parthenogenese hervorzurufen. Dieselbe halte ich im Prinzip in allen Fällen für möglich, in denen sich künstliche Befruchtung ausführen läßt. Denn es kommt hierbei nur darauf an, durch maximale Bestrahlung die Samenfäden in einen solchen Zustand zu versetzen, daß sie zwar noch in das Ei einzudringen imstande sind, daß aber ihr Samenkern infolge übermäßiger Schädigung aus dem Entwicklungsprozeß ausgeschaltet wird. Bis jetzt hat sich auf diesem Wege schon künstliche Parthenogenese bei den Eiern von *Rana fusca* und *esculenta*, von *Bufo variabilis* und *Triton taeniatus*, von der Forelle und von *Crenilabrus*, hervorrufen lassen. Ich hege aber keinen Zweifel, daß dasselbe Verfahren sich auch bei Wirbellosen und bei anderen Wirbeltieren, ja selbst bei Säugetieren, mit Erfolg wird anwenden lassen.

Daß in den bis jetzt beobachteten Fällen auch wirklich Parthenogenese vorgelegen hat, scheint mir durch mehrere untrügliche Beweise wohl über allen Zweifel festgestellt zu sein. Denn erstens hat sich durch mikroskopische Untersuchung der Eier vor, während und nach der Zweiteilung nachweisen lassen, daß neben oder weiter entfernt vom Eikern, der sich allein in eine Spindel umgewandelt hat, noch der unveränderte und von der Entwicklung auch weiterhin ausgeschaltete Samenkern vorgefunden wird. Ferner hat das Studium der parthenogenetischen Tritonlarven ergeben, daß in den Kernteilungsfiguren ihrer somatischen Zellen, z. B. der Epidermis, der Mutterstern anstatt aus 24 nur aus 12 Chromosomen besteht. Infolge der Ausschaltung des Samenkerns sind eben ihre Kerne nach der Ausdrucksweise der Botaniker haploid geworden; es fehlt ihnen einfach das sonst vom Samenkern gelieferte Sortiment der väterlichen Chromosomen. Eine andere Art der Erklärung halte ich nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse vom Befruchtungsprozeß und von der Karyokinese für ausgeschlossen. Drittens endlich sind beim Vergleich von Schnittserien parthenogenetischer Larven und gleichaltriger Kontrolliere die Kerne von entsprechenden Organen bei den ersteren in auffallender Weise kleiner als bei letzteren. Für die Kerne von Epidermis-, Leber- und Nervenzellen hat sich bei sorgfältigen vergleichenden Messungen durch Berechnung sogar feststellen lassen, daß ihre Volumina sich wie 1 : 2 verhalten. Fig. 3 a und b zeigt in besonders auffälliger Weise den Unterschied zwischen den roten Blutkörperchen einer 24 Tage alten Radiumlarve b und einer gleichaltrigen Kontrollarve a. Auch dieser Umstand spricht für die haploide Natur der Kerne infolge der Ausschaltung des Samenkerns und für den parthenogenetischen Charakter der Larven. Demnach hat in unseren Versuchen experimenteller Parthenogenese der Samenfaden nur gedient, um als „Erreger“ gleichsam durch einen ersten An-

stoß die schon vorbereitete Maschinerie der Entwicklung in Gang zu setzen, wie bei einer aufgezogenen Pendeluhr ein leichter Anstoß des Perpendikels schon genügt, den Gang der Uhr auszulösen.

Zu demselben Zweck kann übrigens auch der Samen einer anderen Spezies, wenn er bis zur maximalen Grenze bestrahlt worden ist, angewandt werden. Es gibt nämlich eine große Anzahl von Bastardverbindungen, in denen das durch fremden Samen befruchtete Ei sich anfangs normal zu entwickeln scheint, plötzlich aber aus inneren Ursachen, gewöhnlich auf dem Stadium der Keimblase oder im Anfang der Gastrulation, abstirbt. Derartige Kombinationen sind Eier von *Bufo variabilis* und *Rana esculenta*, befruchtet mit Samen von *Rana fusca*, oder Tritoneier, befruchtet mit Samen von *Salamandra maculata*. In allen diesen Fällen nimmt die Entwicklung über das kritische Stadium, auf dem sonst unfehlbar das Absterben eingetreten sein würde, ihren Verlauf weiter und es werden

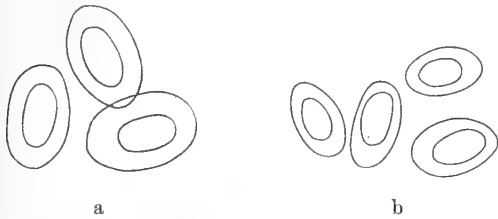


Fig. 3a u. b. Blutkörperchen aus der Herzkammer von zwei Tritonlarven im Alter von 24 Tagen. Die viel größeren Blutkörperchen Fig. 3a gehören einer normalen Kontrollarve, die erheblich kleineren Blutkörperchen dagegen einer Larve an, die sich aus einem Ei entwickelt hat, das mit Samenfäden befruchtet wurde, nachdem sie 2 Stunden lang zwischen 2 starken Mesothoriumpräparaten bestrahlt worden waren. Entsprechende Größenunterschiede, wie die ganzen Blutkörperchen, bieten auch ihre Kerne. Nach *Oscar Hertwig*.

relativ normale, schon weit differenzierte Larven, allerdings von geringerer Größe (Fig. 4b) als die Kontrollarven (a), erhalten, wenn der fremdartige Samen vor seiner Verwendung zur Befruchtung bis zur maximalen Grenze bestrahlt worden war. Hier hat also auch die Bestrahlung der Samenfäden anstatt einen schädigenden, einen direkt günstigen Einfluß auf die Eier ausgeübt, da sie ihren frühen Zerfall verhindert hat. Die Erklärung liegt auf der Hand. In den oben angeführten Bastardierungen sind disharmonische Idioplasmaverbindungen geschaffen; das heißt: das väterliche und das mütterliche Chromatin, obwohl sie durch Amphimixis in Verbindung zueinander getreten sind, passen auf die Dauer nicht zueinander, weil sie zwei verschiedenen Tierarten angehören; sie schädigen sich gegenseitig im Laufe der Entwicklung, bis die Störung schließlich zu einem allgemeinen Stillstand und zum Tod der embryonalen Zelle führt. Die Radiumbestrahlung hat als Kunstgriff gedient, um das schädliche, fremdartige Chromatin auszuschalten, nachdem der Samenfaden schon durch sein bloßes Eindringen in das Ei als Entwicklungserreger gedient hat. In Wahrheit handelt es sich

auch hier nicht um eine Bastardentwicklung, welche wegen der disharmonischen Natur der beiden Idioplasmen nicht möglich ist, sondern um eine experimentelle Parthenogenese ganz eigener Art. Die durch Befruchtung mit bestrahltem Froschsamen aus einem Krötenei entstandenen Larven (Fig. 4b) sind „faux hybrids“. Mit diesem Namen bezeichnen die Botaniker Pflanzen, die durch Bestäubung der Mutterpflanze mit fremden Pollen entstanden sind, dabei aber keine Eigenschaften von der Vaterpflanze ererbt haben. Auch diese falschen Pflanzenbastarde werden in der Weise zu

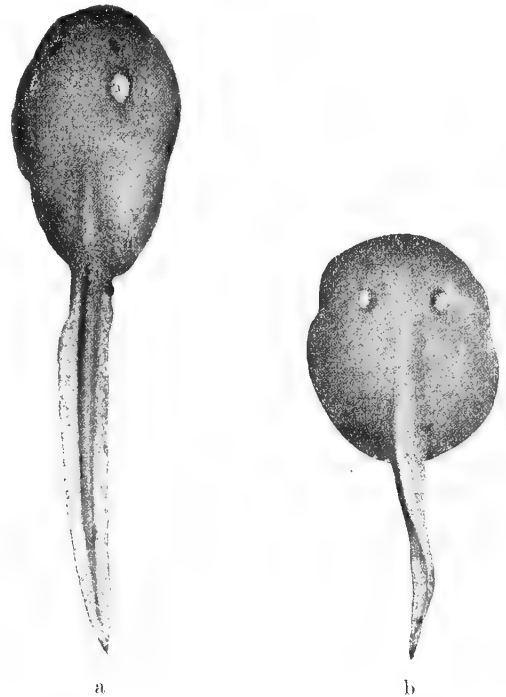


Fig. 4a u. b. 2 Krötenlarven im Alter von 15 Tagen. a) normal befruchtete Kontrollarve, b) eine erheblich kleinere und zugleich etwas wassersüchtige, parthenogenetische Krötenlarve. Sie hat sich aus einem Krötenei entwickelt, das mit Sperma von *Rana fusca* besamt worden war. Der Froschsamen war vor Verwendung zur Befruchtung $4\frac{1}{2}$ Stunden zwischen 2 Mesothoriumkapseln von der Stärke 55 mg und 10 mg reinen Radiumbromids in 2 mm Abstand bestrahlt worden. Nach *Günther Hertwig*.

erklären sein, daß der fremde Pollen nur die Rolle eines Entwicklungserregers gespielt hat, und daß er väterliche Eigenschaften nicht hat übertragen können, weil das disharmonische Idioplasma von Anfang an wieder ausgeschaltet worden ist. Die falschen Pflanzenbastarde haben sich meiner Meinung nach auch auf parthenogenetischem Wege entwickelt.

Ein letztes Ergebnis von allgemeiner Wichtigkeit sei endlich noch erwähnt. Aus vielen Experimenten, die von zahlreichen Forschern sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren ausgeführt worden sind, hat sich ergeben, daß von den Radiumstrahlen die einzelnen Gewebe spezifisch, d. h. in ungleicher Weise beeinflusst werden. Während ausgewachsene und differenzierte Zellen und Gewebe verhältnismäßig wenig affiziert werden, zeigen sich embryonale Zellen und solche, die auch bei Erwachsenen in undifferenziertem Zustand

verharren, namentlich aber die Geschlechtszellen, junge Nervenzellen, Leukocyten und in Wucherung begriffene Tumorzellen besonders empfindlich. Pflanzliche Samenkörner, die vor der Keimung längere Zeit bestrahlt werden, keimen nur unter mehr oder minder beträchtlicher Verzögerung und sterben im Unterschied zu den Kontrollen entweder bald ab oder liefern nur kleine, schwächliche und verkümmerte Pflänzchen. Dagegen werden die Zellen, je mehr die Pflanze ausgewachsen ist, gegen die pathogene Wirkung der Radiumstrahlungen mehr und mehr refraktär (*Körnicker, Guilleminot* usw.). Die außerordentliche Empfindlichkeit der Ei- und Samenzellen gegen β - und γ -Strahlen ist schon aus den früher mitgeteilten Versuchen hervorgegangen. Durch Bestrahlung von Ovarien und Testikeln läßt sich daher vollkommene Sterilität hervorrufen, wie namentlich durch Ärzte unter Verwendung von Röntgenapparaten schon häufig festgestellt worden ist (*Seldin, Bergonié, Tribondeau, Fränkel*). Empfindlicher als andere embryonale Zellen sind ferner junge Nervenzellen. Werden Wirbeltierembryonen auf dem Stadium, wo sich eben die Medullarplatte angelegt hat, bestrahlt, so kann man eine Zerstörung und einen Zerfall derselben hervorrufen, während andere Anlagen, wie Chorda, Darmrohr, Vornieren, Ohrbläschen, Epidermis, sich noch längere Zeit weiter zu entwickeln fortfahren (*Schaper, Levy, Hertwig* usw.).

Besonders stark werden auch unter der Wirkung radioaktiver Körper Blut, Lymphe und die zugehörigen hämatopoetischen Organe bei Säugetieren und beim Menschen verändert. Bei mikroskopischer Blutuntersuchung läßt sich eine große Verminderung in der Zahl der weißen Blutkörperchen beobachten. Sie ist einerseits durch einen massenhaften Zerfall derselben, andererseits durch mangelnden Wiedersatz hervorgerufen. Im Zusammenhang hiermit haben sich auch alle zur Blutbildung in nächster Beziehung stehenden Organe verändert. In den Lymphknoten und Lymphfollikeln sowie in den Malpighischen Körperchen der Milz findet ein Untergang von Lymphocyten statt. Ihre Zerfallsprodukte häufen sich in der Milzpulpa an und werden dort noch vollständig zerstört. Ebenso zeigt das rote Knochenmark Veränderungen, reagiert aber weniger stark auf die Bestrahlung als die anderen lymphoiden Organe. Die infolge der Bestrahlung eintretende Verarmung des Blutes an Leukocyten hat man als Leukopenie bezeichnet.

Durch derartige Experimente haben Ärzte bei Krankheitszuständen, die mit einer abnormen Vermehrung der weißen Blutkörperchen verbunden sind, wie namentlich bei der Leukämie, eine Heilwirkung durch Röntgen- oder Radiumbestrahlung hervorzurufen versucht. Auch ist es gelungen, auf diesem Wege eine vorübergehende Besserung des Krankheitsprozesses (Verminderung der Leukocytenzahl, Hebung des Allgemeinbefindens), doch keine wirklichen Heilungen von Dauer zu erzielen.

In den letzten Jahren hat man entsprechende Resultate auch auf dem Wege gewonnen, daß man Lösungen von Radium- und Mesothoriumsalzen in physiologischer Kochsalzlösung dem Menschen oder Ver-

suchstieren subkutan oder intravenös einverleibt hat (*Kraus, Plesch, Noorden, Lazarus* usw.). Bei Injektion von schwächeren Lösungen wird schon nach wenigen Stunden die Vermehrung der Erythrocyten und Leukocyten mächtig angeregt. So kann die Zahl der Leukocyten eine Zunahme bis zu 200 % der ursprünglichen Zahl erfahren. Die Wirkung kann mehrere Wochen anhalten, bis die vollständige Abscheidung der radioaktiven Substanzen aus dem Körper erfolgt ist. Bei stärkeren Dosen tritt mehr und mehr eine zerstörende Wirkung in den Vordergrund. Die Zahl der Leukocyten wird vermindert oder sogar nahezu zu vollständigem Schwund gebracht (Leukopenie). Milzanschwellungen, vergrößerte Lymphdrüsen bilden sich zurück. Bei mikroskopischer Untersuchung läßt sich ein hochgradiger Schwund der Milzpulpa wie auch eine auffällige Veränderung des roten Knochenmarks feststellen. Somit besteht, wie *Lazarus* bemerkt, „eine entschiedene Organotropie der radioaktiven Substanzen zu dem hämatopoetischen System“. Ob dauernde Heilwirkungen durch innere Verabreichung des Mittels bei Erkrankungen der Milz und Lymphdrüsen, bei Leukämie usw. zu erreichen sind, muß zurzeit als eine noch offene Frage behandelt werden. Aber auch hiervon abgesehen, bleibt es immerhin eine Tatsache von hohem physiologischen Interesse, daß die innerliche Einverleibung von Lösungen radioaktiver Substanzen ein Mittel von intensivster Wirkung auf alle hämatopoetischen Organe ist.

Neue Elemente?

Von Privatdozent Dr. Hans v. Liebig, Gießen.

In den Wissenschaften wechseln manchmal, nicht immer, dreierlei Zeiten miteinander ab, die Zeit des schöpferischen Geistes, die der experimentellen Ausarbeitung und die der Verflachung. Die schöpferischen Zeiten geben die Fragestellungen, an denen die Experimentatoren zu arbeiten haben. Erringen irgendwo die letzteren die Alleinherrschaft, so dringen in diesem Zweig der Wissenschaft die schöpferisch Begabten nicht mehr durch; sie erscheinen den Technikern als Phantasten, die man besser von der Wissenschaft fernhält. Allmählich werden die aus der schöpferischen Zeit übernommenen geistigen Anregungen aufgebraucht; die Forschung gerät dann immer mehr in die Breite statt in die Tiefe, und die folgerichtig durchgeführte Auslese des fleißigen Schülers und Handwerkers auf Kosten der selbständig Denkenden und Erdenkenden führt schließlich auch zum Sinken der für eine gute Technik nötigen Geistesstufe, zur Verflachung; auch die methodischen Fortschritte werden jetzt bereits der deutschen Chemie vom Auslande geliefert (*Grignard, Sabatier*). Der Abschluß der schöpferischen Periode in der deutschen Chemie fällt zeitlich ziemlich zusammen mit dem Tode *Justus von Liebig's*; es werden in der darauffolgenden Zeit schöne experimentelle Arbeiten geliefert; aber die für eine tiefere Erkenntnis wichtigen Fortschritte kommen von nun an aus dem Auslande.

Die Lehre vom asymmetrischen Kohlenstoffatom und die Theorie des osmotischen Druckes stammen aus Holland, die elektrolytische Dissoziationslehre verdanken wir Schweden, die Entdeckung der Edelgase England, die des Radiums Frankreich und Polen, die erste Umwandlung eines Elements in ein anderes England, und wenn sich die neuen Forschungen *Thomsons* bestätigen, wird es wieder England sein, das uns mit der Entdeckung zweier neuer, merkwürdiger Elemente bereichert.

Die in allen möglichen Formen dargestellten, möglichst gasleer gepumpten Glasgefäße mit den zwei eingeschmolzenen Elektroden, die, mit den Polen einer starken Hochspannungsquelle verbunden, den elektrischen Entladungen unter mannigfaltigen schönen Lichterscheinungen Durchgang gewähren, sind heutzutage, wenn nicht aus dem physikalischen Unterricht, so doch von den Röntgenaufnahmen oder den Reklamebeleuchtungen mit Geißlerschen Röhren in Auslagefenstern jedermann bekannt. In solchen Röhren bildet die negative Elektrode, die Kathode, einerseits die Ausgangsstelle von Strahlen, die sich geradlinig in den Raum hinein erstrecken und, wenn sie auf die Glaswand treffen, dort die Röntgenstrahlen erzeugen. Die Natur dieser Kathodenstrahlen hat sich als gleichartig erwiesen, ganz einerlei, welchen Stoff man für die Elektroden gewählt hatte oder mit welchen Gasarten der Raum gefüllt war; sie bestehen aus negativ geladenen Teilchen, deren Masse ungefähr $\frac{1}{1800}$ der Masse des Wasserstoffatoms beträgt, und die man „Elektronen“ getauft hat. Die Kathode ist aber nicht nur Sendestelle, sondern gleichzeitig Empfangsstelle von Strahlen, und zwar von Strahlen anderer Art als sie aussendet. Diese Strahlen bestehen aus positiven Teilchen, deren Art und Masse mit der Natur der Gasreste wechselt, die sich in der Röhre befinden; die Masse entspricht ihrer Größenordnung nach der Größe der Masse der chemischen Atome und Moleküle; sie ist also mindestens so groß wie die Masse eines Wasserstoffatoms, des leichtesten uns bekannten Elementes. Die in der Natur vorkommenden Stoffe bestehen unter normalen Umständen aus elektrisch neutralen Atomen und Molekülen; man denkt sich die letzteren zusammengesetzt aus elektronegativen Elektronen und positiven Atom-, bzw. Molekülresten, Atom-, bzw. Molekül-, „ionen“, deren Ladungen sich ausgleichen (neutralisieren); die von der Kathode aufgenommenen Strahlen sind positive Atom-, bzw. Molekülionen.

Die Natur dieser Strahlen zu erforschen, gelang auf eine Weise, von der man sich vielleicht am besten einen Begriff machen kann an der Hand eines mechanischen Vergleichs. Durch ein sehr dünnes Röhrchen werde mit großer Gewalt ganz fein zermahlener Eisenstaub geblasen. Der Staub wird dann aus dem Röhrchen in Form eines feinen Strahles heraustreten, und bringt man in nicht zu großer Entfernung von der Austrittsöffnung eine Papierscheibe an, so wird sich der Strahl darauf als ein schwarzer Punkt abzeichnen, der genau in der Richtung der Längsachse des Röhrchens liegt, und den wir den Zentralpunkt

nennen wollen. Denken wir uns nun in die Nähe des Eisenstrahls einen Magneten gebracht, so zieht der Magnet die Eisenteilchen an; ist er nicht allzustark, so wird er die Teilchen und damit den Strahl nicht völlig an sich ziehen, sondern er wird ihn nur aus seiner geraden Richtung ablenken zu sich hin. Auf dem Papier wird sich nun der Strahl nicht mehr im Zentralpunkt abzeichnen, sondern seitwärts, wenn der Magnet etwa rechts stand, wird der Punkt auf dem Papier nach rechts verschoben erscheinen. Würde der Strahl gleichzeitig noch durch eine andere Kraft, etwa durch einen von unten darauf geblasenen Luftstrom, in anderer Richtung, in diesem Fall also nach oben, abgelenkt werden, so würde der Punkt nicht nur nach rechts, sondern gleichzeitig nach oben verschoben werden; der schwarze Punkt würde also rechts oben vom Zentralpunkt erscheinen.

Würden wir nun den Versuch wiederholen, aber mit einem größeren Eisenpulver, dessen Teilchen also mehr Masse besitzen als die des ersten Versuchs, sonst aber unter gleichen Umständen, also mit gleichstarkem Magnet und gleichstarken Luftströmen, so würden der Magnet und der ablenkende Luftstrom die Teilchen, weil schwerer, nicht mehr so weit aus ihrer Richtung bringen können; der abgezeichnete Endpunkt des Strahles würde also näher dem Zentralpunkt liegen als das erstemal. Genau dasselbe wird der Fall sein, wenn wir sonst alles gleich sein lassen, den Eisenstaub aber mit einem größeren Druck durch das Röhrchen hindurchblasen, und damit die Geschwindigkeit des Strahles steigern; der geschwindere Strahl wird weniger stark abgelenkt werden als der langsamere, und sein Zeichen würde näher dem Zentralpunkt liegen. Es bestehen also ganz bestimmte Beziehungen zwischen der Lage des abgezeichneten Punktes, der Stärke des Magneten und des auf den Strahl von unten auftreffenden Luftstroms und der Masse und Geschwindigkeit der Eisenteilchen. Hat man eine genügende Anzahl Erfahrungen gesammelt, so ist man infolgedessen imstande, umgekehrt aus der Lage des abgezeichneten Punktes auf dem Papier und der übrigen bekannten Kräfte auf die Masse des einzelnen Eisenteilchens schließen zu können; dabei ist zunächst vorausgesetzt, daß alle Eisenteilchen gleich groß seien. Wäre der Staubstrahl etwa aus drei verschiedenen Sorten von unter sich gleich großen Eisenteilchen zusammengesetzt, so würden diese drei Sorten in verschiedener, unter sich aber wieder gleicher Weise abgelenkt; der Strahl würde bei genügender Empfindlichkeit und Wegelänge in drei Strahlen zerlegt und man erhielte nun drei Punkte auf dem Papier, von denen jeder einer bestimmten Masse der Teilchen entspräche. Aus der Lage dieser Punkte ließe sich die Größe dieser Masse wieder berechnen; der Staub ließe sich auf diese Weise gewissermaßen analysieren, und man könnte mit aller Bestimmtheit angeben, der Staub besteht aus dreierlei Teilchen, von denen jedes soundsoviel wiegt, obwohl man keines der Teilchen gewogen hat. Nur wenn der Staub aus Teilchen aller möglichen Größen zwischen einem Minimum und einem Maximum be-

stehen würde, ließe sich die Analyse nicht vollziehen; man erhielte dann keine einzelnen Punkte mit meßbaren Entfernungen mehr, sondern eine allgemeine, breite Schwärzung um den Zentralpunkt herum mit verwaschenen Grenzen.

Auf eine ähnliche Weise hat man nun die auf die Kathode auftreffenden Strahlen untersucht. Man hat nämlich die Kathode mit einer feinen Öffnung durchbohrt und dadurch einen Kanal geschaffen, der unserem Röhrchen entspricht. Von den aufprallenden Teilchen saust dann ein Teil durch diesen Kanal hindurch und tritt in den dahinterliegenden Teil der Glasröhre in Form eines feinen Strahlenbüschels aus; die ganzen Strahlen haben davon den Namen „Kanalstrahlen“ erhalten. Der Strahl würde sich, wenn man ihn sich selbst überließe, wie der Eisenstaubstrahl, geradlinig fortpflanzen und auf einer Papierscheibe einen Fleck in der geradlinigen Fortsetzung der Kanalachse erzeugen; die Papierscheibe wird hier durch eine photographische Platte ersetzt. Die Kanalstrahlen

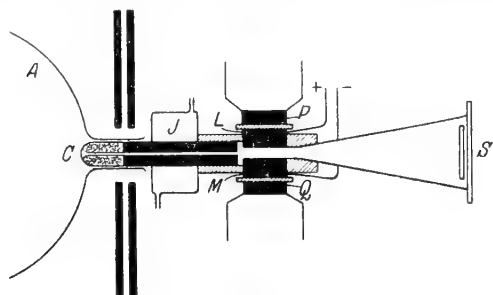


Fig. 1.

A Entladungsröhre, C Kathode, L u. M Polschuhe des elektrostatischen Feldes, P und Q Polschuhe des magnetischen Feldes, S Photographische Platte.

sind, ebenso wie der Eisenstaub, durch magnetische Kräfte ablenkbar, nicht weil ihre Teilchen von eisenartiger Beschaffenheit sind, sondern weil sie eine elektrische Ladung mit sich führen. Als zweite in unserem Vergleich den Luftstrom ersetzende ablenkende Kraft hat man ein elektrostatisches Feld erzeugt, das die Strahlen passieren mußten und das in anderer Richtung als der Magnet — etwa nach oben, wenn der Magnet nach rechts drängt — die Teilchen ablenkt. Aus der Größe der Ablenkung — der Strahl wird hier allerdings infolge der verschiedenen Geschwindigkeit der fliegenden Teilchen nicht als einzelner Strahl abgelenkt, sondern in eine Kurve auseinandergezogen; da aber jeder Massengröße eine bestimmte Kurve entspricht, kommt es auf dasselbe hinaus — konnte man nun auch hier auf die Masse der abgelenkten Teilchen schließen, die sich, wie schon gesagt, als der Größenordnung der Atome und Moleküle entsprechend erwies. Die Verhältnisse sind hier verwickelter wie bei dem elektrisch neutralen Eisenstaub, weil bei letzterem die Größe der Ablenkung nur von der materiellen Masse der Eisen- teilchen allein abhängt, während bei den elektrisch geladenen Kanalstrahlen nicht nur die Größe der materiellen Masse, sondern auch die der elektrischen Ladung auf die Anziehung, bzw. Abstoßung

durch das elektrostatische und magnetische Feld von Einfluß ist. Es lassen sich aber hier ebenso sichere Ergebnisse erzielen, weil die Größe der Ladungen nicht beliebig wechselt, sondern immer dem Vielfachen einer bestimmten kleinsten Ladung — der Ladung eines Elektrons — entspricht; dieses Vielfache geht über die Anzahl der Wertigkeiten eines Elements gewöhnlich nicht viel hinaus; Kohlenstoff ist z. B. vielwertig; er tritt mit ein, zwei, drei und vier Ladungen auf; das zweiwertige Quecksilber kommt allerdings auch mit acht, Krypton mit fünf, Argon mit drei Ladungen behaftet vor, und Thomson glaubt daher, die Zahl der Ladungen hänge weniger von der Wertigkeit als von dem Atomgewicht ab.

Auf Grund solcher Ablenkungsmessungen ließen sich die Kanalstrahlen förmlich analysieren. Die gewöhnlichen Gasmoleküle werden bei dem Durchgang der elektrischen Entladungen zerkümmert zum Teil zu einzelnen Atomen, zum Teil werden von den Molekülen und von den Atomen Elektronen abgetrennt; andererseits treten die Stücke auch wieder zusammen zu Molekülen, und zwar nicht nur an den anfänglich vorhandenen, sondern auch zu neuen. Wenn z. B. die Röhre mit Sauerstoff gefüllt war, so bestanden, wie Thomson nachweisen konnte, die Kanalstrahlen aus nicht weniger wie 8 Sauerstoffmodifikationen: 1. gewöhnlichen Sauerstoffmolekülen O_2 , 2. elektrisch neutralen Sauerstoffatomen O , 3. Sauerstoffatomen mit einer positiven Ladung O^+ , 4. Atomen mit zwei positiven Ladungen O^{++} , 5. Atomen mit einer negativen Ladung O^- , 6. Molekülen mit einer positiven Ladung O_2^+ , 7. Ozon mit einer positiven Ladung O_3^+ , 8. Moleküle aus 6 Atomen mit einer positiven Ladung O_6^+ . Bei Methan- (Sumpfgas-) Füllung verzeichnet die photographische Platte nicht nur CH_4 -Moleküle, sondern auch solche von der Zusammensetzung CH_3 , CH_2 und CH ; diese Bildungen können nur ganz kurze Zeit bestehen, da aber die Strahlen in weniger als einer millionstel Sekunde nach ihrer Entstehung auf der Platte vermerkt werden, ist ihre Auffindung auf der Platte erklärlich. Die ganzen Erscheinungen bestätigen aufs neue die Körperlichkeit und Realität der Atome und der Moleküle.

Thomson hat nun alle möglichen Gase und Dämpfe untersucht und ein förmliches Analysensystem ausgearbeitet. Er gelangte so dahin, sagen zu können, der und der Fleck — auf der Platte zeichnen sich die Strahlen nicht als Punkte, sondern als mehr oder weniger lange und breite, linien- oder keilförmige Flecke, meist von geschwungener Form ab — gehört zu dem und jenem Element oder Molekül mit soundsoviel Ladungen. Die Verschiedenheiten in der Ablenkung sind ziemlich groß; so ist z. B. die magnetische Ablenkung der Wasserstoffatome vierzehnmal größer als die der Quecksilberatome. In bezug auf die nachweisbaren Mengen ist die Methode noch viel empfindlicher als die spektralanalytische. Mit der Spektralanalyse kann man noch etwa den dreimillionsten Teil eines Milligramms Natrium nachweisen; mit der Thomsonschen Methode werden aber noch Gas-

mengen aufgezeichnet, die viel zu klein sind, um im Spektrum auch nur eine Andeutung hervorzu- rufen; es ist z. B. bereits in einem Kubikzen- timer Luft die Anwesenheit des auf der ganzen Erde äußerst seltenen Elements Helium nachweis- bar. Zur Atomgewichtsbestimmung genügt etwa $\frac{1}{100}$ mmg bei einer Genauigkeit von 1 %. Während bei anderen Atomgewichtsbestimmungsarten völlige Reinheit des Stoffes Bedingung ist, stören hier Verunreinigungen nicht, da sie nur als neue Flecke oder Linien neben den gesuchten auf der Platte erscheinen, nicht aber die zum Stoff gehörigen verschieben.

Bei diesen Untersuchungen fand nun *Thomson* schon vor fünf Jahren Linien, die einem Molekül von dem Molekulargewicht 3 angehören mußten. Er

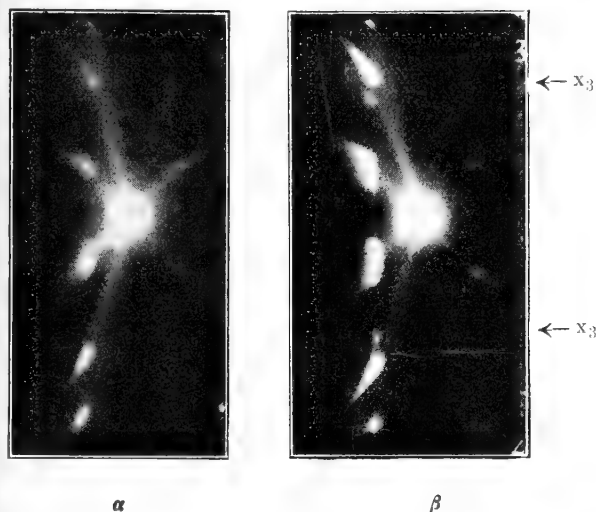


Fig. 2.

β) Strahlen aus einer Röhre, die mit einem durch Bom- bardement von Nickel erhaltenen Gase gefüllt war. α) Strahlen aus derselben Röhre vor dem Bombardement, zeigt nur Wasserstoff, Sauerstoff und Quecksilberlinien, kein x_3 . Die Strahlen sind hier doppelt (oben und unten) abge- bildet; es wird dies durch Umschaltung der Pole (negativ zu positiv und umgekehrt) der ablenkenden Felder erreicht und dient zur Kontrolle.

erhielt sie damals besonders hell, wenn das Rohr mit Wasserstoff gefüllt war, und schrieb sie in- folgedessen einem Wasserstoffmolekül H_2 zu. Die Zugehörigkeit zu einem Kohlenstoffatom mit vier Ladungen — Kohlenstoff hat das Atomgewicht 12; vier Ladungen würden die Ablenkung um ebenso- viel verstärken als wenn ein Atom von einer viermal geringeren Masse = 3 vorläge; die Linie für ein Kohlenstoffatom $C++++$ würde also an der- selben Stelle liegen wie die für ein Element mit dem Atomgewicht 3 — ist deshalb unwahrschein- lich, weil die Linie auch dann unverändert auf- tritt, wenn die Linien anderer Kohlenstoffmodi- fikationen fehlen oder nur schwach angedeutet sind; auch sollte die Linie durch die vier Ladun- gen eine etwas andere Form bekommen als sie tat- sächlich hat. *Thomson* bekam die Linie damals ganz unregelmäßig; einmal war sie da, ein ander- mal nicht, und er bemühte sich lange Zeit, heraus- zufinden, wovon ihr Erscheinen abhinge.

In einem vor kurzem gehaltenen Vortrag teilt *Thomson* mit, es sei ihm nun gelungen, diese Dreierlinie regelmäßig zu erhalten. Feste Körper, z. B. Metalle geben beim Erhitzen Gase ab; so hat z. B. *Belloc* sechs Monate hindurch ein ständig im Vacuum gehaltenes Stück Eisen immer wieder er- hitzt, um es gasfrei zu bekommen; ohne Erfolg; das Stück Eisen erwies sich als ein geradezu un- erschöpflicher Gasbehälter. *Thomson* hat ähnliche Versuche gemacht und ist mit dem Erhitzen bis zu einer gewissen Grenze der Gasabgabe gelangt; wenn

→ Elektrische Ablenkung

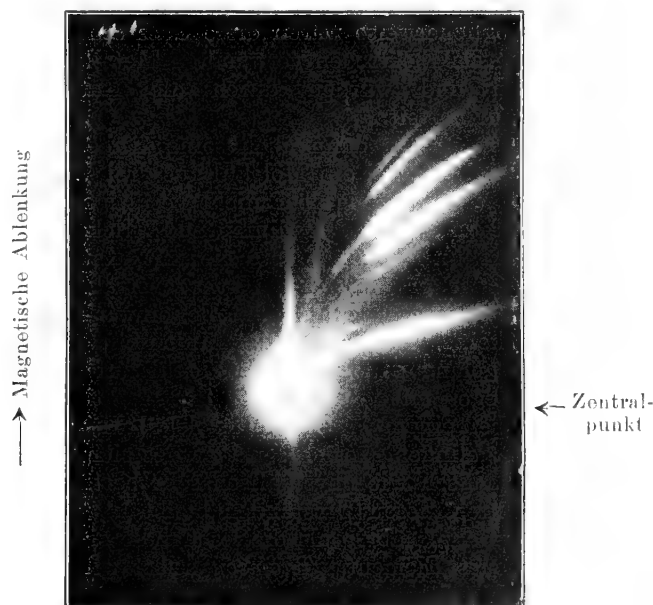


Fig. 3.

Rückstand flüssiger Luft: Helium, Neon, Argon und 22er Linien.

er dann aber das Metall Kathodenstrahlen aus- setzte, fand eine neue reichliche Gasentwicklung statt. Der Hauptsache nach bestanden die Gase aus Wasserstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd, bei den meisten — Nickel, Eisen, Kupfer, Blei, Zink — fand sich aber regelmäßig die Dreierlinie. Die- selben Metalle geben auch Helium ab, jedoch nur nach dem ersten Bombardement mit den Kathoden- strahlen; nach der zweiten waren die Heliumflecke nur mehr schwach; nach der dritten fehlten sie ganz. Nur Monazitsand gibt auch bei wiederholten Bombardements reichliche Mengen Helium, dafür merkwürdigerweise kein x_3 , wie *Thomson* den Träger der Dreierlinie jetzt nennt. An dem Auf- treten der x_3 -Linie änderte dagegen weder häufige Wiederholung noch lange Dauer des Bombar- dements etwas. Eine durch *Erhitzen* von Blei er- haltene Gasmenge gab nur eine geringe Andeutung von x_3 und Helium; eine längere Zeit im Sieden erhaltenes Blei gab weder Helium noch x_3 . Den Rest des erhitzten Bleis — der größere Teil war weggekocht — setzte *Thomson* Kathodenstrahlen aus; die Heliumlinie erschien in dem abgespaltenen

Gas schwach, die x_3 -Linie aber ganz deutlich. Dieses Verhalten legt die Vermutung nahe, das x_3 sei nicht von Anfang an im Blei enthalten, sondern werde erst aus dem Blei gebildet. Es ist dies aber nicht richtig; ein chemisch frisch dargestelltes Blei (Bleibaum) gab keine Spur x_3 . Ebenso wird dem Blei, das x_3 abgibt, diese Fähigkeit genommen, wenn man es in Salpetersäure löst und aus der Lösung wiedergewinnt. Die Erscheinung ist auch deshalb bemerkenswert, weil *Ramsay*, *Collie* und *Patterson* aus dem Auftreten von Helium und Neon in gebrauchten Röntgenröhren, die zuerst keine dieser beiden Gase enthielten, auf eine Entstehung dieser Gase aus andern, also auf eine Umwandlung von Elementen ineinander, geschlossen haben; möglicherweise waren diese Gase schon vorher in den als Elektroden verwandten Metallen eingeschlossen und wurden durch die Kathodenstrahlen nur befreit.

Thomson prüfte dann auch seine frühere Ansicht nach, das x_3 sei ein Molekül aus drei Wasserstoffatomen, konnte sie aber nicht bestätigen. Er tränkte Metalle wie Palladium und Nickel mit Wasserstoff und bombardierte sie mit Kathodenstrahlen, oder er ließ die Kathodenstrahlen in Wasserstoffatmosphäre auf Metalle einwirken; es trat aber keine Verstärkung der Linien ein. Ebenso wenig gelang es ihm, das Molekül auf chemischem Wege mit Sauerstoff in Reaktion zu bringen; bei einem Wasserstoffmolekül H_3 müßte das leicht gelingen. Auch sonst erwies sich das x_3 als ein chemisch wie physikalisch sehr beständiger Stoff. Unter diesen Umständen bleibt kaum eine andere Annahme übrig als die, es handle sich hier um ein neues Element. *Thomson* selbst will allerdings noch weitere Versuche abwarten, ehe er sich fest für diese Annahme erklärt.

Noch vorsichtiger drückte er sich in bezug auf eine zweite Linie aus, die sich mit den uns bekannten Elementen und Verbindungen nicht in Beziehung bringen läßt; sie entspricht einem Körper mit dem Molekulargewicht 22 und wurde unter den zuletzt verdampfenden Anteilen flüssiger Luft aufgefunden (Fig. 3). Er dachte dabei zunächst an ein Kohlensäuremolekül mit zwei Ladungen CO_2++ (CO_2 hat das Molekulargewicht 44; zwei Ladungen würden es an die Stelle eines Körpers vom Molekulargewicht 22 verschieben), kam aber wieder davon ab, weil die Linie nicht verschwindet, wenn man das Gas durch flüssige Luft abkühlt; die gewöhnliche Kohlensäure wird dadurch so völlig kondensiert, daß ihre Linie (44) nicht mehr nachweisbar ist. Die Linie tritt besonders glänzend auf, wenn gleichzeitig die Linie des Neons (Atomgewicht 20) schön ausgebildet ist, und sie wird unsichtbar, wenn die Neonlinie verschwindet. Das neue Gas ist ein ständiger Begleiter des Neons; was also bis jetzt als reines Neon beschrieben wurde, ist in Wirklichkeit ein Gemisch von viel Neon mit dem Atomgewicht 20 und wenig von dem neuen Gas mit dem Atomgewicht 22. *Thomson* meint, es könnte vielleicht eine Wasserstoffverbindung des Neons vorliegen ($NeH_2 = 22$), wenn auch sonst Verbindungen der trägen Edelgase, zu denen

das Neon gehört, mit Wasserstoff nicht bekannt sind. Jedenfalls steht *Thomson* der Elementennatur dieses Gases mit stärkeren Zweifeln gegenüber als der des x_3 .

Sollte sich die Elementennatur des x_3 bestätigen, so käme damit einige Unordnung in die bis jetzt gewöhnlich angenommene Einordnung der Edelgase, denen das x_3 zuzuzählen wäre, in das periodische System der Elemente. Die Edelgase werden gewöhnlich in eine Vertikalreihe 0 vor die Vertikalreihe I (Li) gestellt; dort ist aber für das x_3 kein rechter Platz, weil man sonst das x_3 in eine eigene Horizontalreihe über das Helium stellen müßte und dann darüber noch eine weitere Horizontalreihe für den Wasserstoff benötigte. Eher würde es sich in der 8. Horizontalreihe unterbringen lassen; man hätte dann in dieser Reihe eine Triade Wasserstoff, x_3 , Helium, wie sie der Triade Eisen, Kobalt, Nickel in derselben Weise entspricht; die „Legierungs“fähigkeit dieser drei Gase mit den in derselben Reihe befindlichen Metallen würde ja von vornherein für eine gewisse Verwandtschaft sprechen. Aber auch wenn sich die Elementennatur der neuen Stoffe nicht bestätigen sollte, hat uns *Thomson* doch durch seine geistvollen Forschungen mit einer neuen wichtigen Methode zum Nachweis und zur Molekulargewichtsbestimmung der Stoffe beschenkt, und unsern Erkenntnissschacht wieder ein Stück weiter hineingetrieben in die Welt des Allerkleinsten, in der schließlich alle Geheimnisse der Welt verborgen sein müssen.

Der gegenwärtige Stand der Temperaturmessungen und die Temperaturskala.

Von Prof. Dr. J. Koppel, Berlin.

Wer jemals versucht hat, weit außerhalb des Bereiches der Quecksilberthermometer genaue Temperaturmessungen auszuführen, wird jedenfalls auch die Schwierigkeiten kennen gelernt haben, die derartigen Bestimmungen infolge ungenügender Festlegung der absoluten Temperaturskala entgegenstehen. Solange die Mittel zur Erzeugung und Messung extremer Temperaturen noch unentwickelt waren, konnte natürlich eine weitreichende, grundlegende Temperaturskala nicht realisiert werden; aber auch nachdem die Fortschritte der Heiztechnik eine erhebliche Verfeinerung der Temperaturmeßkunst gezeitigt hatten, blieb für diese die Unsicherheit des grundlegenden Maßstabes ein schweres Hindernis für die allgemeine Verständigung, und es hat vieljährige unermüdliche Arbeit in den Forschungsinstituten fast aller Kulturnationen erfordert, bis nun in letzter Zeit eine gewisse Sicherheit erreicht ist. Dies erfreuliche Resultat wird weiteren Kreisen bekanntgegeben durch zwei Aufsätze von *Burgeß*¹⁾ und *Henning*²⁾, zwei Physikern, die selbst an der Lösung des fraglichen Problems erheblichen Anteil gehabt haben.

¹⁾ Physikalische Zeitschrift 14 (1913), 152.

²⁾ Zeitschr. f. Elektrochemie 19 (1913), 185.

Bei der großen Bedeutung der Temperaturmessung für die verschiedensten Zweige der Wissenschaft und Technik erscheint es gerechtfertigt, die Probleme der Temperaturskala und den heute in dieser Frage erreichten Standpunkt auch den Lesern dieser Zeitschrift zugänglich zu machen, wobei in der Hauptsache die beiden soeben erwähnten Abhandlungen berücksichtigt werden sollen.

Die Grundlage für alle Temperaturmessungen bildet jetzt das „Thermometrische Fundamentalintervall“, das definiert wird als Temperaturabstand zwischen dem Erstarrungspunkt (0°) und dem Siedepunkt (100°) des reinen Wassers unter dem Druck von 760 mm Quecksilber. Der hundertste Teil dieses Intervalles — 1°C — ist die Einheit der Temperatur, und man erhält eine unbegrenzte Temperaturskala, wenn man die Gradeilung im Fundamentalintervall nach unten und oben beliebig fortsetzt.

Um praktisch Temperaturmessungen ausführen zu können, muß die so definierte Skala realisiert werden: wir müssen die Werte irgendeiner von der Temperatur kontinuierlich abhängigen, leicht meßbaren Eigenschaft irgendeines Stoffes (Länge, Volumen, Thermokraft, elektr. Widerstand usw.) an den Fundamentalpunkten bestimmen und den Unterschied der Werte durch 100 teilen, wodurch wir die Änderung der betreffenden Eigenschaft für 1°C erhalten, so daß wir nunmehr in der Lage sind, jedem gemessenen Wert der fraglichen Eigenschaft einen bestimmten Temperaturpunkt zuzuordnen.

Hier aber beginnen bereits die Schwierigkeiten. Dies Verfahren zur Realisierung der Temperaturskala setzt offenbar voraus, daß die zu messende Eigenschaft im *ganzen* benutzten Temperaturintervall eine streng lineare Funktion der Temperatur sei. Trifft dies nicht zu, so wird man auch auf diese Weise keine brauchbare Skala erhalten können, da dann *gleich großen* Eigenschaftsintervallen nicht mehr *gleich große* Temperaturintervalle entsprechen. In der Tat ist nun diese Voraussetzung im strengen Sinne *niemals* völlig richtig.

Die wichtigste zur Temperaturmessung benutzte Eigenschaft ist bekanntlich das *Volumen* von Flüssigkeiten oder Gasen. Schon früh erkannte man, daß die aus dem Volumen abgeleiteten Gradwerte für die Temperatur — selbst innerhalb des Fundamentalintervalles — verschieden werden, wenn man verschiedene Flüssigkeiten benutzt: das Alkohol- und das Quecksilberthermometer stimmen in ihren Angaben nicht genau überein. Sehr viel günstiger liegen die Verhältnisse bei den Gasen. Ihr überraschend gleichförmiges Verhalten gegenüber Änderungen von Druck und Temperatur, das in den Gesetzen von *Boyle-Mariotte* und *Gay-Lussac* seinen Ausdruck findet, mußte sie als ausgezeichnete Substanzen zur Realisierung der Temperaturskala erscheinen lassen; und wirklich war „die *Gasthermometerskala*“ lange Zeit die Normale für alle Temperaturmessungen. Die Verfeinerung der Meßtechnik und eine vertiefte Kenntnis der Eigenschaften gasförmiger Stoffe haben uns eines Besseren belehrt. Auch die Gase zeigen im strengsten Sinne individuelle Verschiedenheiten; aber

gerade diese Erkenntnis hat zu einer zwar nicht wirklich realisierbaren, aber doch sonst einwandfreien Skala geführt.

Die thermodynamische Skala.

Kein reales Gas gehorcht mit aller Genauigkeit den einfachen Gasgesetzen, das tut nur das nicht existierende „Idealgas“. Die Thermodynamik hat nun Formeln aufgestellt, die es ermöglichen, die Abweichungen realer Gase vom Verhalten des Idealgases bei Druck- und Temperaturänderungen aus gewissen experimentell bestimmbar Größen genau zu berechnen. Es läßt sich also aus irgendeiner genau bestimmten Gasskala mit Hilfe einiger — gleichfalls experimentell zu ermittelnder — Korrekturen die thermodynamische oder Idealgasskala ableiten, die den großen Vorzug besitzt, nun wirklich von den Eigenschaften irgendeines Stoffes unabhängig zu sein, so daß sie sich bei hinreichend genauen Messungen mit verschiedenen Gasen — aber auch nur mit einem Gas — beliebig reproduzieren läßt. Sie bietet noch den weiteren Vorteil, daß sich auch die Strahlungsgesetze, deren Anwendung zur Temperaturmessung weiterhin besprochen wird, auf diese Skala stützen, wodurch erreicht wird, daß von den niedrigsten bis zu den höchsten Temperaturen ein und dieselbe Skala anwendbar bleibt¹⁾. Freilich sind die zur Reduktion der gewöhnlichen Gasskalen auf die thermodynamische Normale erforderlichen Korrekturen noch nicht mit der wünschenswerten Sicherheit bekannt; dies tut aber der prinzipiellen Überlegenheit der letzteren keinen Abbruch. — Es ist bei den neueren genauen gasthermometrischen Untersuchungen üblich geworden, die Resultate auf die thermodynamische Skala zu beziehen, und die *allgemeine* Einführung dieses Brauches würde sicherlich viel zur Vermeidung von Mißverständnissen beitragen.

Die Gasskalen.

Bei *konstantem Druck* ist der Zusammenhang zwischen Volumen und Temperatur eines Gases gegeben durch die Gleichung:

$$v_t = v_0 (1 + \alpha_v t) \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

v_0, v_t = Volumen bei 0° und t° , α_v = Ausdehnungskoeffizient).

Bei *konstantem Volumen* ändert sich der Druck mit der Temperatur nach der Gleichung

$$p_t = p_0 (1 + \alpha_p t) \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

(p_0, p_t = Druck bei 0° und t° , α_p = Spannungskoeffizient). Spannungs- und Ausdehnungskoeffizient sind einander beim Idealgas gleich; bei den realen Gasen dagegen sind sie zwar annähernd aber nicht völlig gleich. — Die angeführten Formeln lassen erkennen, daß man Gasthermometer in zweifacher Weise gebrauchen kann: Entweder man mißt — bei konstantem Druck — die Volumen-

¹⁾ Die Idealgasskala ist identisch mit *Thomsons* absoluter thermodynamischen Skala; bei dieser werden die Temperaturintervalle $T_1 - T_2$ und $T_2 - T_3$ dann als *gleich* bezeichnet, wenn die bei Carnotschen Kreisprozessen zwischen T_1 und T_2 einerseits, zwischen T_2 und T_3 andererseits geleisteten Arbeiten einander *gleich* sind.

änderung des Gases, oder man bestimmt — bei konstant gehaltenem Volumen — seine Druckänderungen. Beide Methoden sind für die exakte Gasthermometrie benutzt worden; die letztere wird aber — wohl aus experimentellen Gründen — von den meisten Forschern bevorzugt, so daß die andere hier zurücktreten kann.

Die Aufstellung einer Gasskala — nicht der Gasskala — mit dem Gasthermometer von (fast) konstantem Volumen geht nun so vor sich, daß zuerst ein geeignetes Gefäß bis zur Marke bei 0° (in schmelzendem Eis) mit dem Meßgase unter einem Druck von P_0 (760 oder 1000 mm Hg) gefüllt wird; dann umgibt man das Gefäß von dem Dampf siedenden Wassers und erhöht den Druck durch Zugabe von Quecksilber so, daß das Volumen unverändert bleibt (siehe unten). Der hierzu nötige Druck sei P_{100} . Dann ist

$$\alpha_p = \frac{P_{100} - P_0}{100}$$

und nach der Gleichung (2)

$$P_t = P_0 (1 + \alpha_p t),$$

woraus schließlich folgt

$$t = \frac{P_t}{P_0 \alpha_p} - \frac{1}{\alpha_p}$$

Damit ist aber die Temperaturskala des Meßgases festgelegt, denn in dieser Gleichung ist t nur abhängig von P_t , P_{100} und P_0 (da auch α_p durch dies bestimmt ist); jede beliebige Temperatur läßt sich also durch diese Größen darstellen, und umgekehrt muß jeder bei unbekannter Temperatur gemessene Druck nach Gleichung 2 diese Temperatur zu berechnen gestatten.

Nach dieser Arbeitsweise erhält man — unter Voraussetzung stets gleicher Meßgenauigkeit — mit verschiedenen Gasen Temperaturskalen, die zwar angenähert, aber nicht völlig genau übereinstimmen; wenn man ein mit Wasserstoff und ein mit Stickstoff beschicktes und geeichtes Gasthermometer in ein und denselben Raum — also auf genau gleiche Temperatur — brächte, so würde man im allgemeinen mit beiden Instrumenten etwas verschiedene Temperaturangaben erhalten.

Wie groß die Unterschiede zwischen den einzelnen Gasskalen werden, ergibt sich am besten aus der unten wiedergegebenen Tabelle von *Burgeß*, welche die Korrekturgrößen enthält, die an den verschiedenen Gasskalen angebracht werden müssen, um sie — auf die thermodynamische Skala — Spalte 1 — zu reduzieren.

Diese Tabelle läßt zunächst erkennen, daß die Gasthermometer mit konstantem Volumen (bei denen jetzt nach Übereinkunft meist ein Anfangsdruck von 1000 mm Hg gewählt wird) sich der thermodynamischen Skala immer viel mehr nähern als die Thermometer mit konstantem Druck. Sie zeigt ferner, daß bei den ersteren Apparaten von — 200° bis + 1000° die Helium- und Wasserstoffskalen mit der thermodynamischen Skala bis auf *sehr kleine* Unterschiede übereinstimmen, die sogar zwischen 0° und 150° völlig verschwinden. Dies ist deswegen wichtig, weil viele, an die seit 1887 vom Bureau international des poids et mesures als Grundlage gewählte Wasserstoffskala (konstantes Volumen, 1000 mm Anfangsdruck) angeschlossene Messungen dadurch ohne weiteres auch mit der thermodynamischen Skala übereinstimmen.

Schließlich aber zeigt diese Tabelle, daß die oben so entschieden betonte Verschiedenheit der Gasskalen untereinander und ihre Abweichungen von der thermodynamischen Skala immerhin etwa bis 500° aufwärts nur für die allerfeinsten Messungen überhaupt in Betracht kommen; erst bei höheren Temperaturen erhalten diese Abweichungen auch praktische ernsthafte Bedeutung.

Da ohne Zweifel Wasserstoff und Helium für die genaue Gasthermometrie besonders geeignet zu sein scheinen, so muß es auffallen, daß gerade für diese Stoffe in jener Tabelle bei den höchsten Temperaturen keine Korrektionswerte angeführt sind; das hat nun experimentelle Gründe, die sich am besten im Zusammenhang mit einigen Angaben über die Versuchstechnik der Gasthermometer erörtern lassen.

Die letzte Periode der Verfeinerung der Temperaturmessung begann 1900 mit der Einführung der elektrischen Heizung für die Gasthermometer; sie hat weitgehende Aufklärung über die Behandlung und Anwendungsweise dieser Instrumente gebracht,

Tabelle I. Korrekturen der Gasskalen. $\Theta_0 = 273,10^\circ \text{ C.}$

Temperatur in Zentigraden	Therm. m. konstantem Druck = 76 cm			Therm. m. konstantem Volumen, $p_0 = 100 \text{ cm}$		
	Helium	Wasserstoff	Stickstoff	Helium	Wasserstoff	Stickstoff
— 250	—	—	—	+ 0,02	—	—
— 200	+ 0,10	+ 0,26	—	+ 0,01	+ 0,06	—
— 100	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,33	0,000	+ 0,014	+ 0,07
— 50	+ 0,009	+ 0,004	+ 0,09	0,000	+ 0,004	+ 0,02
+ 25	— 0,002	— 0,002	— 0,013	0,000	0,000	— 0,006
+ 50	— 0,002	— 0,003	— 0,017	0,000	0,000	— 0,006
+ 75	— 0,002	— 0,002	— 0,012	0,000	0,000	— 0,004
+ 150	+ 0,005	+ 0,003	+ 0,04	0,000	+ 0,001	+ 0,01
+ 200	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,10	0,000	+ 0,002	+ 0,04
+ 450	+ 0,07	+ 0,04	+ 0,50	0,00	+ 0,01	+ 0,15
+ 1000	+ 0,24	+ 0,01	+ 1,7	—	+ 0,04	+ 0,70
+ 1500	—	—	+ 3,0	—	—	+ 1,3

besonders dadurch, daß das Problem von verschiedenen Seiten bearbeitet wurde. Die umfangreichsten Untersuchungen darüber haben an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt *Holborn* mit *Day*, *Valentiner* und *Henning* einerseits und am Geophysikalischen Laboratorium der Carnegie-Institution of Washington *Day* mit *Clement* und *Sosman* andererseits ausgeführt; wertvolle Beiträge kamen außerdem aus England von *Callendar* und *Griffith* sowie aus Frankreich von *Chappuis* und *Harker*. Die Messungen erstreckten sich bis 1600° aufwärts, und es ist jetzt bis 1100° erfreuliche Übereinstimmung der Resultate hergestellt.

Größere Schwierigkeiten bei der Anwendung der Gasthermometer ergeben sich erst oberhalb 500°, und zwar aus dem Verhalten des Gefäßmaterials selbst und aus seiner Wechselwirkung mit dem Meßgas, die die möglichen Kombinationen sehr herabsetzt. Glas, Porzellan, Platinmetalle und neuerdings Quarzglas kommen für die Gefäße von Gasthermometern in Betracht. Durch Quarzglas gehen aber Helium und Wasserstoff schon bei Zimmertemperatur hindurch, und für ersteres ist auch Jenaer Glas bei 450° durchlässig; überdies werden alle Silikate oberhalb 500° von Wasserstoff reduziert, so daß sie dann für dies Meßgas nicht mehr brauchbar sind. Demnach kommt als solches für höhere Temperaturen ausschließlich Stickstoff (oder Argon) in Frage. Mit diesem können bis 1000° Quarzgefäße, bei höheren Temperaturen aber nur Platinlegierungen — am besten Platin-Rhodium — Verwendung finden (reines Platin ist zu weich); das früher gern benutzte Porzellan zeigt bei höherer Temperatur Unregelmäßigkeiten in der Ausdehnung und gibt dann auch Gase ab.

Neben der selbstverständlichen Bedingung, daß das Gefäßmaterial bei derartigen Messungen nicht mit der thermometrischen Substanz reagieren darf, kommt noch sehr wesentlich seine mechanische Festigkeit in Betracht, da natürlich jede Deformation des Meßgefäßes verhängnisvoll werden muß; deswegen kann z. B. auch das sehr weiche reine Platin keine Verwendung finden, und deswegen hört die Brauchbarkeit des Glases mit etwa 500° auf. Abgesehen von den unkontrollierbaren nicht umkehrbaren und deswegen durchaus zu vermeidenden Deformationen sind noch die umkehrbaren Volumenänderungen zu berücksichtigen, die durch Temperaturänderung und den Druck des Gases unvermeidlich hervorgerufen werden. Die Wirkung des letzteren korrigiert man entweder durch besondere Messungen, indem man den Innendruck möglichst klein hält, oder aber man sorgt dafür, daß innerhalb und außerhalb des Meßgefäßes stets derselbe Druck herrscht, was durch einen gasdichten, mit dem Meßgas gefüllten Ofen zu erreichen ist. Für die Wärmeausdehnung des Gefäßes, die dafür verantwortlich ist, daß man immer nur ein Thermometer mit fast konstantem Volumen realisieren kann, sind besondere Korrekturen anzubringen, die sich aus dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Gefäßmaterials ableiten. Eine sehr wichtige Fehlerquelle für die Gasthermometer liegt schließlich noch in dem „schädlichen Raum“, der das nicht im Ofen

befindliche Stück der Verbindungskapillare bis zum Quecksilberniveau des Manometers umfaßt; auch hierfür müssen gewisse Korrekturen ermittelt und angebracht werden.

Während nun die zuletzt erwähnten Messungsschwierigkeiten von der Anwendung dieses Instrumentes überhaupt nicht zu trennen sind, liegen noch einige weitere in der Druckmessung, der Konstanz der Ofentemperatur usw., die hier aber nicht erörtert zu werden brauchen.

Jedenfalls sieht man, daß gute Gasthermometerbeobachtungen zu den Arbeiten gehören, die nur in reich ausgestatteten physikalischen Instituten ausgeführt werden können; und in der Tat ist auch die Verwendung der Gasthermometer zur direkten Temperaturmessung überflüssig, weil es keine Schwierigkeiten bietet, an die einmal ermittelte primäre Gaskala andere sekundäre Skalen und Meßinstrumente anzuschließen, die eine einfache direkte Temperaturbestimmung erlauben, ohne die umfangreiche Apparatur des Gasthermometers.

Dieser Anschluß erfolgt entweder so, daß man das zu eichende Instrument in den Heizraum des Gasthermometers bringt und die Angaben beider Apparate direkt vergleicht; oder aber man bestimmt irgendwelche genau reproduzierbare Temperaturen (Schmelzpunkte, Siedepunkte) nacheinander mit beiden Instrumenten und erhält dadurch deren Beziehungen.

Sekundäre Skalen und Meßinstrumente.

Das bekannteste aller sekundären Instrumente, das Quecksilberthermometer, welches von etwa — 30 bis etwa 350° fast Alleinherrscher ist, hat seinen Anwendungsbereich erheblich (bis 520°) erweitert, seitdem man für diese Zwecke das Quecksilber unter dem hohen Druck eines inerten Gases (CO₂, N₂) einschließt; und wenn man dann noch das Glas durch Quarzglas ersetzt, so erhält man einen Meßbereich bis 750°. Jedoch nur bei sehr mäßigen Temperaturen und bei schonendster Behandlung lassen sich Quecksilberthermometer als sekundäre *Normalskalen* verwenden; so wird z. B. die internationale Wasserstoffskala in Form von 4 Quecksilberthermometern aus verre dur aufbewahrt. Bei höheren Temperaturen aber treten leicht Änderungen ein, die es notwendig machen, alle Quecksilberthermometer von Zeit zu Zeit mit Hilfe von Fixpunkten zu kontrollieren und neu zu eichen.

Für die Messung sehr niedriger Temperaturen eignen sich bis — 90° Toluol-, bis — 190° Pentanthermometer, die aber ebenfalls steter Nacheichung bedürfen.

Für die genaue Messung sehr hoher Temperaturen gab es — abgesehen vom Gasthermometer —, solange die optische Pyrometrie noch nicht entwickelt war, zwei Arten von Instrumenten: Platin-Widerstandsthermometer und Thermoelemente.

Das erstere gewinnt als empfindliche, unveränderliche und leicht eichbare sekundäre Normal-skala, wie auch als Meßinstrument rasch an Boden, was wohl besonders einer sehr sorgfältigen und umfangreichen Experimentaluntersuchung über dies

eigenartige Thermometer von *Burgeß* zuzuschreiben ist.

Der elektrische Widerstand des reinen Platins ändert sich mit der Temperatur sehr regelmäßig. Bestimmt man also diese Größe eines auf Quarz oder Glimmer aufgewickelten dünnen Platindrahtes bei der unbekannten Temperatur T , was bis auf $1/100000$ ohne Schwierigkeiten möglich ist, so ergibt sich aus dem gefundenen Wert die gesuchte Temperatur, natürlich nur nach entsprechender Eichung des Instrumentes. In der Art seiner Eichung liegen aber nun seine Vorzüge. Es genügt nämlich, den Widerstand des Drahtes, außer bei den beiden Fundamentalpunkten, bei nur *einer* weiteren wohlbekannten Temperatur zu bestimmen, um aus diesen drei Werten eine quadratische Gleichung zwischen Widerstand und Temperatur ableiten zu können, die einen vorzüglichen Anschluß an die thermodynamische Skala bietet. Benutzt man als dritten Eichpunkt den Siedepunkt von Schwefel ($444,5^\circ$) oder den ebensogut bekannten Schmelzpunkt von Zink ($419,4^\circ$), so erhält man eine Gleichung, die zwischen 0° und 1100° Temperaturwerte liefert, welche sich von denen der thermodynamischen Skala nicht weiter entfernen als die Meßgenauigkeit der Gasthermometer reicht ($0,1^\circ$ bei 450° und 2° bei 1100°); auch für 0° bis -200° läßt sich eine ähnliche Gleichung ermitteln, wenn man als dritte Eichtemperatur z. B. den Siedepunkt von Sauerstoff ($-182,9^\circ$) verwendet. Daß man nicht mit *einer* quadratischen Gleichung im ganzen Temperaturgebiet ausreicht, liegt natürlich daran, daß die Temperaturabhängigkeit des Platinwiderstandes nicht völlig exakt durch eine derartige Gleichung darstellbar ist.

Hiernach stellt ein sorgfältig geeichtes Widerstandsthermometer aus reinem Platin zurzeit die beste sekundäre Temperaturnormale von -200° bis $+1100^\circ$ dar, die besonders deswegen wertvoll ist, weil sie jederzeit in einfacher Weise *unabhängig von Gasthermometern* wiederhergestellt werden kann. Die obere Grenze für die Anwendbarkeit des Platinwiderstandsthermometers ist dadurch gegeben, daß alle Isolationsmaterialien bei hohen Temperaturen zu Leitern der Elektrizität werden, womit natürlich eine genaue Widerstandsbestimmung des aufgewickelten Platindrahtes aufhört. Als Meßapparat wird allerdings dies Thermometer wohl kaum die Handlichkeit des Quecksilberinstrumentes erreichen.

Viel bekannter als die soeben beschriebene Vorrichtung sind die *thermoelemente*, bei denen die Abhängigkeit der an der Lötstelle zweier Drähte auftretenden elektromotorischen Kräfte von der Temperatur zu deren Messung benutzt wird. Sie haben sich besonders wegen ihrer bequemen Benutzbarkeit in Verbindung mit Skaleninstrumenten eingebürgert, besitzen dann aber auch den Vorzug, daß man sie, weil sie nur aus zwei dünnen Drähten bestehen, überall mit Leichtigkeit unterbringen kann. Ihre Genauigkeit erreicht aber nicht — wenigstens nicht bei dieser Form — die des Widerstandsthermometers, auch ist ihre Kalibrierung weniger einfach, weil der Zusammenhang zwischen ihrer elektromotorischen Kraft und der Temperatur für ein Intervall von mehreren hundert Graden meist nur

durch Gleichungen darzustellen ist, die noch dritte oder gar vierte Potenzen der Temperatur enthalten, also entsprechend viel Eichpunkte zu ihrer Aufstellung verlangen. Selbstverständlich ist die obere Grenze für die Benutzung eines Thermoelementes durch den Schmelzpunkt seines niedriger schmelzenden Drahtes gegeben; aber das so abgegrenzte Gebiet ist meist nicht voll ausnutzbar, weil stets die Empfindlichkeit solcher Metallpaare (Änderung der elektromotorischen Kraft/Änderung der Temperatur) stark von der Temperatur abhängig ist, und für genauere Messungen nur das Gebiet größter Empfindlichkeit in Frage kommt. Deswegen ist es meist nicht gut möglich, eine sekundäre Temperaturskala für ein großes Intervall durch ein Thermoelement zu realisieren; man muß es vielmehr bei genaueren Arbeiten auf mehrere verschiedene Elemente verteilen, wodurch natürlich die Unbequemlichkeit mehrfacher Eichungen bedingt wird.

Für Temperaturen unterhalb -200° wird das Element Gold-Silber empfohlen; für mittlere Temperaturen bis 360° sind besonders brauchbar die Kombinationen Eisen-Konstantan und Kupfer-Konstantan, mit denen man einige Hundertstelgrade Genauigkeit erzielt, sowie zahlreiche andere, deren elektromotorische Kraft erst neuerdings ermittelt worden ist. Für hohe Temperaturen erfreut sich das Le Chatelier-Element aus Platin und Platin-Rhodium (10 % Rh) eines berechtigten Rufes, weil es bis etwa 1750° benutzbar ist, also viel weiter, als der Anwendungsbereich des Platinwiderstandsthermometers reicht. Für dies Instrument, dessen Empfindlichkeit mit der Temperatur steigt und bei hohen Temperaturen die des Gasthermometers übertrifft, hat *Holman* die Abhängigkeit der Temperatur von der elektromotorischen Kraft durch die einfache Formel

$$\log e = a + b \log t$$

ausgedrückt, die einen überraschend guten Anschluß an die Normalskala liefert¹⁾, wenn man als Eichpunkte die Erstarrungspunkte von Zink und Kupfer wählt. Man erkennt dies aus der folgenden kleinen Tabelle, die die Korrekturen angibt, welche bei den verschiedenen Temperaturen an einem derartig geeichten Element anzubringen sind, um seine Angaben auf die thermodynamische Skala zu beziehen.

Korrekturen für Thermoelementskalen (Pt, 90 Pt 10 Rh).

Formel $t =$	300	600	900	1200	1400	1600	1700	1750
$e = a + bt + ct^2$	-0,8	0	+0,3	+0,5	+8	+26	+40	+46
$\log e = a + bt$	-0,6	+1,5	+2,5	-5	-5	-3	+1	+3

Für die Fixierung der oberhalb 1000° liegenden Schmelzpunkte (Gold, Kupfer, Eisen, Nickel, Palladium, Platin) in bezug auf das Gasthermometer sowie für deren Messung hat das Element Platin/Platin-Rhodium vorzügliche Dienste geleistet.

¹⁾ Als auffällig mag erwähnt werden, daß für die Thermolemente im allgemeinen Gleichungen der Form $t = a + be + ce^2 + de^3 + \dots$ die Temperaturskala besser darstellen als die inverse Form $e = a + bt + ct^2 + \dots$

Für Temperaturen oberhalb des Schmelzpunktes von Platin ist möglicherweise ein Element Wolfram-Molybdän bis zum Schmelzpunkt des letzteren (ca. 2600°) brauchbar, allerdings nur in reduzierender Atmosphäre; über dies Element sind sichere Angaben aber noch nicht vorhanden.

Ein allgemeiner Nachteil aller Thermoelemente liegt darin, daß es fast unüberwindliche Schwierigkeiten bietet, Drähte herzustellen, die auf längere Strecken völlig homogen sind und auch so bleiben. Jede Inhomogenität aber bedingt in einem Draht von veränderlicher Temperatur das Auftreten von ganz unkontrollierbaren elektromotorischen Kräften, und da besonders bei hohen Temperaturen alle Metalle leicht zerstäuben oder bereits merkliche Dampfdrucke besitzen, so ist stets Gefahr vorhanden, daß selbst die homogensten Drähte durch Aufnahme von Verunreinigungen (aus dem andern Draht) ihre ursprüngliche Thermokraft ändern. Es ist deswegen eine möglichst gute Isolation der einzelnen Drähte durch Schutzrohre aus Quarz oder Magnesia erforderlich, aber auch dann erscheint eine häufige Nach-eichung der Elemente geboten.

Optische Pyrometer.

Während die Skalen der bisher besprochenen sekundären Thermometer empirisch an die primäre Idealgasskala angeschlossen werden müssen, ist durch die neuere Entwicklung der Strahlungstheorie die Grundlage zu Meßinstrumenten gelegt worden, deren Angaben direkt dieser Skala entsprechen.

Allerdings sind diese optischen Pyrometer, deren besonderer Vorzug darin besteht, daß sie der zu messenden Temperatur überhaupt nicht direkt ausgesetzt werden, meist auf die höheren Temperaturen beschränkt, wo gut sichtbare Strahlung stattfindet (etwa von 800° an); nach oben hin ist dagegen ihrer Leistungsfähigkeit keine Grenze gezogen.

Als Grundlage der optischen Pyrometer dient einerseits das Stefansche Gesetz über die Gesamtstrahlung

$$E = \sigma (T^4 - T_0^4)$$

(E = Gesamtstrahlung, T = Temperatur des strahlenden, T_0 = des bestrahlten Körpers, σ = Konstante), andererseits das Wiensche Gesetz für monochromatisches Licht in der Form

$$\log \frac{J}{J_1} = \frac{c_2}{\lambda} \log e \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T} \right)$$

(J , J_1 Strahlungsintensitäten des schwarzen Körpers bei T und T_1 für die Wellenlänge λ , c_2 = Konstante.)

Das erste Gesetz verwendet ein von Féry erfundenes „Thermoelektrisches Teleskop“; nach der zweiten Gleichung arbeiten die Pyrometer von Wanner und Le Chatelier. Gut anwendbar scheinen auch die nur in der Konstruktion verschiedenen Pyrometer von Holborn und Kurlbaum sowie von Morse zu sein. Theorie und Wirkungsweise dieser verschiedenen Instrumente im Rahmen dieses Aufsatzes darzulegen ist nicht möglich; es sei nur hervorgehoben, daß ihre Zuverlässigkeit natürlich — sofern sie die angegebenen Strahlungsgesetze benutzen — von der Sicherheit abhängt, mit welcher deren Konstanten

bestimmt sind. Bisher ist nun hierin noch keine zufriedenstellende Übereinstimmung erzielt, und dies ist auch zum Teil wenigstens der Grund, daß die Messungen mit optischen Pyrometern vielfach noch voneinander abweichen. Es kommt aber noch ein anderer wichtiger Umstand hinzu. Die Strahlungsgesetze und natürlich auch die darin enthaltenen Konstanten gelten nur für den absolut schwarzen Körper. Mißt man also mit den optischen Pyrometern Temperaturen beliebiger Körper, die im allgemeinen ohne besondere Anordnungen nicht schwarz strahlen, so erhält man deren „schwarze Temperatur“, die stets unterhalb ihrer wahren Temperatur liegt, und es bedarf in jedem einzelnen Falle besonderer Korrekturen, um die letztere zu finden.

Von der weiteren Ausbildung dieser Instrumente wird es abhängen, mit welchem Genauigkeitsgrade wir künftig die höchsten uns zugänglichen Temperaturen zu messen imstande sein werden.

Normaltemperaturen (Fixpunkte).

Es ist bereits erwähnt worden, daß die Übertragung der Gasskala auf sekundäre Meßinstrumente entweder direkt oder mit Hilfe von „Fixpunkten“, die dann mit beiden Instrumenten bestimmt werden, geschehen kann. Als Normaltemperaturen oder Fixpunkte bezeichnet man möglichst einfach, sicher und genau ohne Anwendung eines Thermometers herstellbare Temperaturen, die sich längere Zeit konstant halten lassen und deren Wert in bezug auf die Idealgasskala genau bekannt ist. Diesen Bedingungen genügen die Schmelzpunkte, Siedepunkte und Umwandlungspunkte einer Anzahl reiner Stoffe, bei denen die mit der betreffenden Umwandlung verbundene Wärmetönung die Unabhängigkeit von der Außentemperatur in gewissen Grenzen bedingt. Der Anschluß einer größeren Zahl solcher Fixpunkte an die thermodynamische Skala hat ganz erhebliche Mühe gekostet, und erst neuerdings sind die verschiedenen Laboratorien zu gut übereinstimmenden Resultaten gekommen, von denen die wichtigsten in der Tabelle auf S. 888 zusammengestellt sind.

In ihrer Gesamtheit bieten nun diese Zahlen ein vorzügliches Mittel, um ohne komplizierte physikalische Apparate zu wirklich genauen Temperaturmessungen zu kommen; weil sie jeden, unabhängig von Gasthermometern und von kostbaren geeichten sekundären Skalen, in die Lage versetzen, seine Thermometer direkt an die thermodynamische Skala anzuschließen, indem er einfach derartige Temperaturen mit seinem Instrument mißt und dessen Angaben entsprechend korrigiert. Bedingung für die Anwendung dieser Fixpunkte allerdings ist der Besitz wirklich reiner Substanzen, deren Beschaffung aber nicht allzu schwierig ist, da z. B. die wichtigen Metalle Gold, Silber, Platin, Quecksilber, Kupfer, Zinn, Blei, Cadmium und Zink, wie Mylius gezeigt hat, heute mit weniger als 0,01 % Verunreinigungen im Handel zu haben sind und somit ohne weiteres zur Erzeugung der Normaltemperaturen benutzt werden können. Daß man bei Anwendung von Siedepunkten als Fixpunkte den Einfluß des jeweiligen

Normaltemperaturen (Fixpunkte).

Thermodynamische Skala.

Substanz	Vorgang	Temperatur ° C	Un- sicherheit ° C	Reprodu- zierbar- keit ° C
Wasserstoff . . .	Sieden	— 252,7	0,2	0,05
Sauerstoff . . .	"	— 182,9	0,1	0,03
Kohlendioxyd .	Sublimation in Gasolin	— 78,34	0,1	0,03
Quecksilber . .	Erstarren	— 37,7	0,1	0,05
Wasser	"	0	0	0,001
Na ₂ SO ₄ . 10 H ₂ O.	Umwandlung in Anhydrid	32,383	0,002	0,001
Wasser	Sieden	100	0	
Naphthalin. . .	"	217,96	0,02	0,01
Zinn	Erstarren	231,85	0,1	0,05
Benzophenon .	Sieden	305,90	0,05	0,02
Cadmium . . .	Erstarren	320,92	0,1	0,03
Blei	"	327,4	0,1	0,05
Zink	"	419,4	0,1	0,15
Schwefel . . .	Sieden	444,6	0,1	0,03
Antimon. . . .	Erstarren	630	0,5	0,3
Ag ₃ —Cu ₂ . . .	Eutekt.			
	Erstarrung	779	1,0	1,0
Na Cl	Erstarren	800	2,0	1,0
Silber	"	960,5	1,0	0,5
Gold	"	1063	2,0	1,0
Kupfer	" ¹⁾	1083	2,0	1,0
Nickel.	"	1452	—	—
Kobalt	"	1490	—	—
Palladium . . .	"	1549	10	3
Platin	Schmelzen	1755	15	5
Wolfram	"	3000	100	25

Druckes, der natürlich auch genau bestimmt ist, berücksichtigen muß, bedarf kaum der Erwähnung.

Bis etwa 1100° ist ohne Zweifel, wie die Tabelle ergibt, die Sicherheit der Temperaturskala ziemlich beträchtlich; weiter hinauf ist aber noch nicht die wünschenswerte Genauigkeit erreicht. Das Bestreben, auch oberhalb 1200° bis etwa 3500° eine sichere Skala und zuverlässige Meßmethoden zu gewinnen, entspringt nicht den Wünschen einseitiger Präzisionsfanatiker; es ist vielmehr dadurch bedingt, daß die Lösung vieler theoretisch und praktisch höchst wichtiger Fragen von der weiteren Verfeinerung der Meßtechnik bei höheren Temperaturen abhängt.

Wer jemals Gelegenheit gehabt hat, die durch mangelhafte Definition der Temperaturskala hervorgerufenen Widersprüche und Irrtümer kennen zu lernen, wird über den heutigen Stand dieser Frage, wie er hier geschildert wurde, einige Befriedigung empfinden müssen, zumal da jetzt auch die Aussicht besteht, daß eine internationale Verständigung über die Temperaturskala demnächst erreicht werden wird.

¹⁾ Unter Luftausschluß.

Zur Geschichte der Naturphilosophie.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

Es ist noch nicht allzulange her, daß der Name „Naturphilosophie“ in den weitesten Kreisen der Wissenschaft, ganz besonders auch bei den Naturforschern, den allerübelsten Klang hatte. Noch vor ein paar Jahrzehnten nahmen die meisten dieses Wort als ein Synonym von Unwissenschaftlichkeit und Phantasterei, und wer der Naturphilosophie ein ernsthafteres Interesse zuwandte, geriet zum mindesten in den „Verdacht“, daß er es an der Sorgfalt exakter Arbeit fehlen lasse und es mit der Methodik nicht allzu genau nehme. Man glaubte schließlich der Beschäftigung mit naturphilosophischen Problemen wohl ganz entraten zu können und hielt, wie die Philosophie überhaupt, so auch insbesondere die Naturphilosophie für etwas, was in der Naturforschung zum mindesten überflüssig, wenn nicht schädlich wäre.

Diese Sachlage hat sich in der jüngsten Vergangenheit, namentlich in den letzten 10—20 Jahren, von Grund aus geändert. Man beschäftigt sich nicht nur von neuem intensiv mit naturphilosophischen und allgemein philosophischen Fragen, sondern die spezifisch naturphilosophischen Probleme stehen heute geradezu im Mittelpunkt der vorwärtsschreitenden naturwissenschaftlichen Forschung, und auf den verschiedensten Gebieten sind es Weltanschauungsfragen, die mehr und mehr in den Vordergrund alles Interesses gerückt, philosophische Grundbegriffe, die zum Schiboleth der Parteien, zu Stichworten exakt naturwissenschaftlicher Grundrichtungen geworden sind.

Dieser erneute Aufschwung der Naturphilosophie ist natürlich mit dem vorangegangenen Niedergang und Verfall aufs engste verknüpft. Und beide sind wiederum nur Teilerscheinungen eines allgemeinen historischen Prozesses.

In jener Zeit, als die Naturphilosophie allgemein in Verruf gekommen war, also etwa im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts, bezeichnete man mit diesem Namen nicht etwas Allgemeines, also nicht die Naturphilosophie schlechtweg, in ihrer umfassendsten Bedeutung, die ja auch eine große Mannigfaltigkeit von Grundrichtungen aufweist, sondern man hatte dabei fast ausschließlich nur eine Art, einen bestimmten Typus von Naturphilosophie im Auge, denjenigen nämlich, der von *Schelling* und seiner Schule ausgebildet worden war. Diese Schellingsche Naturphilosophie galt als Prototyp der Naturbetrachtung, wie sie nicht sein solle und ward in dieser Hinsicht, als die spekulative oder konstruktive, der exakten, empirischen Naturerkenntnis entgegengesetzt. Die letztere, so war die gangbare Vorstellungsweise, lasse es sich sauer werden beim hingebenden Studium der Erfahrung, beim mühevollen Sammeln und Sichten empirischer Daten, aus denen dann erst langsam allgemeine Erkenntnisse (Gesetze) gewonnen würden — die Spekulationen *Schellings* und seiner Schüler dagegen glaubten alles dessen enthoben zu sein und mit Hilfe bloßer Gedanken-gepinste oder auch wilder Phantasien der Natur

ihre Gesetze, nicht sowohl ablauschen als eigentlich selbstherrlich vorschreiben zu können.

Erst in der jüngsten Vergangenheit hat man angefangen, diese in einer Tradition von vielen Jahrzehnten hartnäckig festgehaltene Auffassung als ein Zerrbild zu erkennen und dementsprechend allmählich zu berichtigen. Gewiß gab es Ausschreitungen des spekulativen Geistes. Aber zunächst fallen diese weniger *Schelling* selbst als einigen seiner Schüler zur Last, jenen wenig selbständigen Adepten, die, wie so häufig im Wissenschaftsbetriebe, den Geist des Meisters gerade in seinen Schwächen, ja hier oft am stärksten, zu spüren meinen. Soweit sie aber auch bei *Schelling* selbst hervortreten, erklären sie sich leicht aus der Eigenart der Aufgabe, vor die *Schelling* sich gestellt sah — diese Aufgabe selbst indessen bleibt davon ebenso unberührt, wie die geniale und tiefsinnige Lösung, die *Schelling* ihr zu geben versuchte, für die noch *Alexander von Humboldt* Worte höchster Bewunderung und Anerkennung fand, und in der *Goethe* seine eigene Art der Naturbetrachtung und Naturforschung wie in einem Spiegelbilde wieder-erkannte, so wie ja von dieser, umgekehrt, auch *Schelling* entscheidend beeinflusst wurde. Wenn also *Schelling* nicht selten, indem er die Grenzen der Erfahrung überschreitet, Hypothesen aufstellt, die einer ernsthaften Kritik nicht standhalten können, oder sogar ganz aus dem Rahmen wissenschaftlicher Forschung herausfallen, so ist dies keine Instanz gegen die zugrundeliegende Naturphilosophie und gegen die positive Förderung, die ihr die neuere Naturerkenntnis verdankt. Wie vieles in der Naturwissenschaft müßte dann verdächtig erscheinen, weil es seiner Entstehung nach mit unzulänglichen Hypothesen oder selbst mit ausschweifenden Phantasien eng verknüpft war! So hat z. B. *Kepler* seine berühmten Gesetze der Planetenbahnen, auf denen noch heute die ganze Himmelsmechanik ruht, auf der Grundlage der Pythagoräischen Philosophie gewonnen, von derselben Basis aus aber auch die alte Pythagoräische Lehre zu erneuern und zu beweisen gesucht, daß die Planeten zueinander geordnet sind wie die Intervalle konsonierender Töne, jene Lehre von der Sphärenmusik, auf die auch *Goethe* in den Eingangsworten seines „Faust“ (Prolog im Himmel) anspielt:

Die Sonne tönt, nach alter Weise,
In Brudersphären Wettgesang.

Würde man um dieser Hypothese willen, die außerhalb jeder wissenschaftlichen Naturerkenntnis liegt, auch die damit eng verknüpften wissenschaftliche Großtat *Keplers* stigmatisieren wollen? Es wäre ebenso, wenn man die positive Bedeutung der Schellingschen Naturphilosophie, sei es im allgemeinen oder nach irgend einer besonderen Richtung, wenn man z. B. die von *Schelling* zuerst behauptete innere Verwandtschaft von Licht, Elektrizität und Magnetismus, woraus dann wieder die Entdeckung des Elektromagnetismus durch seinen Schüler *Oerstedt* hervorging, deshalb mißachten wollte, weil eben dieselbe Lehre späterhin auch zu phantastischen Übertreibungen führte. —

Indessen lagen die Gründe für jene Abwendung von aller Naturphilosophie, die schon in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts einsetzte, doch tiefer als in der Abneigung gegen ein bestimmtes philosophisches System und der einseitigen oder verzerrten Vorstellung, die man sich von ihm gebildet hatte. Man kämpfte gegen *Schelling* und seine Schule, nicht wegen der besonderen Art, in der hier die Naturphilosophie sich darstellte, sondern weil der Geist der Zeit aller Naturphilosophie entgegengesetzt war; und man wandte sich nicht nur gegen Ausschreitungen des spekulativen Geistes, sondern gegen diesen selbst, den man nach der ganzen geistigen Struktur der Zeit nicht mehr begriff und begreifen konnte. Nicht nur die Naturphilosophie kam in Verruf, sondern die Philosophie überhaupt, ganz besonders die Metaphysik, die zum wahren Kinderschreck wurde. Es war die Zeit der Abwendung von dem in der klassischen Periode herrschenden Idealismus, die stürmische Inauguration eines extremen Realismus und Naturalismus, der bis zur jüngsten Vergangenheit dominierte — eine der radikalsten Umwälzungen, die sich im geistigen Leben überhaupt begeben haben. Wenn vorher die Idee so gut wie alles gewesen, so war sie nun so gut wie nichts, sie galt als eine vorgefaßte Meinung, als willkürlich-subjektive Vorstellung, oder gar als ein bloßes Gehirnprodukt — in jedem Falle als etwas, das der Erkenntnis der „Wirklichkeit“ im Wege stehe, dieser „Wirklichkeit“, die nur im sinnlich Greifbaren und Faltbaren sich für jedermann darstelle. Diese geistige Umwälzung beschränkte sich freilich nicht auf die Naturerkenntnis, sondern griff auch auf fast alle anderen Wissenschaften über, ja sie erstreckte ihren beherrschenden Einfluß allmählich auf beinahe alle Lebensgebiete — aber sie war doch in der Naturwissenschaft bei weitem am stärksten, sie fand ja hier auch naturgemäß den günstigsten Nährboden und konnte am fruchtbarsten wirken, so daß die neue Betrachtungsweise geradezu auch als „naturwissenschaftliche“ angesprochen und rückwirkend von hier aus für alle anderen Lebensgebiete vorbildlich werden konnte. —

Wie jede allzu extreme Wandlung der Dinge, so trug freilich auch diese ihr Korrektiv in sich selbst. Die Abwendung von aller Naturphilosophie war noch kaum recht vollzogen, da begann auch schon die Reaktion, das erneute Bemühen um eine den veränderten Anschauungen angepaßte Naturphilosophie. Die einen, wie, um nur einen Namen zu nennen, *Helmholtz*, blieben dabei von vornherein in enger Fühlung mit der klassischen deutschen Philosophie, insbesondere den Grundanschauungen *Kants*, die man eben damals im Sinne eines naturwissenschaftlichen Realismus zu interpretieren anging; andere suchten eine neue Naturphilosophie auszubilden, ohne aber über deren engere Grenzen hinauszugehen; wieder andere aber überschritten endlich auch diese Grenzen, um zu einer neuen Metaphysik und neuer Systembildung fortzuschreiten — so *Lotze*, *Fechner* und *Wundt*, die, bei aller Verschiedenheit des Standpunktes, darin übereinstimmen, daß sie, von der rein empirischen Natur-

forschung herkommend, zur Metaphysik und philosophischen Systembildung fortgeschritten sind.

Alle diese Wandlungen vollzogen sich bereits um die Mitte bzw. im zweiten Drittel des vorigen Jahrhunderts — von ihnen blieben aber weite Kreise der Naturforschung zunächst noch lange Zeit unberührt. Noch in den siebziger und achtziger Jahren war hier die allgemeine Vorstellungsweise, das antiphilosophische Vorurteil, wie man es nennen könnte, von gleicher Art wie in der ersten Hälfte des Jahrhunderts, da eben die Abwendung von der Schellingschen Naturphilosophie begonnen hatte. Da setzte innerhalb der empirischen Naturforschung selbst allmählich eine Entwicklung ein, welche unwiderstehlich gleichfalls zur erneuten Beschäftigung mindestens mit den wichtigsten Problemen der Naturphilosophie zwang. Man könnte diese Entwicklung mit dem Worte *Goethes* charakterisieren: wer von der *Idee* nichts weiß, hat zuletzt auch den *Begriff* nicht mehr. Man hatte von aller Metaphysik sich abzuwenden geglaubt — und wußte nicht, daß dies schlechterdings unmöglich ist, daß man immerfort an metaphysische Voraussetzungen gebunden war, — nur eben an solche, die ohne deutliches Bewußtsein und erst recht also ohne kritische Besinnung aufgenommen worden waren. Daher mußte die fortschreitende Forschung notgedrungen immer von neuem wieder da und dort in Verwirrung geraten, ohne daß man die Fehlerquellen entdecken konnte, — bis man erkannte, daß eine neue naturphilosophische Orientierung notwendig sei.

In dieser Hinsicht hat in den letzten Jahrzehnten namentlich der Atombegriff eine wichtige Rolle gespielt. Den naturphilosophischen Begriff des Atoms — eine durchaus metaphysische Konzeption —, den schon einer der ältesten griechischen Philosophen, *Demokrit*, im wesentlichen so fixiert hat, wie wir ihn noch heute anwenden, diesen naturphilosophischen Begriff hatte auch die empirische Naturforschung des 19. Jahrhunderts ohne kritische Prüfung übernommen und jahrzehntelang wie ein leicht zu handhabendes Werkzeug angewandt. Zuletzt aber zeigte es sich, daß dieser Begriff theoretisch ganz unhaltbar, weil mit den wichtigsten gesicherten Tatsachen unvereinbar, und daß doch dieser unhaltbare Begriff wieder in gewissem Umfange für die praktische Forschung unentbehrlich sei. So ergab sich die Notwendigkeit ganz von selbst, diesen Begriff erneut von der Idee aus, nach seinem Ursprung im allgemeinen naturphilosophischen Zusammenhange zu untersuchen. War dies von besonderer Wichtigkeit für Physik und Chemie und deren Grenzgebiete, so ergaben sich ähnliche Notwendigkeiten auch in anderen Bereichen der Naturforschung, so namentlich innerhalb der Biologie. Hier hatten z. B. die Darwin'sche Deszendenztheorie und Selektionslehre jahrzehntelang ein fast kanonisches Ansehen behauptet, bis dann gegen das Ende des 19. Jahrhunderts eine offene Krisis der Darwin'schen Lehre ausbrach, hervorgerufen vor allem durch die auch auf neue Tatsachen sich stützende kritische Selbstbesinnung über die naturphilosophischen Grundlagen und

Voraussetzungen des Darwinismus, über die Frage nach der ersten Entstehung von Organismen, nach der primären Zweckmäßigkeit, dem Begriff des Zwecks überhaupt, wie in seinem Verhältnis zum Mechanismus usw.

Jedenfalls häufen sich also in der Gegenwart von allen Seiten die Tatsachen, welche auf eine starke Wiederbelebung des naturphilosophischen Interesses hindrängen. Die naturphilosophischen Fragen finden nicht nur gelegentliche Teilnahme, sondern stehen gegenwärtig, und schon seit Jahren, geradezu im Brennpunkte naturwissenschaftlichen Interesses. Die verschiedensten Strömungen kämpfen dabei miteinander, von denen einige unmittelbar an die geschichtliche Vergangenheit anknüpfen und deren naturphilosophische Anschauungen teilweise direkt erneuern. So hat sich gegen die Alleinherrschaft des Biomechanismus längst in verschiedenen Formen ein neuer Vitalismus erhoben; so hat *Ostwald*, einer der ersten und eifrigsten Förderer der neuen naturphilosophischen Arbeit, in modifizierter Form die dynamistische Betrachtungsart von *Leibniz* unter dem Namen des Energetismus zu erneuern gesucht, während *Mach*, von der Physik ausgehend, einen neuen Phänomenalismus ausgebildet hat usw.

Unter diesen Umständen ist es sicherlich keine unberechtigte Annahme, daß auch die historischen Zusammenhänge der naturphilosophischen Gedankenentwicklung bei den Naturforschern von neuem lebhafter Teilnahme begegnen werden, und daß eine geschichtliche Darstellung der neueren Naturphilosophie, die bis zur unmittelbaren Gegenwart herabreicht, von vornherein eines weitgehenden Interesses, nicht nur bei den philosophisch Interessierten, sondern ebenso auch bei den Vertretern der Naturwissenschaften sicher sein kann. Jedenfalls hat es in diesem Sinne ein österreichischer Gelehrter, Professor *Carl Siegel* (von der Universität Wien), der sich besonders durch eine gediegene Monographie über *Herder* als Philosoph bekannt gemacht hat, erstmalig unternommen, eine Geschichte der neueren Naturphilosophie zu schreiben. Er bezeichnet sein Werk allerdings enger als „Geschichte der deutschen Naturphilosophie“ (Leipzig, 1913, Akadem. Verlagsgesellschaft) mit Rücksicht darauf, daß jedenfalls seit *Leibniz* „dem Volk der Denker der Löwenanteil an der Entwicklung der Naturphilosophie zugefallen ist“. Das wird man wohl nicht ohne weiteres zugestehen können, vielmehr finden, daß in der klassischen Blüteperiode der deutschen Philosophie gerade die Naturphilosophie eine nichts weniger als dominierende Rolle spielte, und daß andererseits, worauf der Verfasser selbst hinweist, auch in anderen Ländern in der Neuzeit die Naturphilosophie zu nicht weniger hoher Blüte gelangt ist als in Deutschland, daß z. B. *Galilei* und *Giordano Bruno* in Italien, *Descartes* in Frankreich, *Bacon* und *Hobbes* in England ebenso viele Ausgangs-, ja Mittelpunkte bedeutsamer naturphilosophischer Entwicklungslinien bezeichnen. Allein das Recht der Begrenzung auf die deutsche

Naturphilosophie wird man dem Verfasser dennoch ohne weiteres zugestehen.

Der Verfasser hat aber seine geschichtliche Darstellung auch dem Begriffe „Naturphilosophie“ nach noch enger umgrenzt. Er sagt darüber: „Naturphilosophie muß, wenn anders die Bezeichnung nicht völlig unpassend gewählt sein soll, eine Philosophie bezüglich der Natur sein. Nun soll aber doch Philosophie Wissenschaft sein, und so fragt es sich vor allem, in welchem Verhältnis sie zur Naturwissenschaft steht: Man könnte ja denken, daß so etwas wie Naturphilosophie überhaupt nur so lange berechtigt war, als es eine exakte Wissenschaft von der Natur noch nicht gab; dann würde die Naturphilosophie eine Art Vorfahre der Naturwissenschaft darstellen, dessen Bedeutung besten Falles darin erschöpft wäre, daß eben aus ihr Naturwissenschaft sich entwickelt hat. Etwas dergartiges gilt ja z. B. von den Spekulationen der altjonischen Denker, die man auch tatsächlich als die jonischen „Naturphilosophen“ zu bezeichnen sich gewöhnt hat. Nun — in diesem weitesten Umfang soll der Begriff Naturphilosophie in der hier gegebenen Geschichte *nicht* verstanden werden. Mit Naturphilosophie (im engeren Sinne) soll vielmehr gemeint sein eine wissenschaftliche Disziplin, die bewußt neben und nach der Naturwissenschaft auftritt, nicht nur möglich nach, sondern notwendig neben ihr, gefordert von ihr als unentbehrliche Ergänzung.“

Was unter Naturphilosophie als wissenschaftlicher Disziplin genauer zu verstehen sei, zeigt der Verfasser alsbald, indem er zwei Arten derselben unterscheidet, die er als metaphysische und kritische Naturphilosophie bezeichnet. „Die *metaphysisch* gerichtete Naturphilosophie hat wirklich selbst die Natur zum Gegenstand. Aber indem sie von jenem Glied der Natur ihren Ausgang nimmt, das für eine exakte Naturwissenschaft das letzte, weil schwierigste Objekt der Untersuchung darstellt, versucht sie die hier neben der Sinneswahrnehmung zur Verfügung stehende andere Quelle der Erfahrung, die Selbstbeobachtung, mittelst Analogieschlüssen auch für die anderen Gebiete der Natur zu verwerten. Einen prinzipiell ganz anderen Standpunkt nimmt die *kritische* Naturphilosophie ein; sie nimmt nicht die Natur, sondern die *Wissenschaft von der Natur* zum Gegenstand ihrer Untersuchung. Und indem sie Grundlagen, Methoden und Ziele der Naturwissenschaft betrachtet, stellt sie gleichsam deren logisches Gewissen dar.“ Diese Unterscheidung darf man, namentlich um ihrer praktischen Brauchbarkeit willen, gelten lassen, wenngleich sie nur in wenigen Fällen sich rein durchführen lassen wird. Der Verfasser selbst schränkt sie in diesem Sinne ein: Wenn ihm vor allem *Kant* als typischer Repräsentant der kritischen Naturphilosophie gilt, die aber auch in der Gegenwart besonders eifrig von hervorragenden Naturforschern, wie *E. Mach*, gepflegt wird, so fügt er doch sogleich hinzu: „Übrigens wäre es ein grobes Mißverständnis, jene prinzipielle Scheidung von metaphysischer und kritischer Naturphilosophie so zu verstehen, als ob

ihre Vertreter sich in zwei getrennte Lager sondernten. Das ist durchaus nicht der Fall, wenn auch die einen überwiegend Metaphysiker, die anderen wieder in erster Linie Kritiker sind. So wenig *Kant* z. B. ausschließlich Philosophie der Naturwissenschaft getrieben, sondern auch und zwar sehr wichtige Impulse zur Weiterentwicklung der metaphysischen Naturphilosophie gegeben hat, ebensowenig dürfen die Verdienste eines *Leibniz*, *Goethe*, *Schelling* usw. auf dem Gebiete der Philosophie der Naturwissenschaft übersehen werden, wenn auch ihr Hauptinteresse jedenfalls auf dem Boden der Metaphysik lag.“

Was nun die Darstellung im einzelnen anbetrifft, so fällt zunächst auf, daß gerade die letzten Jahrzehnte, die naturphilosophischen Strömungen der Gegenwart mit ihren interessanten Kämpfen und vielfach schroffen Gegensätzen, durch welche auch die empirische Naturforschung so wesentlich beeinflusst wird, nur in einem „Ausblick“ eine ganz rhapsodische Behandlung erfahren. In einer ganz kurzen Übersicht werden uns die positivistischen Strömungen, die Krisis des Atomismus und der Darwinschen Selektionslehre, die verschiedenen Formen des Neo-Vitalismus, sowie schließlich *Machs* Phänomenalismus und *Ostwalds* qualitativer Energetismus als Versuche, einen umfassenderen Standpunkt zu gewinnen, gestreift und kurz charakterisiert. Indessen weist der Verfasser im Vorwort darauf hin, daß er ursprünglich davon ausgegangen sei, speziell gerade ein Bild von den naturphilosophischen Strömungen der *Gegenwart* zu entwerfen, und erst, nachdem er mehrere Jahre zur Sammlung und Ordnung des einschlägigen Materials verwendet hatte, sich entschloß, die neuzeitliche Entwicklung, die zunächst bloß einleitungsweise darzustellen beabsichtigt war, zum besonderen Gegenstand der Behandlung zu machen und vorläufig allein, von dem anderen Teile getrennt, der Öffentlichkeit zu übergeben.“ Wir hätten demnach gewissermaßen als zweiten Band zu der vorliegenden Darstellung späterhin eine eingehende kritische Würdigung der Naturphilosophie der Gegenwart zu erwarten, eine Arbeit, zu der man den Verfasser nur ermuntern kann. Immerhin hätte auch die jetzt veröffentlichte kurze Übersicht vollständiger sein können. So hätte z. B. *Wundt*, wenn ihm nicht schon neben *Fechner* — dem eine sehr eingehende und besonders liebevolle Behandlung in einem Sonderkapitel gewidmet ist — eine selbständige Stellung zugewiesen werden sollte, mindestens in dem Ausblick des Schlußkapitels eine kurze Würdigung zuteil werden müssen, jedenfalls hätte er nicht, wie es hier geschieht, ganz übergangen werden dürfen.

Indessen, wenn auch die Behandlung der Naturphilosophie der unmittelbaren Gegenwart zu kurz gekommen ist, so entbehrt darum das ganze Werk selbst keineswegs des aktuellen Interesses, selbst vom Standpunkte der augenblicklichen Lage, nicht nur der Naturphilosophie, sondern auch der empirischen Naturwissenschaften. Denn der Verfasser hat von vornherein Wert darauf gelegt, bei der Darstellung der einzelnen naturphilosophischen An-

anschauungen die Seiten besonders hervorzuheben, welche für die Gedankenentwicklung der Gegenwart von unmittelbarem Interesse sind. Er wollte mit seinem Werke, wie dies eigentlich von jeder guten Geschichtsdarstellung zu erwarten ist, durch die Vergangenheit der Gegenwart dienen. Und da er gleichzeitig sein Augenmerk darauf gerichtet hat, überall den Zusammenhang der einzelnen naturphilosophischen Anschauungen, wie mit den allgemein-philosophischen Positionen der betreffenden Denker, so auch mit der *Naturwissenschaft* der betreffenden Zeit hervortreten zu lassen, so konnte er von dieser doppelten Seite durch geschichtliche Darstellung mancherlei aufklärendes Licht auf Probleme der unmittelbaren Gegenwart fallen lassen.

In diesem Sinne hat der Verfasser gleich bei *Leibniz*, dem die erste umfassendere Darstellung gewidmet ist — denn die vorangehenden Naturphilosophen, wie *Nicolaus Cusanus*, *Paracelsus*, *Agrippa von Nettesheim*, *Kepler*, *Joachim Jungius* u. a. sind nur kurz in einem zusammenfassenden einleitenden Kapitel behandelt worden — mit Recht darauf hingewiesen, welche große Bedeutung die Naturphilosophie dieses allumfassenden Denkers auch für die Gegenwart noch besitzt, wie er eigentlich der erste war, der die Atomistik gerade unter den Gesichtspunkten fortdauernd bekämpfte, die in der heutigen Naturwissenschaft im Vordergrund des Interesses stehen, wie auf der anderen Seite seine durchaus organische Naturauffassung, die doch den Mechanismus nicht aus-, sondern einschließt, der modernen Auffassung ebenso weit entgegenkommt, wie die Behandlung der biologischen Grundfragen, des Widerstreits von *generatio aequivoca* und *generatio ab ovo* usw. — Der erste, der, nach den schiefen Auffassungen der Wolfianer, die Leibnizsche Naturphilosophie richtig in ihren großen Grundgedanken begriff, war, wie der Verfasser mit Recht betont, der jugendliche *Kant*. Auch von ihm wird im übrigen gezeigt, wie er überall zum Atomismus in Opposition trat, und auf die große, bleibend fruchtbare Bedeutung seiner Philosophie des Organischen hingewiesen.

Den breitesten Raum in der vorliegenden Darstellung nimmt die Behandlung der „romantischen Naturphilosophie“ und ihrer Gegner ein. Zur ersteren rechnet *Siegel* vor allem *Herder*, *Goethe*, *Schelling* und *Schopenhauer*, zu den letzteren *Herbart* und *Feuerbach*. Dieser Klassifikation wird man unmöglich beistimmen können. Der historische Begriff der Romantik kann ja wohl im engeren oder weiteren Sinne genommen werden, aber, auch wenn er in weitestem Sinne gefaßt wird, so kann man darunter nicht auf der einen Seite *Herder* und *Goethe*, auf der anderen *Schopenhauer* begreifen: die beiden ersteren gehören noch nicht, der letztere nicht mehr dem Vorstellungskreise der Romantik an und stehen ihm innerlich fern, ungeachtet mancherlei Berührungspunkte, die sich namentlich bei *Goethe* finden. Wenn der Verfasser als Kriterien romantischer Naturauffassung auch den Zug zur Einheit und Totalität anführt, so sind dies nicht Kennzeichen romantischer, sondern allgemein idealistischer Vorstellungsweise, zu der

die Romantik nur als eine ihrer geschichtlichen Erscheinungsformen gehört.

Sieht man indessen hiervon ab, so darf man gerade die Darstellung dieser als romantisch bezeichneten Naturphilosophie als besonders verdienstvoll anerkennen. Denn nicht nur, daß der Zugang zur Schellingschen Naturphilosophie auch heute noch immer durch zahllose Vorurteile erschwert ist, selbst die Naturphilosophie *Goethes*, und erst recht diejenige *Herders*, sind für die meisten noch immer eine terra incognita, und bei *Schopenhauer* ist anderseits gerade seine Naturphilosophie verhältnismäßig am wenigsten gewürdigt und beachtet worden. In der besonderen Beleuchtung, welche diese vier Standpunkte hier erfahren, namentlich infolge der ausgedehnten Hinweise auf naturphilosophische und naturwissenschaftliche Fragen der unmittelbaren Gegenwart, ergeben sich manche bemerkenswerte Tatsachen, die vielleicht noch nicht hervorgehoben, jedenfalls noch nicht in diesen Zusammenhang eingestellt worden sind. So zeigt der Verfasser, daß *Herder* und *Goethe* zwar im einzelnen gewisse Berührungspunkte mit *Darwin* haben, daß es aber trotzdem nicht angeht, wie es neuerdings Tradition geworden ist, beide direkt für den Darwinismus in Anspruch zu nehmen und als dessen unmittelbare Vorläufer zu bezeichnen; wohl aber könnten beide als Vorläufer des Lamarckismus in Anspruch genommen werden. In einem gewissen Sinne gilt dies ebenso von *Schopenhauer*, der auch bereits das ausgesprochen hat, was wir heute als biogenetisches Grundgesetz bezeichnen, es durchlaufe „jeder Fötus sukzessive die Formen der unter seiner Spezies stehenden Klassen, bis er zur eigenen gelangt“. — Bei *Schelling* weist der Verfasser u. a. darauf hin: „Wenn in der Gegenwart ein Physiologe von so klangvollem Namen wie *Ewald Hering* Vererbung und Gedächtnis in Zusammenhang zu bringen gewußt und aus den Tatsachen, die für das letztere bekannt sind, gewisse Schlüsse auf die Phänomene der Vererbung gezogen hat, so wandelt er in den Spuren Schelling-scher Tradition. Ja, der sachliche Zusammenhang geht hier weit über die allgemeine Anschauung hinaus, indem *Schelling* nicht nur die „höheren Stufen“ der Natur als Reflexe der psychologischen Reproduktionstatsache aufgefaßt, sondern auch das Denken geradezu als eine Reproduktion des Lichts und seiner Erscheinungen auf höherer Stufe bezeichnet hat. Auch für *Herings* interessante Theorie des Empfindungsprozesses läßt sich bereits bei *Schelling* ein Anknüpfungspunkt finden, wenn er die Sensation als Störung des homogenen Zustandes betrachtet.“ — Wenn anderseits ein traditionelles Vorurteil *Schelling* Mißachtung der Erfahrung zum Vorwurfe macht, so zeigt Verfasser, wie wenig dieser Vorwurf im Grunde berechtigt ist, daß *Schelling* vielmehr das Apriori und die Erfahrung, die beide, wohlverstanden, in keinerlei Widerspruch stehen, genau abgegrenzt und geradezu gesagt hat: „Wir wissen ursprünglich überhaupt nichts als durch Erfahrung und mittelst der Erfahrung, und insofern besteht unser ganzes Wissen aus Erfahrungssätzen. Zu Sätzen a priori

werden diese Sätze nur dadurch, daß man sich ihrer als notwendiger bewußt wird.“ Man wird ja überhaupt *Schelling* am ehesten verstehen, wenn man ihn von der Seite *Goethes* her erblickt und sich klar macht, daß *Schellings* Naturphilosophie im Grunde eine Synthese von *Goethe* und *Fichte* ist, oder, genauer ausgedrückt, eine Systematisierung der ganzen Naturerkenntnis seiner Epoche, derart, daß *Goethes* (und *Herders*) große Naturanschauung auf der einen, *Fichtes* Wissenschaftslehre auf der anderen Seite die entscheidenden Grundlagen bildeten. Wie stark *Goethe* auch unmittelbar auf *Schelling* gewirkt hat — wobei man freilich die nicht minder große Rückwirkung *Schellings* nicht übersehen darf — ist ja bekannt genug. *Goethe* fand in *Schelling* auch einen Adepten seiner Farbenlehre, und neben ihm wohl keinen eifrigeren auch als *Schopenhauer*. *Siegel* weist darauf hin, daß *Schopenhauer* nicht nur, wie bekannt, einer der wenigen eifrigen Anhänger war, die *Goethes* Farbenlehre gewann, sondern daß in ihr geradezu ein entscheidender Ausgangspunkt seiner ganzen Lehre erblickt werden muß.

Man muß es bedauern, daß der Verfasser gerade da, wo er von der sogenannten romantischen Naturphilosophie zur Naturphilosophie der Gegenwart überleitet, sich auf wenige hervortretende Namen beschränkt, dagegen andere ganz beiseite läßt, die doch als Zwischenglieder besonderes Interesse beanspruchen können. Zu ihnen gehört beispielsweise auch *Lorenz Oken*, der auf *Goethe* eingewirkt hat, der ein Schüler und Anhänger *Schellings* war, und von dem *Fechner* entscheidende Anregungen für seine eigene Lehre empfing. Den letzteren bezeichnet der Verfasser gemeinsam mit *Lotze* als „Vorläufer einer Naturphilosophie der Gegenwart“ — man könnte beide ebenso gut aber auch als Nachfahrer und Epigonen der klassischen Philosophie bezeichnen. Nach beiden Richtungen hin haben sie aber allerdings für die Naturphilosophie jene wegweisende Bedeutung, die ihnen auch im vorliegenden Werke zuerkannt wird. Wegweisend, das ist in die Zukunft der naturphilosophischen Gedankenentwicklungweisend, waren sie vor allem dadurch, daß sie jenes allmähliche Zusammentreffen von Philosophie und Naturwissenschaft bereits verkörpert, das nachher zu einer immer engeren Verflechtung geführt hat, und sodann dadurch, daß sie auf der Basis der so weit vorgeschrittenen Naturerkenntnis das eigentliche Grundproblem der neuen Naturphilosophie, die Vereinigung von Mechanismus und Teleologie, nach allen seinen Verzweigungen klar zu formulieren und zu lösen unternahmen.

Besprechungen.

Peters, W., Die Beziehungen der Psychologie zur Medizin und die Vorbildung des Mediziners. Würzburg, Curt Kabitzsch, 1913. IV, 33 S. Preis M. 1,20.

In dem größeren Abschnitt der Abhandlung (S. 1 bis 23) beschäftigt sich Verfasser mit den mannigfachen und engen Beziehungen, die zwischen der Psychologie und den verschiedenen medizinischen Disziplinen be-

stehen, vor allem mit der Psychiatrie, weniger mit der inneren Medizin und Gynäkologie. Er weist dann auf die diagnostische und die therapeutische Bedeutung der Psychologie für den Mediziner hin, wobei nicht verhehlt werden kann, daß er die Verwendbarkeit der psychologischen Untersuchungsmethoden als diagnostisches Hilfsmittel für den Praktiker weit überschätzt, während man ihm andererseits beistimmen muß, daß die Psychotherapie entschieden mehr Gemeingut der Ärzte werden müßte. Erfreulich ist, daß Verfasser auch vom *Standpunkte des Psychologen* der Freudschen Methode der Psychoanalyse zur Bekämpfung der Hysterie jede genügende psychologische Grundlage abspricht, wie sich ja in *praktischer* Hinsicht die Freudsche Behandlung als direkt schadenbringend und gefährlich erwiesen hat.

Dem Wunsch des Verfassers, daß die Psychologie als besonderes Lehr- und Prüfungsfach den vorklinischen Semestern eingereicht werden soll, kann man bei Beibehaltung des jetzigen Studienplanes der Mediziner nicht beipflichten, können doch jetzt schon wegen Zeitmangels praktisch weit wichtigere Arbeitsgebiete (Unfallheilkunde, Kinderkrankheiten) nicht genügend berücksichtigt werden. Eine andere Frage aber ist es, ob man nicht für bestimmte Berufstätigkeiten, wie diejenige des Psychiaters, Schularztes, Kreisarztes, für welche besondere psychologische Kenntnisse unbedingt erforderlich sind, den Nachweis solcher Kenntnisse verlangt, soweit es sich um staatliche oder sonstige öffentliche Ämter handelt.

Finkelburg, Bonn.

Naegeli, Über den Einfluß von Rechtsansprüchen bei Neurosen. Leipzig, Veit & Co., 1913. 27 S. Preis M. 1,40.

Naegeli bespricht an der Hand seiner in der Schweiz gemachten Beobachtungen an nervösen Unfallkranken eingehend die Schäden, die durch die soziale Unfallgesetzgebung verursacht werden: nervöse Krankheitszustände (sogenannte traumatische Neurosen), wie man solche früher ohne Unfallgesetzgebung nicht beobachtete. Zunahme der Zahl der Unfallstage bis zur Wiederaufnahme der Arbeit, Vortäuschung von Krankheit behufs Rentenverlangung usw. *Naegeli* schätzt (ebenso wie *Schultze-Bonn*) die Zahl der Schwindler und bewußten Übertreiber auf über 50 % aller Unfallsfälle. *Naegeli* weist ferner — als wichtigsten Punkt seiner Arbeit — darauf hin, daß durch einmalige Kapitalabfindung, die im Gegensatz zu Deutschland in der Schweiz möglich ist, die schwersten nervösen Unfallsstörungen in kurzer Zeit beseitigt werden können. Von 138 Kranken *Naegelis* war nach ein bis zwei Jahren nach der Kapitalabfindung kein einziger wegen seiner Neurose mehr in seinem Erwerb geschädigt.

Naegeli sieht denn auch in der Kapitalabfindung im Gegensatz zur Rentenabfindung das wichtigste Allheilmittel, um dem Überhandnehmen der Unfallsneurosen zu steuern.

Dieser Forderung *Naegelis* darf man auf Grund unserer Beobachtungen in Deutschland insoweit beistimmen, als eine Abfindung kleiner Renten (10—20 %) sehr zweckmäßig sein würde, da erfahrungsgemäß um die Weitergewährung dieser kleinen Dauerrenten sich zwischen Berufsgenossenschaften und Rentenempfängern ein oft jahrelanger (durch häufige ärztliche Untersuchungen) kostspieliger und erbitterter Kampf erhebt, der seinerseits zur „Rentenhysterie“ führen kann.

Die Abfindung höherer Renten dürfte aber erst dann in der sozialen Gesetzgebung einen berechtigten Platz erringen, wenn auf Grund ausgedehnter Erfahrungen (z. B. in der Schweiz) festgestellt ist, in welcher Häufigkeit einmal abgefundene Unfallkranke erneute Unfallsansprüche auf Grund erneuter Unfälle erheben. Auf

diesen Punkt ist *Nacgeli* nicht eingegangen. Bei der regelmäßigen Kapitalabfindung besteht die große Gefahr, daß sich an Stelle der „Rentenneurose“ eine „Abfindungsneurose“ entwickeln könnte.

Finkelnburg, Bonn.

Neuberg, Carl, Beziehungen des Lebens zum Licht. Berlin, Allgem. Medicin. Verlagsanst., 1913. 63 S. Preis M. 1.50.

Die Vermeidung des bestimmten Artikels in dem Titel dieses Vortrages zeigt schon, daß die Absicht einer systematischen Darstellung der biologischen Lichtwirkungen dem Verfasser nicht vorgeschwebt hat. Von diesem Gesichtspunkte aus muß der erste Teil der Abhandlung beurteilt werden, der eine Zusammenstellung verschiedenartigster Beispiele von Lichtwirkungen bei Organismen enthält. Wertvoller erscheint der zweite Teil, der eine gute Übersicht der verschiedenen Arten physikalisch-chemischer Lichtwirkungen sowie eine Erörterung der Möglichkeiten gibt, wie man sich den Eingriff des Lichtes in das Getriebe der Lebensvorgänge denken kann.

A. Pütter, Bonn.

Tigerstedt, Robert, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Siebente Auflage, Bd. 1. Leipzig, S. Hirzel, 1913. XII, 582 S. u. 151 teilweise farbige Abbildungen im Text. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 12,—.

Zuntz, N., und A. Loewy, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Zweite Auflage. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1913. XII, 746 S., 289 Abbild. u. 3 Tafeln. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 22,—.

Das vortreffliche Lehrbuch der Physiologie von *Tigerstedt* erscheint bereits in siebenter Auflage. Seine Vorzüge sind in der guten Darstellung, die sich auf ausgedehnteste Studien der Originalliteratur gründet, in gleichmäßiger, einheitlicher Bearbeitung aller Gebiete der Physiologie, und guten, reichlichen Illustrationen gelegen. Was diesen letzten Punkt anlangt, so wären allerdings einige Röntgenbilder erwünscht, z. B. bei der Lehre von den Bewegungen der Verdauungsorgane.

An Lehrbüchern der Physiologie, die sich an den Studenten der Medizin wenden, ist eigentlich kein Mangel. Neben *Tigerstedts* Buch, das jetzt wohl das beliebteste ist, erfreuen sich die altbewährten Werke von *Landois* (von *Rosemann* neu bearbeitet) und *Hermann* immer noch mit Recht großer Schätzung, das erstere mehr durch die Fülle des Materials, das es in übersichtlicher Anordnung enthält, das zweite durch die Präzision des Ausdrucks, die knappe, klare — wenn auch für den Anfänger etwas schwere — Darstellung.

Wenn *Zuntz* und *Loewy* eine neue elementare Bearbeitung der Physiologie für erwünscht hielten, so wird man meinen, sie würden in der Verteilung des Stoffes etwas Neues bringen, denn der Tatsacheninhalt eines Lehrbuches der Physiologie für Studenten ist ja im wesentlichen gegeben und mit kleinen Abweichungen in jedem zu finden.

Aus dem Wunsche heraus, eine neue Disposition des Materials zu geben, die dem Leser neue Gesichtspunkte zeigt, ist das Buch offenbar nicht entstanden. Die 23 Kapitel, auf welche der Stoff verteilt ist, stehen ohne Zusammenfassung zu größeren Einheiten unvermittelt nebeneinander, so ungleich die Bedeutung ihres Inhaltes ist. Man kann sich des Eindrucks schwer erwehren, als sei die Disposition weniger nach sachlichen Gesichtspunkten, als vielmehr nach den Mitarbeitern gemacht, deren 16 aufgebeten sind, um das kleine Lehrbuch zu verfassen. So berechtigt für ein Handbuch, das in allen Fragen an die Grenze der Wissenschaft führen will, eine Verteilung auf mehrere Bearbeiter ist, so unzweckmäßig ist sie für ein elementares Lehrbuch, denn die Einheitlichkeit der Darstellung muß unter einer solchen Atomi-

sierung leiden, und hat in der Tat auch hier gelitten. Als eine erfreuliche Bereicherung unserer physiologischen Literatur kann der Referent dies Buch nicht betrachten.

A. Pütter, Bonn.

Steier, August, Aristoteles und Plinius, Studien zur Geschichte der Zoologie. Sonderabdruck aus den Zoologischen Annalen Bd. 4 und 5. Würzburg, Curt Kabitzsch, 1913. V u. S. 221—305. Preis M. 4,—.

Während die *Naturalis Historia* des *Plinius* im allgemeinen als das Werk eines kritiklosen Kompilators hingestellt zu werden pflegt, sucht *Steier* den Nachweis zu führen, daß sie wohl geeignet ist, uns ein Bild von dem zoologischen Wissen jener Zeit zu vermitteln, und zeigt an einem ausführlichen Vergleich mit den zoologischen Werken des *Aristoteles*, daß in den 400 Jahren, welche zwischen beiden Werken liegen, die antike Zoologie mancherlei Fortschritte gemacht hat. Am geringsten sind diese im Gebiet des Systems der Tiere, für das *Plinius* besonders wenig Interesse zeigt. Der Tierbestand ist, was die Zahl der erwähnten Arten anlangt, bei *Plinius* nicht größer als bei *Aristoteles*, beide Autoren kennen etwa 500 Tiere, von denen aber nur 339 bei beiden vorkommen, während *Plinius* 155 Tierarten erwähnt, die bei *Aristoteles* fehlen. Am meisten allgemeines Interesse darf wohl die dritte der Abhandlungen beanspruchen, die in diesem Buche vereinigt sind, und in der die zoologischen, anatomischen und physiologischen Probleme, die das Altertum beschäftigten, dargestellt werden. Gerade hier zeigt sich *Plinius* in vielen Punkten, z. B. in der Theorie der Atmung, kritisch gegenüber der überlieferten *stagiritischen* Weisheit.

A. Pütter, Bonn.

Czerny, Vincenz, Über die neuen Bestrebungen, das Los der Krebskranken zu verbessern. Naturwissenschaftliche Vorträge und Schriften, herausgegeben von der Berliner Urania, Heft 10. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. 18 S. Preis M. 0.60.

Czerny gibt einen allgemein verständlichen Überblick über den gegenwärtigen Stand der Krebsforschung, die Methoden der Diagnostik und die Erfolge der operativen und nicht operativen Therapie, insbesondere in seinem Institut in Heidelberg. Es folgt eine Übersicht über die verschiedenen, der Krebsforschung gewidmeten Stätten in den verschiedenen Ländern.

Carl Lewin, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Über die *Bahn des spektroskopischen Doppelsterns ϵ Ursae majoris* veröffentlicht Professor *H. Ludendorff* in Nr. 4675 der *Astronomischen Nachrichten* eine interessante Untersuchung, die zugleich zu wichtigen Schlußfolgerungen über die Geschwindigkeit der Sterne des Großen Bären in der Gesichtslinie (spektroskopisch bestimmte Radialgeschwindigkeit) führt. Für die Radialgeschwindigkeit von ϵ Ursae majoris folgt — 12 km pro Sekunde (von der Erde fort, daher minus), für die Sterne η und β derselben Konstellation — 12 und — 16 km. Daraus folgt, daß diese Sterne des Großen Bären sich nahezu parallel und fast mit gleicher Geschwindigkeit durch den Weltenraum bewegen. —

Über den *Ursprung der Planeten* handelt eine Studie von Professor *Louell*, die er der Amerikanischen Akademie der Wissenschaften (Band 14, Nr. 1) vorgelegt hat. Er kommt dabei zu drei Schlußfolgerungen: erstens, daß die Planeten aus zerstreuter Materie sich bildeten, zweitens, daß jeder einzelne Planet durch Störungswirkungen den ihm zunächst liegenden zur Entstehung brachte, und drittens, daß Jupiter für die gesamte Planetenmaterie den Ausgangspunkt bildete. Auf Grund seiner weiteren Unter-

suchungen kommt Professor *Lowell* endlich zu dem Schluß, daß jenseits des Neptun voraussichtlich noch ein transneptunischer Planet vorhanden sein müsse, dessen Entfernung von der Sonne etwa 47 kosmische Einheiten (Entfernung Erde — Sonne = 1 gesetzt, Neptunsentfernung = 30) betragen dürfte, und dessen Masse etwas kleiner als die Neptunsmasse sein soll. —

Die Bestimmung des Azimuts aus Durchgangsbeobachtungen erörtert Professor *Stechert-Hamburg* in einer besonderen Abhandlung (*Archiv der Deutschen Seewarte*, Jahrgang 1913, Nr. 2). Der Verfasser geht davon aus, daß die Bestimmung von Zeit und Breite aus Durchgangsbeobachtungen viel genauere Werte in der geographischen Ortsbestimmung liefert als die Bestimmung jener Daten aus einzelnen Gestirnhöhen. Er schlägt daher vor, auch zur Bestimmung des Azimuts, der dritten astronomischen Aufgabe bei Forschungsreisen, eine Methode anzuwenden, bei der alle Kreisablesungen ausgeschaltet werden. Vorausgesetzt ist dabei die Benutzung eines astronomischen Universalinstruments, bei dem in beiden Kreislagen zur Ausschaltung instrumenteller Fehlerquellen beobachtet werden kann. Die Beobachtungen der Sterne, die zur Azimutbestimmung eines terrestrischen Objekts benutzt werden, müssen naturgemäß im Vertikalkreise dieses irdischen Gegenstandes ausgeführt werden, so daß das Universal im Verlaufe eines Beobachtungssatzes nicht in seiner Azimutlage verändert werden darf. Der Verfasser leitet die Formeln dieses, besonders für Vermessungen an Land wichtigen Azimutproblems her und erläutert dieselben in durchsichtiger Weise mit Beispielen aus der unmitttelbaren Praxis. Zur Erleichterung der Rechnungen, für die passende Auswahl der Sterne sowie überhaupt für die gesamte Vorausberechnung sind vom Verfasser besondere Tafeln entworfen und der oben bezeichneten Abhandlung beigelegt worden. Es ist dies erstens eine Ordinatatentafel zur Interpolation der Ordinatenwerte für bestimmte Abszissen (auf dem zugehörigen Millimeterpapier beträgt 1 cm je 100 Bogenminuten). Zweitens ein Diagramm zum Aufsuchen geeigneter Sterne im Vertikal des jeweiligen terrestrischen Objekts, dessen Azimut zu bestimmen ist. Auf diese Weise hat der Verfasser die etwas umständliche, dafür aber viel fehlerfreiere Bestimmung des Azimuts aus Durchgangsbeobachtungen nicht unerheblich vereinfacht. *A. Marcuse.*

Ornithologische Mitteilungen.

Über das Alter der Rebhühner bzw. über die Möglichkeit der Bestimmung des Alters junger Vögel nach dem Verlauf der Schwingenmauser hatte Prof. *Bureau* in Nantes im Jahre 1911 eine sehr interessante Arbeit veröffentlicht, die er jetzt durch eine zweite ergänzt. Die erste behandelte auf Grund zehnjähriger Untersuchungen die Wachstumsverhältnisse der Schwingen vom Rebhuhn, *Perdix p. perdix*, die letztere die des Rothuhnes, *Caccabis rufa rufa*. Vor *Bureau* hatte sich bereits Geh. Rat *Allum* von der Eberswalder Forstakademie mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt, war aber zu vollkommen irrigen Schlüssen gelangt. Dann sind von Dr. *Heinroth* vom Berliner Zoologischen Garten genaue Beobachtungen, die er an lebenden Hühnern während ihres Wachstums machte, veröffentlicht worden. *Bureau* hatte nun, ohne Kenntnis der *Heinroth*schen Arbeiten, nachgewiesen, daß die Flügelmauser junger Rebhühner nach ganz bestimmten, feststehenden Regeln verläuft. Sie beginnt bei dem Vogel am 24. Tage seines Daseins mit dem Ausfall der zehnten Primärschwingen auf beiden Flügeln. Es folgen nach 29 Tagen die neunten, nach 33 Tagen die achten, und so fort. Die dritte Schwingen wird

nach 86 Tagen verloren. In derselben Reihenfolge wachsen die neuen Schwingen auf beiden Seiten nach. Innerhalb der ersten 24 Stunden ist das Wachstum der zehnten Schwingen 5,05 mm, der neunten bis fünften 5 mm, der vierten 4 mm und der dritten 3,07 mm. Nach genau 116 Tagen, wenn die dritte Schwingen des zweiten Flügelgefieders eine Länge von 110 mm erreicht hat, ist die totale Mauser beendet. In seiner zweiten Arbeit über das Rothuhn weist *Bureau* bei der gleichen Methode der Untersuchung nach, daß die Mauser bei genannter Art viel langsamer verläuft und 130 Tage in Anspruch nimmt. Die von ihm veröffentlichten, äußerst genauen und wertvollen Alterstabellen ermöglichen es, das Alter junger Vögel durch einen Blick auf ihre Schwingen fast auf den Tag genau zu bestimmen.

Die Verbreitung der Ammergattung *Emberiza* hat Dr. *Duncker* in Bremen zum Gegenstand einer ausgezeichneten ornithogeographischen Studie gemacht. Er hat sich die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob sich auf Grund der heutigen bzw., soweit dies überhaupt möglich, der ehemaligen Verbreitung der Tiere Material für die Erkenntnis von Verwandtschaftsverhältnissen einzelner Gruppen gewinnen lasse. Für solche Untersuchungen schlägt er örtlich und morphologisch gut gegliederte Gattungen, besonders solche mit zahlreichen Arten und Unterarten vor. Nach eingehender Darlegung der Verbreitung der einzelnen Formen der Gattung *Emberiza*, welche Eurasien und Afrika bewohnt, führt *Duncker* aus, daß, gegenüber den vielen für Amerika nachgewiesenen Gattungen der *Emberizinae*, das Entstehungszentrum dieser Unterfamilie in Amerika liegt, daß sich aber das Entstehungsgebiet der Gattung *Emberiza* selbst in der palaarktischen Region befindet, und daß das Überwiegen der Arten in Nordostafrika zeigt, woher die Einwanderung erfolgte. Auf Grund weiterer Untersuchungen wird der Nachweis geführt, daß für die Verbreitung der echten Ammern zwei große Unterregionen, Ost- und Innerasien und ferner das Mittelmeergebiet und Westeuropa angenommen werden müssen. Aus dem Vorkommen der einzelnen Arten und der Verbreitung derselben innerhalb genannter Gebiete folgert *Duncker* zunächst, daß Ost- und Innerasien als die Heimat und ferner, daß das mandchurische Gebiet als das Entstehungszentrum der genannten Gattung betrachtet werden muß.

Die Nstdunen der Vögel und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Feder behandelt *S. Schaub* in den Verhandlungen der Basler naturforschenden Gesellschaft. Bisher war man geneigt, wenngleich *Nitzsche* und *Carus* bereits auf das Irrige dieser Ansicht im Beginn des vergangenen Jahrhunderts hingewiesen hatten, das Dunengefieder als die erste und als eine selbständige Phase in der Entwicklung der einzelnen, nach Alter und Jahreszeit wechselnden Kleider der Vögel zu betrachten. *Schaub* hat nun eingehend nachgewiesen, daß diese vielfach vertretene Ansicht schon deswegen irrig sei, als die Dunen nur die Spitzen der nachwachsenden Federn darstellen. Die Neoptile werden ontogenetisch durch eine Wachstumsunterbrechung von der nachwachsenden Feder getrennt, wobei eine sekundäre Spulenbildung entsteht. Je nachdem diese oberhalb oder unterhalb der Schaftspitze eintritt, entsteht das pinselförmige Neoptil oder die Nstdune mit Schaft. Durch Hemmungen bei der Entwicklung der Feder können an deren Spitze oft auch den Neoptilen ähnliche Gebilde entstehen, die von *Schaub* als Deuteroneoptile bezeichnet werden. Die scheinbare Spule derselben besteht aus aneinander haftenden Strahlen. Bei der Untersuchung der Neoptilbildungen bei den Vertretern verschiedener Vogelgruppen ergeben sich mannigfache Differenzen, welche zu Schlüssen über die Bedeutung der Dunen für die Phylogenie der Feder führen.

Bastardstudien veröffentlicht Geh. San.-Rat Dr. *Fries* in der originellen, aber wenig verbreiteten, von Pastor *Kleinschmidt* herausgegebenen Zeitschrift „*Berajah. Zoographia infinita*“. Seine Mitteilungen behandeln die von ihm angestellten Kreuzungsversuche zwischen der Ringeltaube, *Columba palumbus* L. mit der Haustaube, *Columba livia* (domestica) Gm. Aus seiner Darstellung geht hervor, daß die Paarung von Ringeltauben mit Haustauben in der freien Natur bis jetzt einwandfrei noch nicht nachgewiesen worden ist. Dagegen ist in der Gefangenschaft die Paarung bei geeignetem Vorgehen zu erzielen, wobei es sich herausgestellt hat, daß sie leichter bei der Verwendung weiblicher als bei derjenigen männlicher Ringeltauben herbeizuführen ist. *Fries* hat seine Versuche nicht mit alten frisch eingefangenen Ringeltauben anstellen können. Er benutzte in der Gefangenschaft aus Nestjungen aufgezogene Exemplare.

Einzelne der aus der Paarung hervorgegangenen Bastarde haben sich als fortpflanzungsfähig erwiesen. In drei aufeinander folgenden Jahren wurde von einem männlichen Ringeltauben-Haustaube-Bastard bei Paarung mit einer Haustaube Nachkommenschaft erzielt. Interessant ist die Tatsache, daß sich bei den Bastardzüchtungen von *Fries* der charakteristische weiße Halsfleck der Ringeltaube nicht vererbte. Ein analoger Fall zu der von *Poll* in seinen wertvollen Mischlingsstudien gegebenen Beobachtung, daß sich der weiße Halsring des Ring- und des Mongolenfasans bei der Kreuzung mit dem Haushuhn gleichfalls verliert.

H. Schalow, Berlin.

Kleine Mitteilungen.

Im Grunewaldsee bei Berlin ist seit mehreren Wochen die starke Entwicklung einer **Wasserblüte bildenden Chroococcen-Art** (*Clathrocystis*?) zu bemerken. Vor einigen Wochen fiel mir auf, daß auf Schwimmblättern von Wasserrosen, auf Schilfblättern und -stengeln, auf im Wasser liegenden Rindenstücken u. dgl., die sonst grün gefärbte Pflanzenschicht eine *lebhaft ultramarinblaue Färbung* zeigte. Mikroskopische Betrachtung ließ einen Unterschied zwischen diesen blauen und den das Wasser allenthalben längs des Ufers erfüllenden grünen Pflänzchen nicht erkennen. Versuche ergaben, daß Algen, die in dicker Schicht auf einem schwimmenden Blatt der Luft ausgesetzt waren, in einer Nacht sich blau färbten. Auf Glas eintrocknende Proben nahmen dagegen erst nach längerer Zeit die blaue Farbe an. Auffallend ist, daß ich diese Verfärbung nur im Grunewaldsee, hier aber an sehr vielen Stellen fand, während die Wasserblüte auch in anderen Seen sowie in der Havel sehr stark auftritt. Auch war, nachdem die gleiche Beobachtung während mehrerer Wochen (vom 18. Juni bis 12. Juli) wiederholt gemacht werden konnte, am 26. Juli, trotzdem die Algenentwicklung noch zugenommen hatte, auch im Grunewaldsee keine Blaufärbung mehr zu bemerken. In seinem „*Leben der Binnengewässer*“ zitiert *Lampert* (p. 585) eine Mitteilung *Cohns*, der eine allerdings nur wenige Tage andauernde Blaufärbung eines bei Zirke in Posen gelegenen schmalen Grabens durch massenhaft abgestorbene *Anabaena circinalis* mitteilt und diesen Vorgang durch Auflösung des wasserlöslichen Phycocyanins im Wasser erklärt. *Steuer* übernimmt diese Angabe in sein Planktonwerk (p. 675) ohne weiteren Zusatz. Es scheint demnach, daß ähnliche Beobachtungen noch nicht wieder veröffentlicht sind. Im vorliegenden Fall dürfte es sich, nach der

Gestalt der Kolonien, nicht um eine *Anabaena*, sondern, wie schon gesagt, wahrscheinlich um eine *Clathrocystis* handeln, auch ist es nicht das Wasser, sondern es sind die auf den genannten Substraten angehäuften Pflanzmassen selbst, die blau erscheinen, doch ist der blaue Farbstoff, wie ich mich überzeugte, in Wasser löslich. Zurzeit nicht in der Lage, die Frage weiter verfolgen zu können, halte ich es für doch vielleicht nicht überflüssig, hier auf diese Erscheinung kurz hinzuweisen.

R. v. H.

Unter den zahlreichen literarischen Unternehmungen, die darauf hinzielen, der zunehmenden Spezialisierung in den Naturwissenschaften entgegenzuwirken, nehmen die von *Abderhalden* herausgegebenen **Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung** insofern eine Sonderstellung ein, als sie nur solche Gebiete berücksichtigen, auf denen bereits eine gewisse Klärung und ein — wenn auch nur vorläufiger — Abschluß erreicht ist. Auch der erhebliche Umfang der Aufsätze und die keineswegs popularisierende Darstellung läßt erkennen, daß es dem Herausgeber darauf ankommt, ernste Wissenschaft zu verbreiten zugunsten einer Annäherung und wechselseitigen Befruchtung der naturwissenschaftlichen Sondergebiete.

Der vorliegende siebente Band enthält folgende Aufsätze: *W. Halbfax*, Jena: Der gegenwärtige Stand der Seenforschung (Fortsetzung aus Band VI); *V. Franz*, Frankfurt (Main): Vergleichende Neurologie und Psychologie; *E. Korschelt*, Marburg: Perlen (altes und neues über ihre Struktur, Herkunft und Verwertung); *G. Eichhorn*, Zürich: Neuere Fortschritte in der Radiotelegraphie; *H. Kluatsch*, Breslau: Die Entstehung und Erwerbung der Menschenmerkmale (Fortsetzung aus Band III). Im achten Bande sind die folgenden Abhandlungen enthalten: *W. Guertler*, Berlin-Grunewald: Der gegenwärtige Stand der Forschungen auf dem Gebiete der Metallographie; *F. Broili*, München: Unser Wissen über die ältesten Tetrapoden; *W. Cronheim* (†), Berlin: Die wissenschaftliche und ökonomische Bedeutung der Teichwirtschaft; *E. Küster*, Bonn a. Rh.: Über die Gallen der Pflanzen; *C. Wesenberg-Lund*, Hilleröd (Dänemark): Fortpflanzungsverhältnisse: Paarung und Eiablage der Süßwasserinsekten; *F. Frech*, Breslau: Baukunst und Erdbeden.

Die Aufsätze sind mit zahlreichen, meist vorzüglichen Abbildungen versehen. K.

Von *Rosenberg* (*Astron. Nachr.* Nr. 4628) sind nach der spektrophotometrischen Methode *Schwarzschilds* die **Temperaturen** einer Reihe von **Sternen** gemessen worden, wobei er sich der Strahlen von der Wellenlänge 400 bis 500 μ bediente. *Ch. Nordmann* hat unter Zugrundelegung der Strahlen 460 bis 530 μ die gleichen Messungen ausgeführt, worunter sich die folgenden befinden:

	Nordmann	Rosenberg
δ Persei	18 500 °	15 500 °
Vega	12 200	22 000
Polarstern	8 200	5 200
Sonne	5 320	4 950
Aldebaran	3 500	2 150

Abgesehen von der Vega, ist die Übereinstimmung befriedigend, denn der relative wahrscheinliche Fehler einer Messung wächst proportional mit der Temperatur. Wenn er also bei der Sonne 8 % beträgt, so wird er für den Stern δ Persei, dessen Temperatur dreimal so hoch ist, gleich 24 % sein. (*C. R.* 156, 1355.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik.
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
OCT 4 1913
U. S. Department of Agriculture

Heft 38.

19. September 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Elektrische Momentphotographie. Von Prof. Dr. Br. Glatzel, Berlin-Charlottenburg. S. 897.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen. Von Prof. Dr. R. F. Fuchs, Breslau. S. 903.

Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes. Von Privatdozent Dr. Hans Friedenthal, Nikolassee. S. 906.

Die heutigen Methoden des „Dryfarming“ und ihr Anwendungsgebiet. Von Albert Bencke, München. S. 908.

Alexander von Humboldts Kosmos. Von Erich Metze, Zürich. S. 910.

Zuschriften an die Herausgeber:
Ueber die Absorption in Natrium-Flammen. Vorläufige Mitteilung von R. Ladenburg und H. Senftleben, Breslau. S. 914.

Besprechungen. S. 914.

Astronomische Mitteilungen. S. 918.

Kleine Mitteilungen. S. 919.

Johannes Walther

Geologie Deutschlands

2. Aufl. 441 S. m. zahlr. Abb. u. Profilen u. 1 geolog. Karte. In Originalleinb. M. 9,40
... „Man weiß nicht, was man daran mehr rühmen soll, die lichtvolle Erklärung auch der schwierigsten Dinge, die sichere Wahl der wesentlichsten Erscheinungen, die treffliche Verarbeitung der Literatur oder die glänzende herzenswarme Diktion. Wer sich in deutschen Landen für Geologie interessiert, muß Walthers Werk besitzen.“
Natur.

Das Gesetz der Wüstenbildung

2. Aufl. 300 Seiten mit 150 Abbildungen. In Originalleinband M. 12,80
... „Man befürchte nun keineswegs, in dem Buche eine trockne, tagebuchmäßige Zusammenstellung einzelner Beobachtungen zu finden. Im Gegenteil, die fesselnden Probleme sind in vier Abschnitten in wohlabgerundeter, flüssiger Sprache im Zusammenhang dargelegt, und namentlich im letzten Abschnitt wird die Einzelfrage der Wüstenbildung unter dem Gesichtswinkel der Erdentwicklung überhaupt behandelt. Das ausgesprochen pädagogische Geschick Walthers hat ihm auch in diesem Buche die Feder geführt.“
Geograph. Anzeiger.

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Die Messung hoher Temperaturen

Von

G. K. Burgess und **H. Le Chatelier**

Bureau of Standards

Membre de L'Institut

Nach der dritten amerikanischen Auflage übersetzt und mit Ergänzungen versehen

von

Professor Dr. G. Leithäuser

Dozent an der Kgl. technischen Hochschule Hannover

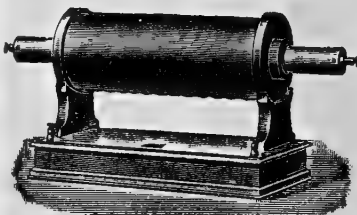
Mit 178 Textfiguren

Preis M. 15.—; in Leinwand gebunden M. 16.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andern-

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreislisle kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Die Diathermie.

Von **Dr. Josef Nowarschik, Wien.**

Mit 32 Textfiguren. 1913.

Preis M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.40.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV
Verlag der Umschau, Frankfurt a. M.: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II.

Elektrische Momentphotographie.

Von Prof. Dr. Br. Glatzel, Berlin-Charlottenburg.

Die Momentphotographie hat in neuerer Zeit mehr und mehr an Bedeutung gewonnen nicht zum wenigsten dank der glänzenden Entwicklung der praktischen Optik, welcher wir die modernen lichtstarken Objektive verdanken. So lassen sich bei heller Beleuchtung schon gute Aufnahmen in etwa $\frac{1}{1000}$ Sekunde herstellen. Derartige Momentaufnahmen genügen für die Bedürfnisse des praktischen Lebens vollkommen, um auch von den schnellsten vorkommenden Bewegungen, z. B. bei Rennen, noch scharfe Bilder herstellen zu können. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen, insbesondere auf dem Gebiete der Ballistik, genügen jedoch diese Methoden der Momentphotographie nicht mehr. Hier haben wir es mit für das Auge unsichtbaren

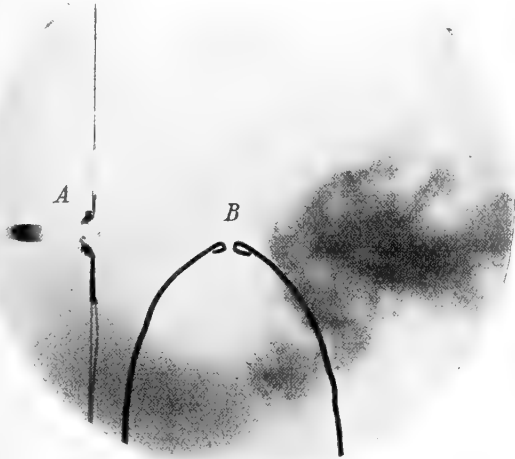


Fig. 1. Schußauslösung.

Vorgängen zu tun, da sie sich in erheblich kürzeren Zeiträumen abspielen. So bewegt sich z. B. das Geschöß des Infanteriegewehrs mit etwa 890 m/Sek. In der Zeit von $1,1 \cdot 10^{-7}$ Sek. wird dementsprechend ein Weg von $\frac{1}{10}$ mm zurückgelegt. Nimmt man also selbst diese immerhin nicht unbeträchtliche Unschärfe mit in Kauf, so darf bei Abbildung in gleicher Größe die Dauer der Momentbelichtung die Zeit von etwa einer zehnmilliontel Sekunde nicht überschreiten. Es ist ohne weiteres klar, daß sich derartig kurze Belichtungszeiten mit mechanisch betätigten Momentverschlüssen nicht erreichen lassen. Man mußte also, um auch auf dem Gebiete der Ballistik die Momentphotographie anwenden zu können, zu gänzlich anderen Methoden übergehen. Da mechanische Verschlüsse, wie wir gesehen haben, nicht in Frage kommen können, so blieb nur der Weg übrig, an Stelle der Dauerbeleuchtung kurze Lichtblitze zu setzen, welche so kurze Zeit andauern, daß innerhalb ihrer Brenndauer keine merkliche Be-

wegung des aufzunehmenden Gegenstandes eintritt. Blitzpulver, wie sie häufig beim Fehlen einer natürlichen Beleuchtung angewendet werden, kamen ebenfalls nicht in Frage, da deren Brenndauer verhältnismäßig groß ist und je nach der Zusammensetzung zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{500}$ Sek. liegt. Die für ballistische Zwecke erforderlichen außerordentlich kurzen Lichtblitze kann man dagegen erhalten, wenn man als Lichtquelle den elektrischen Funken verwendet. Es war daher für die wissenschaftliche Forschung von großer Bedeutung, als es zuerst im Jahre 1887 E. Mach gelang, durch geeignete elektrische Anordnung Funkenphotographien herzustellen. Die Funken wurden durch Entladung von Leidener Flaschen erzeugt, wobei Mach durch besondere sehr sinnreiche Vorrichtungen die Auslösung der Beleuchtungsfunken im geeigneten Moment bewirkte. Diese Methoden haben dann im Laufe der Jahre noch zahlreiche Abänderungen und Verbesserungen insbesondere durch C. Cranz¹⁾ erfahren, auf die im einzelnen hier nicht eingegangen werden kann. Eine dieser Auslösmethoden, welche den sich abspielenden Vorgang am besten erkennen läßt, soll jedoch an der Hand der Fig. 1 beschrieben werden. In die Primärleitung eines Induktoriums ist ein Draht eingeschaltet, welcher in der Mitte ein Staniolblättchen A trägt. Dieses wird so vor der Mündung der Waffe aufgestellt, daß es von dem fortfliegenden Geschöß getroffen und zerrissen wird. Die Sekundärwicklung des Induktoriums ist unter Zwischenschaltung einiger Leidener Flaschen zu den Elektroden der Beleuchtungsfunkens Strecke B geführt, die man sich natürlich nicht in der Ebene der Figur, sondern weiter vorn zu denken hat. Hinter der Ebene der Geschößbahn wird der photographische Apparat aufgestellt und zwar so, daß die Auslösvorrichtung sich an der richtigen Stelle im Gesichtsfeld, auf die scharf eingestellt ist, befindet. Sobald nun der Schuß gelöst und der Staniolstreifen von dem fliegenden Geschöß zerrissen wird, entsteht in der Sekundärwicklung des Induktoriums eine hohe elektromotorische Kraft, welche an der Stelle B den Beleuchtungsfunken hervorruft, der seinerseits das Geschöß G im Fluge photographiert. Die in der Abbildung erkennbare Verzögerung zwischen dem Unterbrechen des Primärstromes und dem Auftreten des Beleuchtungsfunkens ist dabei auf die Wirkung der Selbstinduktion des Induktoriums und der Kapazität der sekundär angeschlossenen Leidener Flaschen zurückzuführen. Nach dieser Methode entsteht allerdings nur, im Gegensatz zu den sonst üblichen Momentaufnahmen ein Schattenbild des bewegten Gegenstandes, jedoch war dies zunächst für die ballistischen Untersuchungen vollkommen ausreichend. Nach diesem Verfahren hat Cranz eine große Anzahl interessanter Aufnahmen

¹⁾ C. Cranz, Lehrbuch der Ballistik, Bd. III, experimentelle Ballistik. Leipzig, Teubner, 1913.

gemacht, welche zum ersten Male vollkommenen Aufschluß über die Tätigkeit der Waffen beim Schuß gaben. Eine derartige Aufnahme einer Selbstladepestole, bei welcher nach dem Schuß die Hülse automatisch ausgeworfen wird, ist in Fig. 2¹⁾ wiedergegeben. Dadurch, daß man die Auslösevorrichtung in verschiedenen Entfernungen von der Mündung anbringt, kann man dann, wie es zuerst



Fig. 2. Selbstladepestole, Auswerfen der Hülse.

Cranz und Koch getan haben, eine Reihe von aufeinanderfolgenden Bewegungsmomenten festlegen und auf diese Weise Serienaufnahmen herstellen, welche ein kinematographisches Bild des Vorganges liefern. Allerdings ist hierbei für jede Aufnahme ein Schuß erforderlich, was das Verfahren immerhin etwas kompliziert und naturgemäß auch für die Anfertigung eines kinematographischen Films ungenau macht, da z. B. das Auswerfen der Hülse nicht bei jedem Schuß in gleicher Weise vor sich geht. Wie diese Schwierigkeit beseitigt worden ist, wird weiter unten angegeben werden. Zunächst sollen jedoch noch einige andere Anwendungen des Schattenverfahrens geschildert werden, welche zu physikalisch sehr interessanten Aufnahmen geführt haben. Kombiniert man nämlich die von Töpler angegebene Schlierenmethode mit der Funkenphoto-

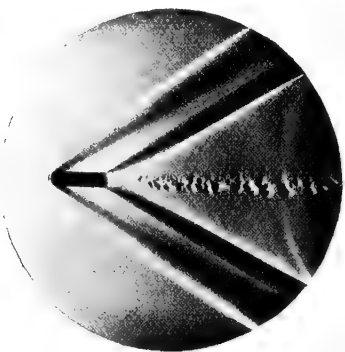


Fig. 3. Luftschlieren nach Mach-Töpler.

graphie, so kann man auch die in der Umgebung des fliegenden Geschosses sich ausbildenden Luftwellen und -wirbel photographisch festhalten. Zu diesem Zweck wird z. B. mit Hilfe eines Hohlspiegels ein scharfes Bild des Beleuchtungsfunkens auf dem Objektiv des Aufnahmeapparates entworfen. An

¹⁾ Ich verdanke diese und die späteren Aufnahmen, welche z. T. in dem Lehrbuch von Cranz veröffentlicht sind, der Liebenswürdigkeit des Herrn Geheimrat Cranz.

dem Objektiv ist die Töplersche Schlierenblende angebracht, welche fast das ganze direkte Funkenlicht abblendet. Der Apparat selbst ist auf die Ebene der Geschosbahn eingestellt. Fliegt nun das Geschos durch den Lichtkegel, so wird in den entstehenden Luftwirbeln das Licht abgelenkt, gelangt über die Schlierenblende hinweg auf die photographische Platte und erzeugt auf dieser ein Bild des fliegenden Geschosses umgeben von den Luftwellen. Fig. 3 zeigt eine derartige Aufnahme, wie sie zuerst von Mach veröffentlicht worden ist. Man sieht nicht nur die Machschen „Kopf- und Schwanzwellen“, sondern auch besonders schön die Luftwirbel, welche sich in dem luftverdünnten Raum hinter dem Geschos ausbilden. Ein anderes Verfahren, welches nicht so empfindlich ist wie die Töplersche Schlierenmethode, aber doch die Luftschlieren sehr schön wiedergibt, rührt von Dvorschak her und ist zuerst von V. Boys

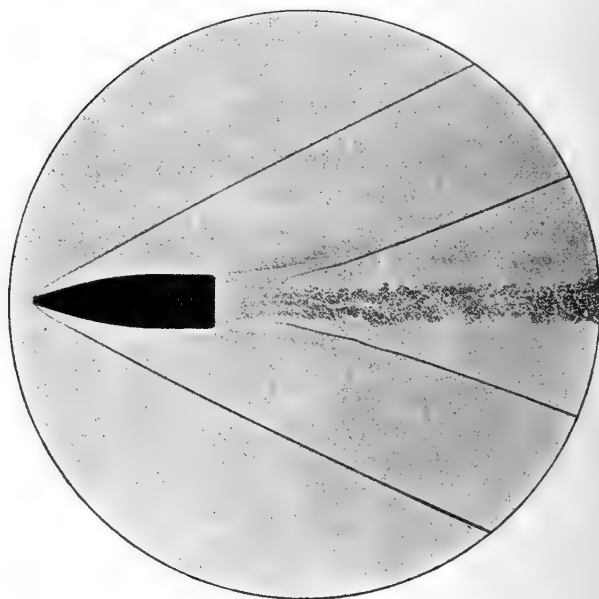


Fig. 4. Schattenschlieren bei dem S-Geschos.

im Jahre 1896 für ballistische Zwecke verwendet worden. Man bezeichnet es als das „Schattenschlierenverfahren“. Bei diesem werden keinerlei Linsen benutzt, sondern nur die photographische Platte in einem geeigneten Abstand hinter dem Geschos aufgestellt. Die Beleuchtung erfolgt hier zweckmäßig mit einer möglichst punktförmigen Lichtquelle, welche man nach dem Vorgange von Töpler dadurch erhält, daß man die Funkenbahn senkrecht zur photographischen Platte anordnet. Man erreicht dann außer einer punktförmigen Lichtquelle bei längeren Funkenstrecken auch noch eine größere Helligkeit, ähnlich wie bei Spektralröhren mit Längsdurchsicht. Nach diesem Verfahren ist Fig. 4¹⁾ hergestellt, auf welcher die Machschen Wellen besonders schön hervortreten.

¹⁾ Diese Abbildung und die späteren Aufnahmen mit Vorderbeleuchtung Abb. 5 bis 7 sind einer Arbeit von C. Cranz, P. A. Günther, F. Kulp, erschienen in „Schuß und Waffe“, 15. Juli 1913, entnommen.

Bei all den bisher geschilderten Verfahren haben wir es, wie bereits erwähnt, lediglich mit Schattenbildern zu tun. Wenn sich nun auch diese Aufnahmen zur Untersuchung ballistischer Vorgänge als außerordentlich fruchtbar erwiesen hatten, so war es doch für besondere Zwecke wünschenswert, die Erscheinungen auch von der Vorderseite aus beobachten zu können, also Momentaufnahmen mit Vorderbeleuchtung herzustellen, welche in ihrem Aussehen durchaus den üblichen Photographien entsprachen. Zum erstenmal waren derartige Aufnahmen mit Vorderbeleuchtung im Jahre 1909 von *C. Cranz*¹⁾ hergestellt worden und zwar unter Benutzung einer Quecksilberbogenlampe, durch welche eine Funkenentladung hindurchgeschickt wurde. Später hat dann auch *Boas* ähnliche Aufnahmen, u. a. ein rotierendes Rad, welches er mittels eines Scheinwerfers durch einen Funken beleuchtete, aufgenommen. Bedingung für die Erzielung guter Aufnahmen ist dabei die Verwendung hinreichend kräftiger Entladungsfunken, welche man nur durch Benutzung sehr großer Kapazitäten bei genügender Funkenlänge erhalten kann. Da nun sehr lange

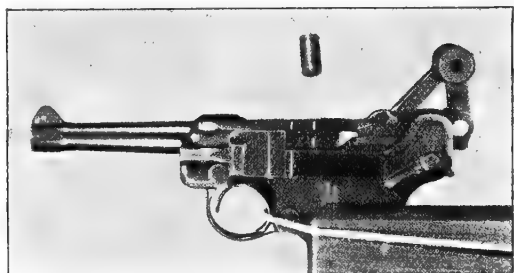


Fig. 5. Parabellumpistole nach dem Schuß.
(Vorderbeleuchtung.)

Funken bei den sich entladenden großen Elektrizitätsmengen leicht eine im Sinne der ballistischen Momentphotographie zu lange Belichtungsdauer ergeben können, so haben, wenn es sich um die Beleuchtung größerer Flächen handelte, bei ihren neuesten Aufnahmen *Cranz*, *Günther* und *Külpe*²⁾ das Verfahren der Unterteilung langer Funkenstrecken angewendet, wobei sie gleichzeitig noch den Vorteil einer gleichmäßigeren Beleuchtung der gesamten Fläche erreichten. Die Fig. 5 zeigt die Aufnahme einer Parabellum-Selbstladepistole nach dem Schuß, wobei die Auslösung des Beleuchtungsfunkens etwa 350 cm von der Mündung entfernt erfolgte. Auch hier sieht man wiederum das Auswerfen der leeren Patronenhülse. Eine andere Aufnahme, die in Fig. 6a und 6b wiedergegeben ist, veranschaulicht die Explosivwirkung eines modernen S-Geschosses in feuchtem Ton. Fig. 6a zeigt die Tonkugel vor, Fig. 6b nach dem Schuß. In den vier Ecken des Kastens, in welchem die Tonkugel steht, sind die vier Beleuchtungsfunkenstrecken, welche, wie bereits oben erwähnt, hintereinander geschaltet sind, angebracht.

¹⁾ *C. Cranz*, Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 4, p. 323, 1909.

²⁾ *C. Cranz*, *P. A. Günther*, *F. Külpe*, l. c.

Sehr interessant in bezug auf die Explosivwirkung von Geschossen ist auch die Aufnahme der Fig. 7, bei welcher eine mit Wasser gefüllte frei aufgehängte Gummibläse durchschossen wurde. Das Geschöß hat hierbei die Gummibläse von rechts nach links durchdrungen und gerade auf der linken Seite das Gesichtsfeld verlassen. Diese Methode der Vor-

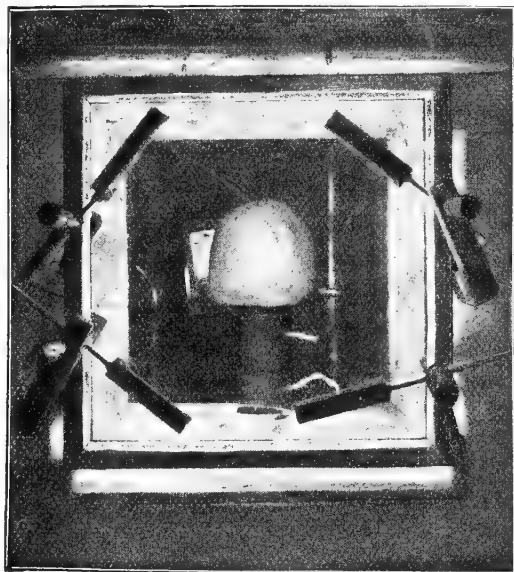


Fig. 6a. Tonkugel vor Schuß.

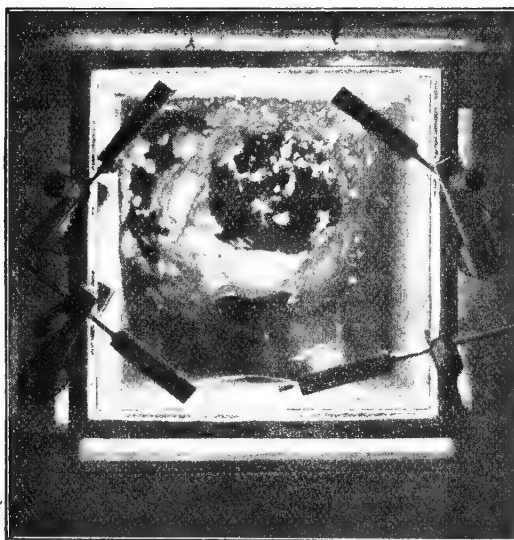


Fig. 6b. Tonkugel nach Schuß.

derbeleuchtung, für die hier nur einige Beispiele gegeben werden konnten, dürfte noch viele Anwendungsmöglichkeiten auf ballistischem sowohl wie auch auf physikalischem Gebiete haben, so daß diese von *Cranz*, *Günther* und *Külpe* ausgearbeitete Methode eine recht wertvolle Bereicherung unserer experimentellen Hilfsmittel darstellt.

Kehren wir nun zunächst wieder zu der Funkenphotographie nach dem Schattenverfahren zurück, bei welcher wir mit geringeren Energiemengen im Funken arbeiten können. Wir hatten dabei ge-

sehen, daß es möglich ist, durch geeignete Kombination zeitlich verschiedener Aufnahmen die sich abspielenden Vorgänge kinematographisch wiederzugeben. Ein Nachteil dieser zusammengestellten Serienaufnahmen war aber, daß bei ihnen eine große Anzahl von Einzelschüssen ausgeführt wurde. Viel zweckmäßiger mußte es sein, wenn man von einem einzigen Schuß eine größere Reihe von Momentaufnahmen herstellen konnte. Das war möglich, wenn man die ruhende photographische Platte verließ, zum rotierenden Film überging und gleichzeitig an Stelle eines Funkens eine größere Anzahl in regelmäßigen, sehr kurzen Abständen aufeinander folgender Funken verwendete. Der Film selbst konnte dabei verhältnismäßig schnell rotieren, da man die Zeitdauer eines Funkens so kurz machen kann, daß innerhalb derselben der Film als praktisch vollkommen stillstehend anzusehen ist.

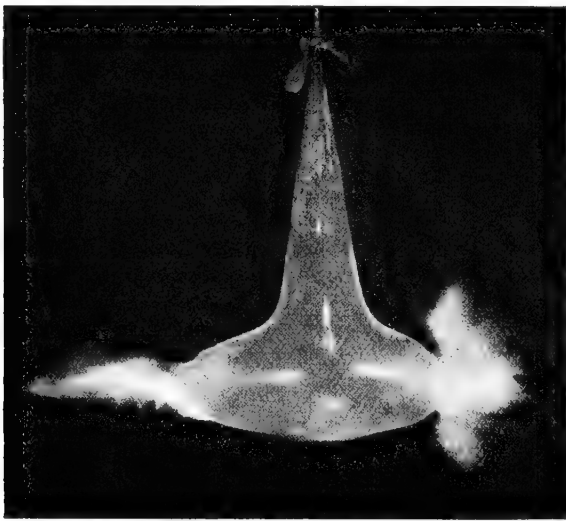


Fig. 7. Durchschießung einer wassergefüllten Gummibläse.

Derartige kinematographische Aufnahmen wurden zuerst im Jahre 1903 von *Schwinning* hergestellt, welcher zehn aufeinander folgende Bilder in der Weise erzielte, daß er eine Anzahl Leidener Flaschen nacheinander in bestimmten Zeitabständen über die Beleuchtungsfunkenstrecke entlud und so mehrere Momente desselben Schußvorganges festhalten konnte. Immerhin war die Zahl der Funken pro Sekunde, die „Funkenfrequenz“ noch gering. Zu höheren Werten kam *L. Bull*, welcher in dem Institut von *Marey* zu Paris eine Methode ausarbeitete, bei welcher durch einen geeigneten Unterbrecher im Primärkreis eines Induktoriums 2000 Beleuchtungsfunken pro Sekunde erzeugt werden konnten. *Bull* verwendete diese Methode, um die Vorgänge beim Libellenflug und bei der Durchschießung von Seifenblasen zu studieren. Da aber auch diese Funkenfrequenz für ballistische Zwecke noch zu gering war, so bedeutete es einen erheblichen Fortschritt, als es *Cranz*¹⁾ gelang, mit seinem ballistischen Kinematographen 800 Bilder desselben Vorganges mit

einer Bildfrequenz von 5000 herzustellen. Erst jetzt wurde eine wirkliche kinematographische Wiedergabe ballistischer Vorgänge möglich. *Cranz* erzeugte die hohen Funkenzahlen mit einer von der Firma *Boas* gebauten hochperiodischen Wechselstrommaschine, welche einen Boasschen Resonanzinduktor speiste, der seinerseits die Sekundärkapazität so auflud, daß in einer parallel geschalteten Funkenstrecke pro Halbperiode eine Entladung einsetzte. Da die Wechselstrommaschine 2500 Perioden besaß, erhielt *Cranz* auf diese Weise 5000 Funken pro Sekunde, welche in vollkommen regelmäßigen Abständen entsprechend den Maximis der einzelnen Halbperioden aufeinander folgten. Mit der gleichen Anordnung ließen sich dann auch zur Aufnahme langsamerer Vorgänge 2500 Funken pro Sekunde erzielen, wenn man die Funkenstrecke auf

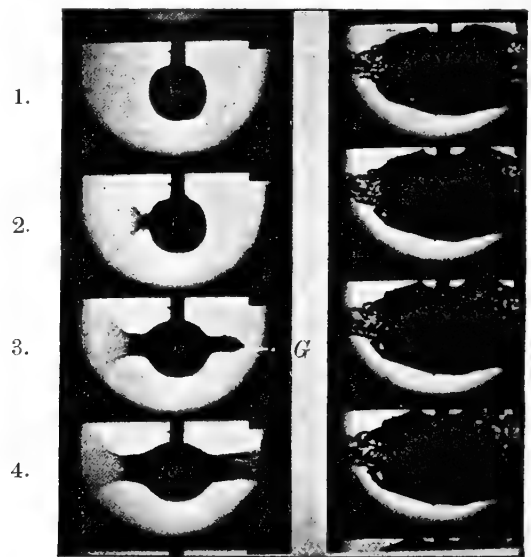


Fig. 8. Durchschießung einer Tonkugel.

eine etwas größere Länge einstellte, so daß die Überschlagnungsspannung stets erst nach Ablauf einer vollen Periode erreicht wurde. Die Filmgeschwindigkeit, mit welcher bei diesen Aufnahmen gearbeitet wurde, betrug etwa 120 m pro Sekunde. Bei den Aufnahmen selbst zeigte sich nun zunächst eine gewisse Unschärfe, welche darauf zurückzuführen war, daß die einzelnen Funken nicht kurz genug waren. Die Funkenstrecke blieb nämlich bei diesen immerhin schon hohen Funkenzahlen und bei der verhältnismäßig großen Energie, welche zur Verwendung gelangte (bis zu 4 KW), etwas ionisiert, so daß die Funken nicht scharf abbrissen. Es gelang *Cranz* jedoch auch diese Schwierigkeit dadurch zu beseitigen, daß die Elektroden kräftig gekühlt und von einem starken Luftstrom angeblasen wurden, welcher alle leitenden Metallteilchen schnell aus der Funkenbahn entfernte. Es zeigte sich übrigens später, daß dieses Verfahren des Anblasens der Funkenstrecke auch genügend wirksam ist, wenn man zu noch weit höheren Funkenfrequenzen, bis zu 100 000 hinaufgeht. Ein Beispiel für derartige Aufnahmen stellt Fig. 8 dar. In dieser ist die

¹⁾ *C. Cranz*, Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 4, 321, 1909; Deutsche Mechn. Ztg. 1909, S. 173.

Durchschießung einer Tonkugel wiedergegeben. Das Geschöß G tritt in Bild 1 gerade auf der linken Seite in das Gesichtsfeld hinein, erreicht in Bild 2 die Tonkugel (Einschuß) und verläßt sie dann in Bild 3 wieder (Ausschuß). Bild 4 zeigt dann die nach dem Fortfliegen des Geschosses noch weiter fortschreitende Explosionswirkung, welche nach einiger Zeit, wie die späteren Momenten entsprechenden Aufnahmen auf der rechten Seite der Figur zeigen, zu einer völligen Zerstörung der Tonkugel führt.

Aber dieses Verfahren, das immerhin schon vorzügliche Resultate geliefert hatte und für die Mehrzahl aller ballistischen Vorgänge auch durchaus ausreichend war, besaß doch insofern noch einen Mangel, als es nur schwer möglich war, die Bildfrequenz innerhalb weiterer Grenzen zu ändern, da man naturgemäß an die Periodenzahl der Wechselstrommaschine und die durch sie bedingte Abstimmung des Resonanzinduktors gebunden war. Gleichzeitig war noch das Bedürfnis vorhanden, für spezielle Untersuchungen der Geschößbewegung Bildfrequenzen von 80—90 000 herzustellen. Nach längeren Vorversuchen gelang es, eine für diesen Zweck geeignete Methode auszuarbeiten, welche im Jahre 1912 von *Cranz* und mir¹⁾ beschrieben wurde. Ein Hauptvorteil der Anordnung war, daß sie eine Veränderung der Bildfrequenz innerhalb sehr weiter Grenzen, nämlich von 200 bis etwa 100 000, ermöglichte. Bevor ich jedoch auf nähere Einzelheiten eingehe, mag noch der Vollständigkeit halber auf die Methode von *Schatte*²⁾ hingewiesen werden, welche ebenfalls die Erzielung hoher Funkenzahlen gestattet — es wurden Aufnahmen mit Bildfrequenzen bis zu 50 000 ausgeführt. Das Prinzip war folgendes: Eine große Kapazität wird durch eine Influenzmaschine aufgeladen und bildet dann das Reservoir, aus dem ein zweiter Kreis, bestehend aus einer kleinen Kapazität mit parallel geschalteter Funkenstrecke gespeist wird. Je nach der Dimensionierung der elektrischen Größen dieses Kreises kann man dann größere oder kleinere Funkenzahlen erhalten. Die Methode besitzt jedoch praktisch insofern einen großen Mangel, als die zur Verfügung stehende Energie nur begrenzt ist, und man infolgedessen in der Beleuchtungsfunkenstrecke keinen, eine längere Zeit andauernden, Funkenstrom erzeugen kann, so daß die Justierung der Optik und die Einstellung der aufzunehmenden Objekte mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist. Daß dagegen die von *Cranz* und mir angegebene Methode einen langdauernden, gleichmäßigen Funkenstrom gestattet, halten wir gerade mit Rücksicht auf ihre praktische Verwendbarkeit für einen besonderen Vorzug, abgesehen von einigen anderen Vorteilen elektrischer Natur.

In Fig. 9 ist das Schaltungsschema der Anordnung wiedergegeben. Der Kreis I dient zur Erzeugung von Hochfrequenzschwingungen nach dem Prinzip der aperiodischen Stoßerregung in der

Weise, wie es zuerst von *Rein*¹⁾ ausgeführt worden ist. C_1 ist eine große Kapazität, ein oder mehrere Glimmerkondensatoren von 25—100 000 cm, L_1 eine möglichst kleine Selbstinduktion von 1 oder 2 Windungen, und F_1 eine Entladestrecke. Die Aufladung der Kapazität C_1 erfolgt mit Gleichstrom von 600 bis 700 Volt Spannung unter Vorschaltung von Widerständen und Drosselspulen. Wählt man die elektrischen Dimensionen richtig und benutzt vor allem eine Entladestrecke F_1 mit ausgezeichnete Löschwirkung, z. B. die von *Scheller* angegebene Entladestrecke, welche in einer Spiritusatmosphäre arbeitet, so erhält man im Primärkreis eine Art aperiodischer Entladung, die man auch als elektrischen „Stoß“ bezeichnen kann. Koppelt man nun mit dem Primärkreis einen Sekundärkreis II, bestehend aus der großen Selbstinduktion L_2 und der entsprechend kleineren Kapazität C_2 , so erhält man im Kreise II elektrische Schwingungen, durch welche C_2 so hoch aufgeladen wird, daß in einer zu ihr parallel geschalteten Funkenstrecke F_2 Funken übergehen. Bei passender Länge der Funkenstrecke kann man es erreichen, daß durch jeden Stoß im Primärkreis eine Entladung in F_2 hervorgerufen

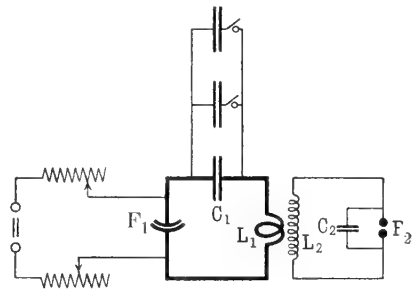


Fig. 9. Elektrische Anordnung, Schaltungsschema.

wird. Da nun in der primären Gleichstromquelle dauernd ein großes Elektrizitätsreservoir zur Verfügung steht, aus welchem die Kapazität C_1 sofort nach der Entladung wieder aufgeladen wird, so hat man es in der Hand, die Zahl der Stöße im Primärkreis beliebig zu erhöhen. Je kleiner man C_1 wählt, und je geringer der Elektrodenabstand der Entladestrecke F_1 gemacht wird, um so schneller erfolgt die jeweilige Aufladung der Kapazität und um so schneller folgen die einzelnen Entladestöße aufeinander. Auch durch Verringerung des Widerstandes und der Größe der Drosselspulen in der Zuleitung läßt sich die Entladezahl steigern. Es gelang uns auf diese Weise die Funkenfrequenz innerhalb der Grenzen 200 und 100 000 zu verändern und dadurch zu ermöglichen, kinematographische Aufnahmen sowohl von sehr langsamen wie auch von sehr schnellen Vorgängen herzustellen. Die verwendete optische Anordnung ist in Fig. 10 wiedergegeben. Die Beleuchtungsfunkenstrecke F_2 war vor einem Hohlspiegel angebracht, welcher ein Bild der Funken-

¹⁾ *C. Cranz* und *Br. Glatzel*, Verhdlg. d. D. phys. Ges. 14, 525, 1912.

²⁾ *J. Schatte*, Zeitschr. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen, 6, 261, 1911; 7, 65, 1912.

¹⁾ *H. Rein*, Phys. Zeitschr. 11, 591, 1910; Der radiotelegraphische Gleichstromtönsender. Langensalza, Beyer & Söhne. Vgl. a. *Br. Glatzel*, Methoden zur Erzeugung von Hochfrequenzenergie. Leipzig, Hachmeister & Thal, 1913.

strecke auf dem Aufnahmeobjektiv O entwarf. Dieses bildete seinerseits wieder den an der Stelle P sich abspielenden Vorgang, z. B. bei einem Schuß, auf dem Film ab. Dieser befand sich auf einer

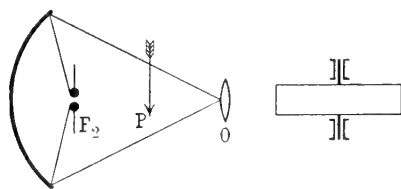


Fig. 10. Optische Anordnung.

rotierenden Trommel, welche mit maximal 9000 Umdrehungen pro Minute betrieben werden konnte. Da, wie bereits erwähnt, durch kräftiges Anblasen der Beleuchtungsfunkkenstrecke dafür gesorgt war, daß die

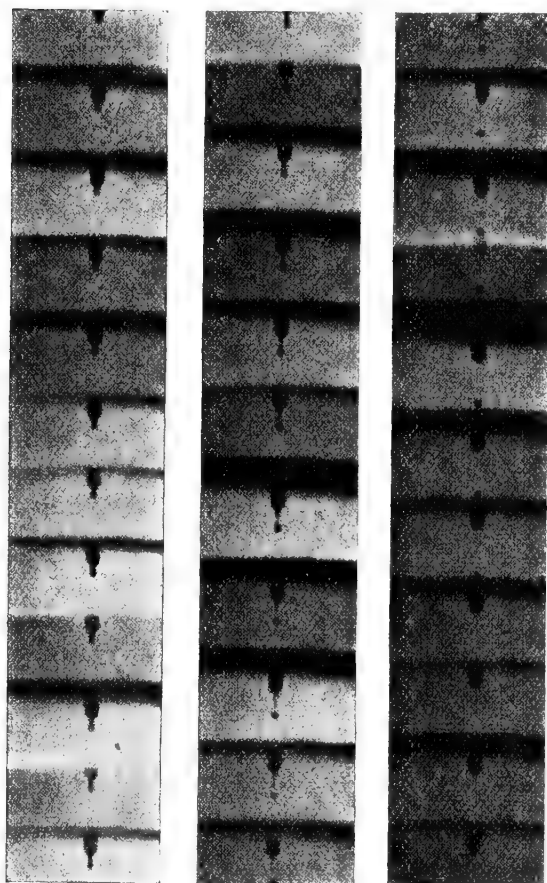


Fig. 11.
Fallender Tropfen. (250.)

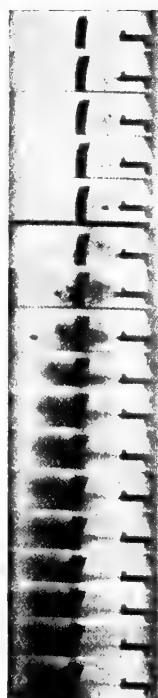


Fig. 12.
Durchschießung eines
Holzstückes. (6400.)

a) 56 600.

b) 72 000.

c) 92 200.

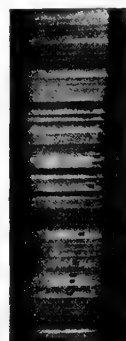
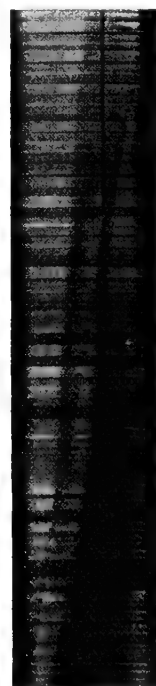
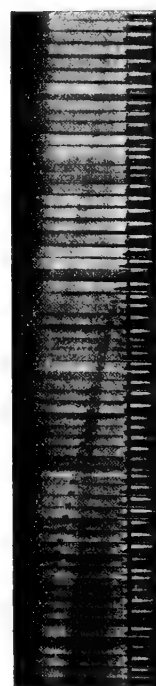


Fig. 13 a b c.
Schußaufnahmen mit verschiedenen Funken-
frequenzen.

Zeitdauer jedes Funkens auch gegenüber der schnellsten Filmbewegung noch sehr kurz war, so gelang es, selbst bei den höchsten Bildfrequenzen vollkommen scharfe Bilder zu erzielen. Die Figuren 11 bis 13 geben Beispiele derartig hergestellter Aufnahmen. In Fig. 11 ist ein aus einem Glasrohr fallender Tropfen photographiert und zwar entsprechend der relativ großen Zeitdauer, innerhalb

deren sich der Vorgang abspielt, mit einer Bildfrequenz von 250. Man erkennt auf dieser Aufnahme sehr schön die zuerst von *Lenard* gefundene Tatsache, daß ein fallender Tropfen Pendelbewegungen ausführt, wobei seine Form zwischen einem Ellipsoid mit horizontaler und einem solchen mit vertikaler Achse wechselt. Fig. 12, welche mit 6400 Funken pro Sekunde aufgenommen ist, zeigt die Durchschießung eines kleinen Holzstückchens, welches vor der Mündung einer Pistole aufgestellt war. Man sieht deutlich, daß der Vorgang der Zersplitterung sich wesentlich langsamer als der eigentliche Schuß abspielt, da das Geschöß das Holzstück längst verlassen hat, während die Zersplitterung noch immer weiter fortschreitet. Auch erkennt man, daß für das Umfallen des Holzstückes eine relativ große Zeit erforderlich ist. Fig. 13 a, b, c stellen Schußaufnahmen mit verschiedenen Funkenfrequenzen dar und zwar entspricht Fig. 13 a einer Funkenfrequenz von 56 600, 13 b von 72 000, 13 c von 92 200. Am rechten Rande der Bilder, welche naturgemäß bei der hohen Bildfrequenz und der durch die Festigkeit des Films immerhin beschränk-

ten Umfangsgeschwindigkeit sehr schmal ausfallen, sieht man gerade noch die Mündung der Pistole mit dem Korn. Aus ihr tritt das Geschöß samt den Pulvergasen aus, wobei man die bereits früher von *Cranz* gemachte Beobachtung wiederum bestätigt findet, daß bei Stahlmantelgeschossen der Abschluß des gezogenen Laufes keineswegs ein vollkommener ist, sondern daß infolge des hohen Gasdrucks im

Innern ein Teil der Pulvergase sich zwischen Wandung und Geschoß hindurchpreßt und auf diese Weise früher als letzteres den Lauf verläßt. Erst einige Zeit später folgt das Geschoß und auf dieses die Hauptmasse der Pulvergase.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen.

Von Prof. Dr. R. F. Fuchs, Breslau.

Die Färbungen der tierischen Organismen, sowie der bei vielen Tieren auffällige Farbenwechsel haben stets die Aufmerksamkeit der Naturforscher und Laien auf sich gelenkt und die verschiedenartigsten Erklärungsversuche gezeitigt. Die allgemeinste Anerkennung hat sich jener Erklärungsversuch der Tierfärbungen erworben, welcher darauf abzielt, die Tierfarben als ein wertvolles Mittel im Kampf ums Dasein anzusehen, indem sie als *Schutzfarben* dienen, oder aber als *Schreckfarben* gedeutet werden und endlich noch insofern der Erhaltung der Art dienen, indem sie als *Schmuckfarben* bei der geschlechtlichen Auslese von Bedeutung sein sollen.

Der Gedanke der Schutzfärbung wurde bereits von *Aristoteles* klar ausgesprochen, indem der große griechische Naturforscher den Farbenwechsel der Tintenfische als eine Anpassung an die Farbe der jeweiligen Umgebung ansah, um einestells Schutz vor Feinden zu finden; andererseits den Beutetieren unsichtbar zu sein. Außerdem schreibt *Aristoteles* psychischen Erregungen, z. B. Angst und Zorn, einen bedeutenden Einfluß auf die Färbung des Polypen zu. Wenn auch in der Zeit vor *Darwin* dieser Aristotelische Gedanke niemals ganz aus dem Ideenkreis der Naturforscher und Philosophen verschwunden war, so gewann doch erst durch *Darwins* Lehre vom Kampf ums Dasein die Tierfärbung als *Schutzfärbung* eine erhöhte biologische Bedeutung, um das Überleben des am besten an seine Umgebung angepaßten Tieres zu erklären. Die Überzeugungskraft der Darwinschen Selektionslehre war so groß, daß man fast ganz vergaß, sich nach den Fundamenten dieses Auswahlprinzips umzusehen und mit diesem Zaubermittel alle Probleme der Tierfärbung zu lösen hoffte oder schon gelöst zu haben glaubte. Dabei erging es den Naturforschern ähnlich wie den Faustdeutern, von denen *Goethe* in seinen Gesprächen mit *Eckermann* sagte: „Legt ihr nicht aus, so legt ihr unter.“

Befangen in der Zaubergewalt der Darwinschen Selektionsidee hatte man ganz und gar vergessen, daß uns die Selektionshypothese absolut keine Kenntnis von dem *Mechanismus* der Tierfärbung und des Farbenwechsels zu bieten vermag. Denn diese Hypothese konnte niemals eine Erklärung darüber geben, durch welche Faktoren die Tierfärbung zustande kam. Ferner blieb sie uns die Antwort auf die Fragen schuldig, wann und welche Färbungen *Selektionswert* erlangen konnten, und warum andere Färbungen *keinen* Selektionswert er-

langten. Die Anhänger der Selektionslehre begnügten sich damit, die Tierfarben als etwas Gegebenes hinzunehmen und damit weiter zu operieren, um mit Hilfe von *wertenden* Urteilen eine Reihe biologischer Erscheinungen zu erklären. Damit verließen diese Forscher den Boden der rein naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise, welche nach *Rickert* die *wertfreie* Betrachtung der Dinge ist, und wandten sich der *historischen*, wertenden Betrachtung zu, indem sie die Begriffe Gut und Böse, Nützlich und Schädlich in ihren Urteilen verwandten, während die Naturwissenschaft *jenseits* von Gut und Böse steht. So wurde das ganze Problem zu einem *naturgeschichtlichen*. Die Naturgeschichte selbst kann aber niemals eine *kausal-analytische* Erklärung eines Naturgeschehens geben, da sie die *Mechanik* des Lebensprozesses nicht in den Kreis ihrer Analyse einbezieht.

Trotz des Siegeszuges der Selektionstheorie und der Schutzfärbungshypothese hat es aber nicht an gewichtigen Stimmen — ich nenne nur *Semper* — gefehlt, die mit allem Nachdruck darauf hinwiesen, daß die Zuchtwahl niemals das *Entstehen* der Farben erklären könne, und daß aus inneren physiologischen, allerdings noch unbekannten Ursachen eine bestimmte Anordnung und Ablagerung der Farbstoffe in verschiedenen Teilen der Haut, ganz charakteristische Zeichnungen zustande kommen, mit deren Entstehung die Selektion nichts zu tun haben kann.

Nur die *physiologische* Forschung ist imstande, uns eine befriedigende Grundlage zur *mechanistischen* Erklärung des ganzen großen Fragenkomplexes der Tierfärbung zu bieten. Leider haben die Fachphysiologen mit wenigen Ausnahmen — *Brücke*, *Biedermann*, *Fredricq* und wenige andere — der Physiologie der Tierfärbung viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt und das Gebiet den Anatomen und Zoologen fast ganz überlassen, so daß gerade die physiologischen Grundlagen des Färbungsproblems nicht entsprechend ausgebaut worden sind.

Die Tierfärbung kommt durch sehr verschiedene Anordnung der Farbstoffe im Organismus zustande, wobei die einfachste Stufe die zu sein scheint, wo ein *gelöster Farbstoff* alle Elemente oder einzelne Organe des tierischen Körpers *diffus färbt*. Diese Art von Färbung ist von den Einzelligen angefangen bis zum Menschen zu finden, wie die Muskelfarbstoffe und andere Organfarbstoffe lehren. Dazu gehören auch die verschiedensten respiratorischen Farbstoffe, wie z. B. das Hämoglobin des Blutes, ferner wären hier als Abkömmlinge dieses Farbstoffes die Gallen- und Harnfarbstoffe zu nennen. Obgleich zum Beispiel der Blutfarbstoff sehr wesentlich zur Färbung vieler Tiere beiträgt, wie bei der roten Färbung der Grottenolme, so hat doch niemand diesen Farbstoffen einen Selektionswert im Sinne der *Schutzfärbung* zugesprochen, einfach aus dem Grunde, weil eine gesicherte physiologische Funktion dieser Farbstoffe bekannt ist; wäre das aber nicht der Fall, dann hätten wohl auch diese Färbungen als Schutzfärbungen gegolten.

Eine zweite Art von Färbung kommt durch *Ablagerung von Farbstoffkörnern* in *allen* Zellen des Körpers vor, ohne daß der Farbstoff nur in bestimmten Teilen des Körpers abgelagert wird. Diese Art von Färbung ist gleichfalls in der ganzen Tierreihe anzutreffen. Ja sogar bei Pflanzen ist eine solche Anwesenheit von Farbstoffkörnern (Chromatophoren) bekannt, welche als wesentliche Elemente einer typischen pflanzlichen Zelle anzusehen sind. Diese Ablagerung körnigen Pigmentes in den tierischen Zellen ist zweifellos eine phylogenetisch *sehr alte*, denn sie kommt bereits an der *Eizelle* vor (animaler Pol der pigmentierten Eizelle) und ist auch bei den Embryonen der frühesten Entwicklungsstadien vorhanden. Auch diese diffusen Färbungen haben nichts mit Schutzfärbung zu tun. Vielmehr handelt es sich bei diesen Farbstoffablagerungen um Stoffwechselprodukte, deren physiologische Funktion im Einzelfalle noch nicht genügend erforscht ist. Man darf aber vermuten, daß diese Farbstoffkörner bei den Tieren ebenso wie die Chromatophoren der Pflanzen *der Ausnützung sonst nicht zugänglicher Energieformen dienen*, wie z. B. der Absorption von Licht- und Wärmestrahlen. Dafür spricht auch die von *Leydig* zuerst hervorgehobene Tatsache, daß bei den Amphibieneiern diejenigen *am stärksten pigmentiert sind, welche zuerst im Frühjahr* abgelaicht werden, während die spät laichenden (Mai, Juni) Arten schwach oder unpigmentierte Eier haben, wobei noch der Ort, wo der Laich sich befindet, sowie andere Faktoren von Bedeutung sind.

Endlich kommt es zur *Ausbildung besonderer Zellen*, die das Pigment enthalten, den *Chromatophoren* (nicht identisch mit den Chromatophoren der Botaniker). Es können aber auch noch andere Körperzellen körniges Pigment enthalten, obgleich seine Hauptmasse in den Chromatophoren sich vorfindet. Wenn auch die Mehrzahl dieser Pigmentzellen im Integument (Haut) abgelagert sind, so finden sich doch auch große Mengen von Pigmentzellen in den *inneren Organen*, z. B. in den Hüllen des Zentralnervensystems, an den Blutgefäßwänden, im Verdauungsröhre, in der Leber, in den Keimdrüsen (Eierstöcke). Ja, es gibt sogar Tiere, wo Chromatophoren *nur* in inneren Organen vorkommen, während sie im Integument vollständig fehlen, wie z. B. beim Lanzettfischchen, oder bei dem parasitisch im Darm einer Holeturie lebenden Fische *Ficrasfer*. Alle diese *Pigmentierungen innerer Organe können unmöglich als Schutzfärbungen angesehen werden*. Auch die innigen topographischen Beziehungen der Pigmentzellen zu den Nervenendigungen in der Haut und zu den Sinnesorganen überhaupt, welche beim Auge besonders ausgeprägt sind, lassen sich als Effekte der Schutzfärbung nicht erklären, wohl aber werden diese Beziehungen zu den Nervenendigungen verständlich, wenn wir die Pigmentzellen als *Sensibilisatoren* der Nervenendigungen für Licht ansehen, wie die Sensibilisierungsversuche tierischer Gewebe und Organismen (*Tappeiner, Hertel*) ergeben haben. Speziell *Hertel* hat gezeigt, daß Nervengewebe durch Sensibilisierung mit Farbstoffen für Licht

erregbar wird, während es ohne Farbstoff auf Licht nicht reagiert.

Es lag nun nahe, anzunehmen, daß die Pigmentzellen nicht nur Sensibilisatoren für jene Form der strahlenden Energie seien, die wir als *Licht* bezeichnen, sondern daß sie auch jene größeren Wellenlängen, welche wir *Wärmestrahlen* nennen, absorbieren und dadurch dem tierischen Körper nutzbar machen. Ferner war es naheliegend anzunehmen, daß die tierischen Pigmente die Strahlungsfähigkeit der Haut ändern, also ein *Organ der Temperaturregulierung* darstellen, dessen Vollkommenheit dadurch noch erhöht wird, daß durch die Pigmentzellen eine Verschiedenheit der Färbung ermöglicht wird, indem die Tiere alle möglichen Übergänge zwischen hell und dunkel zu erzeugen vermögen. Durch diese rein physiologische Auffassung der Chromatophoren als Organ der *physikalischen Wärmeregulation* der Organismen scheint mir der ganze Farbenwechsel durch Chromatophoren sowie die *phylogenetische Entstehung des Chromatophorensystems* viel verständlicher geworden zu sein, als es durch die einseitige Schutzfärbungshypothese, welche so viele unbewiesene und vor allem unbeweisbare Voraussetzungen erfordert.

Es sind wohl in der wissenschaftlichen Literatur gelegentlich ähnliche Anschauungen geäußert worden, aber niemals ist der Versuch gemacht worden, eine strenge *Beweisführung* zu liefern, ja alles, was nach dieser Richtung hin geäußert wurde, stützte sich auf unzulängliche oder sogar falsche Annahmen. Daher kann es uns nicht wundern, daß bis heute die herrschende Lehre von Schutzfärbung noch immer als *unwiderlegt* gilt. Im folgenden soll nun noch weiter gezeigt werden, daß die Schutzfärbungshypothese mit den Tatsachen keineswegs im Einklang steht, welche durch die Anschauung, daß die Chromatophoren der Wärmeregulierung dienen, ohne Schwierigkeiten erklärt werden können.

Die erste notwendige Voraussetzung der Möglichkeit einer Schutzfärbung ist ein *Farbensinn der Tiere*; das heißt, daß die Tiere die Farben als *Farben, also entsprechend den Wellenlängen* sehen und nicht nur Intensitäten der Energie, d. h. Helligkeiten unterscheiden. Denn es ist klar, daß, wenn die Tiere farbenblind wären, dann von einer *Farbanpassung* oder Schutzfärbung nicht gesprochen werden könnte, zum mindesten wären dann alle *Farben überflüssig*, da Helligkeitsunterschiede genau den gleichen Wert hätten, so daß eine Farbanpassung niemals hätte durch Selektion gezüchtet werden können.

Das Farbensehen der Tiere ist eines der umstrittensten Gebiete der Biologie, vor allem deswegen, weil die Versuche niemals so *exakt quantitativ* ausgeführt worden sind, daß wirklich genaue energetische Auswertungen der Resultate möglich gewesen wären, um Intensitätsreaktionen und solche auf Wellenlängen *mit Sicherheit* voneinander scheiden zu können. Ohne im Detail auf die Frage des Farbensehens der Tiere einzugehen, kann ganz allgemein gesagt werden, daß bei Wirbellosen und

Fischen ein Farbensinn nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, daß dagegen die übrigen Wirbeltiere einen zum Teil beschränkten Farbensinn besitzen, wie aus den Untersuchungen von Heß und anderen hervorgeht. Damit ist einer der Grundpfeiler der Schutzfärbungshypothese gefallen. Denn wenn die *Wirbellosen und Fische farbenblind sind*, wie will man dann das lebhaftes Farbenspiel der im Meere lebenden Tiere als Schutzfärbung erklären? Da ferner bei den *Reptilien und Vögeln* der Farbensinn wegen der in der Netzhaut vorhandenen Ölkugeln, die als Farbfilter wirken, *beschränkt* ist, so würden eine ganze Reihe von Farben, nämlich die kurzwelligeren Lichter vom Blaugrün ab, als Schutzfarben gegen diese Tiere vollständig bedeutungslos sein. Es müßten deshalb infolge der Selektion durch Schutzfärbung *alle Beutetiere der Reptilien und Vögel eine rote bis grüne Färbung annehmen*, oder nur Schutzfärbungen von hell und dunkel zeigen, was tatsächlich nicht der Fall ist. Das gleiche gilt natürlich auch von den *Schmuck- und Schreckfarben*, wenn wir von den rein anthropomorphistischen Spekulationen gänzlich absehen wollen, die diesen Deutungen zugrunde liegen. Denn die ganze Lehre von der Schreck- und Schmuckfärbung setzt bei Tieren, die in ihrer Gehirnorganisation sehr niedrig stehen, eine Kette von *logischen Denkopoperationen und ästhetischen Urteilen* voraus, welche wir keineswegs als a priori möglich gelten lassen dürfen. Da unsere Kenntnisse über die Tierpsychologie doch noch zu sehr in den Kinderschuhen stecken, scheint es wohl sehr gewagt, den niederen Tieren solche *hochstehenden psychischen Funktionen* zuzuschreiben. Ferner würden viele als Schreckfärbungen gedeuteten Zeichnungen ein sehr *genaues Formensehen* der Tiere erfordern; was wir aber bis jetzt aus Beobachtungen an freilebenden Tieren wissen, spricht vielmehr *gegen* als für ein genaues Formensehen.

Betrachten wir die *Verbreitung des durch Chromatophoren erzeugten Farbenwechsels*, so muß es besonders auffallen, daß erst bei verhältnismäßig hochorganisierten Tieren ein wirklicher Farbenwechsel vorkommt, während die Elemente desselben, die Pigmentzellen, schon bei sehr niedrig stehenden Tieren, den Schwämmen vorhanden sind (*v. Lenden-sold, F. E. Schulze*). Es hat zwar *v. Uexküll* bei gewissen Seeigeln einen Farbenwechsel im Lichte beschrieben, aber es ist keineswegs sicher, daß dieser Farbenwechsel durch Veränderungen in der Pigmentverteilung innerhalb von Chromatophoren erzeugt wird. Dagegen ist uns bei den zu den Mollusken gehörigen Flossenfüßlern ein sicherer durch Chromatophoren bedingter Farbenwechsel bekannt. Einen Höhepunkt erreicht das Farbenspiel bei den Kopffüßlern (Tintenfische), ferner besitzen die Krebse einen ausgesprochenen Farbenwechsel, während die Insekten zwar Chromatophoren, aber *keinen* durch sie bedingten Farbenwechsel haben. Von den Wirbeltieren besitzen die Fische, Amphibien und Reptilien einen chromatophorischen Farbenwechsel, dagegen fehlt ein solcher den Vögeln und Säugetieren, trotzdem auch bei diesen beiden Klassen zahlreiche Chromatophoren vorhan-

den sind. Aus dieser Übersicht geht hervor, daß *alle* Tierklassen von den Schwämmen aufwärts zwar Chromatophoren besitzen, aber nur *wenige* einen durch sie bedingten Farbenwechsel.

Ferner ist es wichtig darauf hinzuweisen, daß bei den Tieren zahllose Chromatophoren in der Haut *vorhanden* sind, wo sie für Zwecke der Schutzfärbung *gar nicht in Frage kommen können*, wie bei den Säugetieren und Vögeln, deren Schutzfärbung durch die Behaarung und das Gefieder in ausreichendem Maße gesichert ist, und die sogar durch Sträuben der Haare und Federn bis zu einem gewissen Grade einen Farbenwechsel haben. Da die Pigmentzellen aber unter diesen Bedingungen für die Schutzfärbung nicht in Frage kommen, so müßten sie als physiologisch wertlose Organe der Rückbildung anheimfallen und endlich ganz verschwinden, wenn wirklich die Schutzfärbung die *einzige* Funktion der Pigmentzellen wäre. Gegen eine solche Auffassung sprechen die zahlreichen Beobachtungen *gesteigerter Pigmentbildung* unter physiologischen wie pathologischen Bedingungen; ich führe nur an die gesteigerte Pigmentbildung während der Schwangerschaft oder an Druckstellen des Körpers, wobei von einer Schutzfärbung absolut nicht die Rede sein kann; ebensowenig können die farbigen Menschenrassen jemals durch Schutzfärbung erklärt werden.

Andererseits kennen wir auch zahlreiche Fälle von *verminderter Pigmentbildung*, den partiellen oder totalen Albinismus, die ebenfalls experimentell erzeugt werden können. So haben *Kammerer* sowie *Ogneff* und *Tornier* zum Teil durch Hunger oder durch Schwächung der Protoplasmaenergie infolge mechanischer Insulte bei verschiedenen Amphibien, Reptilien und Fischen künstliche Albinos gezüchtet. Alle diese Tatsachen weisen mit Bestimmtheit darauf hin, daß das *Pigment ein Stoffwechselprodukt* ist, das unabhängig von jeder Schutzfärbungsbestimmung gebildet wird.

Wie innig die Beziehungen zwischen Tierfärbungen und Stoffwechselvorgängen sind, haben wohl am schlagendsten die Untersuchungen über den periodischen Tag- und Nachtfarbenwechsel verschiedener Krebse gezeigt, indem zur Nachtzeit ein diffuser blauer Farbstoff auftritt, wobei außerdem Veränderungen des Herzschlages, Veränderungen in der Reaktion der Leber und der Muskeln (Auf-treten einer Säure) während der Nachtzeit nachgewiesen werden konnte. Das zuerst von *Keeble* und *Gamble* sorgfältig untersuchte Auftreten des blauen Farbstoffes wurde später vielfach bestätigt und *Doflein* geht in seinen Deutungen der ganzen Erscheinung so weit, daß er die Chromatophoren mit Drüsen vergleicht, deren Sekret das Pigment sein soll. Die Bildung des vorhin genannten blauen Farbstoffes faßt *Doflein* als einen Fall von *innerer Sekretion* auf. Inzwischen haben uns aber *Bauers* Untersuchungen darüber belehrt, daß der blaue Farbstoff der Kruster *kein* inneres Sekret im Sinne der Physiologie darstellt, sondern höchstwahrscheinlich ein *intermediäres Stoffwechselprodukt des Fettstoffwechsels* ist, denn mit dem Verschwinden des um die Chromatophoren und in ihren Ästen befind-

lichen blauen Farbstoffes tritt gleichzeitig fein verteiltes Fett in den interzellulären Lücken des Haut-epithels auf. Die Umwandlung des blauen Farbstoffes in Fett erfolgt durch das Licht, während in der Dunkelheit sich der Farbstoff ansammelt. *Keeble* und *Gamble* glaubten, daß das Fett photosynthetisch in den Chromatophoren mit Hilfe des Pigmentes gebildet würde, indem sie dem Pigment gewissermaßen die Rolle eines Katalysators zuschrieben. Nach *Bauers* Beobachtungen stellen aber die Chromatophoren nur ein *Lichtfilter* dar, indem sie zweierlei Pigmente, ein gelbes und rotes enthalten. Das rote Pigment ist in der Dunkelheit ausgebreitet und läßt die auf die blaue Substanz stark wirkenden Strahlen wenig oder nicht hindurch, während das im Licht ausgebreitete gelbe Pigment die wirksamen Strahlen allein durchläßt. Da nun der Ausdehnungsgrad der Chromatophoren vom Auge aus reflektorisch reguliert wird, so wird der Wirkungsgrad der Filter je nach der Intensität der Beleuchtung geregelt. Wir haben es hier mit einem Farbenwechsel zu tun, der nichts mit Schutzfärbung gemein hat, einzig und allein im Dienste des *Stoffwechsels* steht.

Vielleicht wird uns auch die Bildung und Bedeutung des vielverbreiteten dunklen Farbstoffes (*Melanins*) als eines Stoffwechselproduktes des Eiweißstoffwechsels später einmal klar, nachdem *v. Fürth* und *Schneider* in der Tyrosinase ein Ferment entdeckt haben, das aus Tyrosin einen den Melaninen zuzuzählenden Körper zu bilden vermag. Es gelang nun *v. Fürth* und *Schneider*, tierische Tyrosinase bei Insekten sowie Krebsen nachzuweisen, ferner *Przibram* und *Weindl* bei Tintenfischen und dem Grottenolm. *v. Fürth* und *Schneider* haben die Vermutung ausgesprochen, daß die physiologische Bildung tierischer Melanine vielleicht auf das Zusammenwirken zweier Fermente zurückzuführen sei. „Durch ein autolytisches Ferment könnte ein aromatischer Komplex aus dem Eiweißmaterial abgespalten und dieser sodann durch eine Tyrosinase in ein Melanin übergeführt werden.“ In der Pigmentforschung ist vielfach, z. B. von *Jarisch* u. a., die Anschauung vertreten worden, das schwarze Melanin stelle ein zur Ausscheidung bestimmtes Stoffwechselprodukt dar, das nur durch die Haut hindurch an die Oberfläche transportiert werde, um daselbst aus dem Tierkörper ausgeschieden zu werden. Durch die Arbeiten von *v. Fürth* und *Schneider* gewinnen diese Anschauungen wieder neuerliches Interesse, weil unter Umständen das fast unangreifbare Melanin ein Produkt des Eiweißstoffwechsels darstellen könnte und bis zu einem gewissen Grade in Parallele gesetzt werden könnte zum blauen Farbstoff der Kruster. Damit eröffnen sich neue Wege über die physiologische Bedeutung des Pigmentes, die weitab von der alten Auffassung von der Schutzfärbung liegen.

Man könnte als einen Einwand gegen meine bisherige Beweisführung geltend machen, daß die Chromatophoren bei Säugetieren und Vögeln, welche in ihrer Form unbeweglich zu sein scheinen, vielleicht ganz andere Gebilde seien als die echten Pigmentzellen, welche den Farbenwechsel der Fische,

Amphibien und Reptilien bedingen. Aber auch dieser Einwand ist hinfällig, denn es lassen sich auch bei Vögeln und Säugetieren Pigmentzellen finden, die eine vollständige Pigmentkonzentration im Zentrum der Zelle zeigen, während andererseits Zellen angetroffen werden, in denen das körnige Pigment sowohl in dem Zellkörper als auch in den reichverzweigten Fortsätzen gleichmäßig verteilt ist. Ferner sind alle zwischen beiden extremen Stadien gelegenen Pigmentverteilungen bekannt, so daß wir genau die gleichen mikroskopischen Bilder der Pigmentzellen bei allen Wirbeltieren finden. Wir haben demnach kein Recht, den Chromatophoren der Säugetiere und Vögel die Fähigkeit, die Pigmentverteilung in der Zelle ändern zu können, abzusprechen. Es gibt aber auch bei Vögeln zweifellos Pigmentzellen, welche deutliche *Pigmentverschiebungen* auf Belichtung zeigen, nämlich die Chromatophoren der Netzhaut; bei Säugetieren sind die Pigmentverschiebungen der Netzhautchromatophoren geringer. Auch hier versagt die Schutzfärbungshypothese zur Erklärung des Vorhandenseins dieser vollauf funktionierenden Chromatophoren. Allerdings müssen wir zugestehen, daß über die physiologische Bedeutung der Netzhautchromatophoren noch keine Einigkeit herrscht, wengleich auch absolut feststeht, daß sie mit der Schutzfärbung nichts zu tun haben.

(Schluß folgt.)

Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes.

Von Privatdozent Dr. Hans Friedenthal, Nikolassee.

Correns, C., Experimentelle Untersuchungen über Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes.

Goldschmidt, R., Cytologische Untersuchungen über Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes.

Zwei Vorträge gehalten auf der Naturforscherversammlung in Münster, 19. Sept. 1912, herausgegeben in erweiterter Fassung bei Gebr. Bornträger, Berlin.

Bei einer großen Reihe von Tieren und höheren Pflanzen finden wir einen scharfen ausgeprägten Gegensatz zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht. Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, ist die Trennung der Geschlechter aus der Zwitterigkeit, dem Hermaphroditismus hervorgegangen und namentlich im Pflanzenreich findet sich ein großer Reichtum und Mannigfaltigkeit von Zwitterigkeit. Bei den Pflanzen scheint die Zwitterigkeit primär, bei den meisten Tieren im Anschluß an veränderte Lebensweise sekundär erworben, namentlich im Anschluß an Parasitismus. Bei Pflanzen gibt es Individuen mit lauter zwitterigen Blüten und solche mit lauter eingeschlechtlichen Blüten, daneben aber noch solche, welche zwitterige und männliche oder weibliche Blüten und solche, welche zwitterige und männliche und weibliche Blüten tragen. Entsprechende Verhältnisse bei Tieren sind selten, doch sind bei Würmern, Mollusken und Insekten Abweichungen von der reinen Geschlechtertrennung beobachtet

worden. Bei getrenntgeschlechtlichen Arten treten männliche und weibliche Individuen in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf. Beim Europäer werden 106 Knaben auf 100 Mädchen geboren, bei Negern 100 Knaben auf 96,8 Mädchen, bei gewissen Spinnen zählt man 819 Männchen auf 100 Weibchen, bei gewissen Tintenfischen nur 16,6 Männchen auf 100 Weibchen. Eine praktische Methode der Geschlechtsbestimmung müßte sich in einer Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses äußern, beim Menschen treten zahlreiche Kinder desselben Geschlechtes von einem Elternpaar nicht häufiger auf als es der Zufall verlangt beim Geschlechtsverhältnis 106 zu 100. Die Bestimmung des Geschlechtes eines Individuums könnte schon vor der Befruchtung der Eizelle bestimmt sein progam oder während der Befruchtung syngam oder schließlich erst im Laufe der Entwicklung epigam. Es gibt sogar eine nachträgliche Änderung der Geschlechtscharaktere, die sich bereits entwickelt haben. So verwandelt ein Parasit *Sacculina neglecta* bei dem befallenen Männchen der Krabbe *Inachus mauritanicus* die äußeren sekundären Geschlechtscharaktere so, daß sie weiblich werden und das befallene Männchen sogar reife Eifer in seinen Keimdrüsen hervorbringt. (Beim Menschen ist bei Diabetes insipidus eine Umänderung des männlichen Habitus in weiblichen beobachtet. Referent.) Ein Brandpilz veranlaßt bei weiblichen Exemplaren der Lichtnelke die volle Ausbildung der Staubgefäße, die ohne ihn nur als winzige Rudimente angelegt werden. Die Anlage aller getrennt geschlechtlichen Organismen ist zwittrig und deshalb im Prinzip eine nachträgliche Beeinflussung des Geschlechtes gegeben. Spermatozoon wie Eizelle enthalten die Anlagen zu beiden Geschlechtern, wie sich bei Rassekreuzung beweisen läßt. Der Stier kann hohen Milchertrag, der Hahn besondere Tüchtigkeit im Eierlegen vererben, in jedem Individuum sind daher vier verschiedene Anlagen vorhanden, zwei für das männliche und zwei für das weibliche Geschlecht. Von diesen vier verschiedenen Anlagen entfaltet sich in der Regel nur eine, während drei latent bleiben und nur unter besonderen Verhältnissen nachweisbar werden. Parthenogenetisch entwickelte Eier, d. h. ohne Hinzutreten einer Samenzelle, entwickeln ein ganz bestimmtes Geschlecht: entweder Weibchen oder bei anderen Arten nur Männchen oder Männchen und Weibchen oder zunächst nur Weibchen, später Männchen und Weibchen. Bei den zwittrigen Pflanzen geben die Eizellen wieder Zwitter, bei den getrenntgeschlechtlichen nur Weibchen. Bei künstlicher Parthenogenese von Seeigeleiern sollen sich Männchen entwickelt haben. Eine Beeinflussung der Fortpflanzungszellen in der Richtung, die Erzeugung eines bestimmten Geschlechtes zu erzielen, ist wiederholt und mit Erfolg versucht worden.

Beim Hanf sollen bei Verwendung ganz jungen Pollens lauter männliche Pflanzen, bei Verwendung von altem Pollen lauter weibliche Pflanzen erzeugt werden. *Richard Hertwig* erzielte durch Behandlung von Froscheiern, die über die normale Zeit im Uterus verblieben waren, viel mehr Männ-

chen, als nach dem Geschlechtsverhältnis zu erwarten gewesen wären, schließlich lauter Männchen. Die Anwendung der Mendelschen Gesetze der Vererbung läßt es sehr glaubhaft erscheinen, daß bei den getrennt geschlechtlichen Wesen, Tieren und höheren Pflanzen, schon die Keimzellen eine bestimmte sexuelle Tendenz besitzen, und zwar so, daß das eine Geschlecht nur einerlei Keimzellen bildet, also homogametisch ist, während das andere Geschlecht zweierlei Keimzellen hervorbringt, also heterogametisch ist. Je nach der Art der Organismen ist bald das weibliche, bald das männliche Geschlecht heterogametisch. Das homogametische Geschlecht bildet Keimzellen, die alle mit ihm in ihrer Tendenz übereinstimmen, das heterogametische Geschlecht aber zur Hälfte Keimzellen mit der gleichen und zur Hälfte Keimzellen mit der entgegengesetzten sexuellen Tendenz. Kommen zwei Zellen mit gleicher Tendenz zusammen bei der Befruchtung, entsteht das homogametische Geschlecht, kommen zwei Keimzellen mit verschiedener Tendenz zusammen, so entsteht das heterogametische Geschlecht. Dabei handelt es sich bei der Vererbung nicht um die Anlage der primären Geschlechtscharaktere selber, welche ja nur zwittrig ist, sondern um die Vererbung von Faktoren, von denen die Entwicklung oder volle Entfaltung des Geschlechtes abhängt. Derartige Faktoren werden von *Correns* Geschlechtsbestimmer genannt. Eine willkürliche Erzeugung nur eines bestimmten Geschlechtes wäre bei Annahme dieser Hypothese dann möglich, wenn die heterogametischen Samenzellen je nach ihrer Tendenz verschiedene Resistenz gegen Schädlichkeiten besäßen. Es wäre dann möglich, die Zellen mit der einen Tendenz abzutöten, diejenigen mit der entgegengesetzten Tendenz zu erhalten. Sehr wahrscheinlich ist aber die Möglichkeit derartiger Eingriffe nicht. *Correns* macht darauf aufmerksam, daß vielleicht in Kürze die willkürliche Unterdrückung des einen Geschlechtes respektive die gewollte Erzeugung jedes gewünschten Geschlechtes praktisch als Unmöglichkeit erkannt werden könnte, weil es so aussieht, als ob bei der Befruchtung bereits entschieden ist, ob das homogametische oder das heterogametische Geschlecht entsteht. (*Correns* nimmt hierbei auf die Möglichkeit der Umstimmung der ererbten Tendenz während der Entwicklung nicht genügend Rücksicht nach Ansicht des Referenten.) Mit der Anschauung, daß das Geschlecht vererbt wird nach dem Schema einer Mendelschen Bastardierung, stehen die morphologischen Tatsachen in ebenso guter Übereinstimmung wie die Ergebnisse der experimentellen Morphologie. Die Genauigkeit, mit der im ganzen Organismenreiche bei der Zellteilung die Chromosomensubstanz auf beide Zellen verteilt wird und bei der Befruchtung dafür gesorgt wird, daß jedes neu entstehende Individuum gleiche Mengen dieser Substanz von Vater und Mutter erhält, weisen darauf hin, daß wir in dieser Substanz den Träger der Erbeigenschaften zu erblicken haben, während dem Protoplasma im Gegensatz zu den Kernstoffen die Ausführung und Entfaltung der in die Kernsubstanz übertragenen Ten-

denzen zufällt. Jede Zelle eines Bastardes enthält zur Hälfte mütterliche, zur Hälfte väterliche Chromosomen als einzigen Bestandteil, der von Vater und Mutter übertragen ist. Wir müssen daraus schließen, daß in diesen Chromosomen die vererbten Eigenschaften lokalisiert sein müssen, während von dem Protoplasma des Vaters so gut wie nichts bei der Befruchtung übertragen wird. Bei Bastardierungen kommt es vor, daß die Bastarde in einigen Fällen nicht das Mittel aus den Eltern darstellen, sondern bald nur nach der Mutter, bald nur nach dem Vater schlagen. In diesen Fällen zeigt die Beobachtung der Chromosomen, daß im Laufe der Zellteilungen die von einem Elter stammenden Chromosomen aus den Kernen eliminiert werden und zugrunde gehen, worauf auch die Eigenschaften des betreffenden Elter in den Nachkommen verschwinden. Die Zahl der Chromosomen ist für jede Organismenart als konstant anzusehen. Damit nun bei der Befruchtung die doppelte Zahl von Chromosomen entsteht, tritt vor der Befruchtung eine Reduktion der Zahl der Chromosomen auf die Hälfte ein. Jede befruchtungsfähige Geschlechtszelle enthält nur die Hälfte der für die Art charakteristischen Chromosomenzahl. Sämtliche für die Art charakteristischen Eigenschaften sind vollzählig in der halben Chromosomengarnitur vertreten, welche reife Eizelle und reifes Spermatozoon besitzt, denn es lassen sich vollkommene Individuen parthenogenetisch aus der unbefruchteten Eizelle und ephebogenetisch aus der Vereinigung von Spermatozoon mit kernloser Eizelle erzielen. Die Chromosomen von reifer Eizelle und reifem Spermatozoon enthalten je ein väterliches und ein mütterliches Chromosom der gleichen Qualität, welche sich vor der Reifeteilung paarweise in der sogenannten Synapsis vereinigt hatten. Bei einzelnen Tierarten, namentlich Insekten, kann man die Verschiedenheit der einzelnen Chromosomen und Chromosomenpaare unter dem Mikroskop direkt beobachten. Jedes Chromosom ist zweimal vertreten, eines stammt vom Vater, das entsprechende von der Mutter. Bei Bastardierungen erkennt man innerliche Verschiedenheit der väterlichen und mütterlichen Komponenten, indem bei den Reduktionsteilungen die Anlagen von Vater und Mutter sich spalten und die neu entstehenden Organismen entweder dem Vater oder der Mutter gleichen oder ein Mischprodukt darstellen, je nachdem sich nur väterliche oder nur mütterliche oder doppelt so häufig väterliche und mütterliche Chromosomen wieder zusammenfinden. Wenn einem bestimmten Chromosom die Eigenschaft, männliches oder weibliches Geschlecht zu vererben, zukäme, so könnte man die Geschlechtsvererbung im Verhältnis 1 : 1 erklären durch die Annahme, daß das eine Geschlecht Bastardnatur hat, also heterozygotisch ist, während das andere Geschlecht homozygotisch ist, aber lauter gleiche Chromosomenpaare besitzt. Bei Rückkreuzung eines mendelnden Bastards mit seinen Elternformen entstehen ja ebenfalls zu gleichen Teilen Individuen mit Bastardnatur und mit reiner Elternform.

Tatsächlich beobachtet man bei Wanzen Ly-

gaeus, daß die männlichen Zellen ein ungleiches Chromosomenpaar aufweisen, während die weiblichen Zellen lauter gleiche Chromosomenpaare zeigen. Das männliche Geschlecht ist also heterozygotisch bei den Wanzen, bei anderen Organismen kann es umgekehrt sein, doch ist ein Fall von Heterogametie beim Weibchen mikroskopisch noch nicht einwandfrei nachgewiesen. Selbst für so komplizierte Verhältnisse, wie sie für den Generationswechsel vorliegen, versagt die mikroskopische Beobachtung der Chromosomen nicht. Bei einer Phylloxera beobachtete man, daß bei der Bildung des einen Richtungkörpers der parthenogenetischen Männcheneier das eine Chromosom ganz im Richtungskörper ausgestoßen wird, so daß statt der weiblichen Zahl von 6 Chromosomen die für männliche Zellen charakteristische Zahl von fünf Chromosomen im Ei zurückbleibt, und so das Ei ein Männchen entwickelt. Bei Nematoden Angiostomum nigrovenosum findet ein regelmäßiger Wechsel zwischen einer getrennt geschlechtlichen freilebenden und einer zwittrigen parasitischen Generation statt. Die Weibchen der getrennt geschlechtlichen Generation besitzen 12 Chromosomen, nach der Reifeteilung 6, die Männchen 11, nach der Reifeteilung 6 und 5. Die zwittrige Generation enthält stets 12 Chromosomen, also die weibliche Zahl und erscheint auch *morphologisch* als Weibchen. Ihre Eier haben reif 6 Chromosomen, in ihren Ursamenzellen geht dagegen in der Hälfte der Zellen ein Chromosom zugrunde. Im Experiment gelingt es bei einzelnen Tieren Geschlecht und Geschlechtscharaktere zu trennen, so daß man annehmen muß, daß Geschlecht und sekundäre Geschlechtscharaktere durch eigene Faktoren in den Chromosomen bedingt sind. Auf den Menschen angewandt würde das heißen, daß Frauen mit Bärten und tiefer Stimme, und bartlose Männer mit hoher Stimme durch entsprechende Faktorenverschiebung sich eventuell würden erzeugen lassen. Bei Schmetterlingen ist es gelungen, echte Weibchen mit der Färbung und Gestalt der Männchen durch Bastardierung verschiedener Arten zu erzielen. Ein weiterer Fortschritt in der praktischen, gewollten Erzeugung eines bestimmten Geschlechtes ist von weiteren Fortschritten auf dem Gebiete der chemischen Beeinflussung der Formgestaltung, nämlich der Lehre von den Hormonen, zu erwarten.

Die heutigen Methoden des „Dryfarming“ und ihr Anwendungsgebiet.

Von Albert Bencke, München.

Den Lesern dieser Zeitschrift ist, auch wenn sie landwirtschaftlichen Betrieben vollkommen fernstehen, der Sinn des Wortes „Dryfarming“ bekannt. Bei der Bedeutung, die diese Art der Bodenkultur nicht nur für die gesamte Menschheit, sondern in Zukunft auch für unser sich ausbreitendes Kolonialreich haben wird, ist aber ein etwas eingehenderes Verständnis hierfür vielleicht auch jenen erwünscht, die niemals in die Lage kommen werden, ein Ackergerät in die Hand zu nehmen.

Das unter dem Namen „Dryfarming“ begriffene Problem läßt sich in folgende Fundamentalsätze zusammenfassen:

1. die Aufspeicherung des geringen jährlichen Regenfalles im Boden und seine Konservierung bis zu der Zeit, wo er von den Pflanzen aufgenommen werden kann;
2. die Verhinderung der Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit während der Wachstumsperiode;
3. die Regelung der Aufnahme dieser Feuchtigkeit durch die Pflanzen;
4. die Auswahl von Kulturen, die für die Bedingungen des Trockenfarmens geeignet sind;
5. die Anwendung der geeigneten Mittel zur Behandlung dieser Kulturen.

Da somit eines der Grundprinzipien des Trockenfarmens einerseits in der Aufspeicherung einer bestimmten Feuchtigkeitsmenge während der Regenzeit besteht, so ergeben sich von vornherein gewisse klimatische und geologische Forderungen, welche die Anwendbarkeit der Methode auf bestimmte Gebiete beschränken, die diesen Forderungen entsprechen. Bezüglich der Regenmenge ist weniger die absolute Höhe der Regenzeit, als vielmehr die Verteilung dieses Regens auf eine bestimmte Zeit von Wichtigkeit. Die besten Resultate haben sich bisher immer dort gezeigt, wo etwa eine Regenmenge von 25—50 cm pro Jahr sich auf ein Regenhalbjahr verteilt, dem eine ebenso lange Trockenzeit folgt.

Eine weitere aus den vorangestellten Fundamentalsätzen sich ergebende Bedingung ist das Vorhandensein eines mindestens zwei Meter tiefen, homogenen, aus feinen Teilchen bestehenden Bodens. Felsige und stark sandige Böden, die gerade in trockenen Klimaten sehr häufig sind, sind deshalb vom „Dryfarming“ ausgeschlossen.

Ferner haben Wind, Temperatur und Verdunstungsverhältnisse eine große Bedeutung, so daß starke natürliche Verdunstung auch bei größeren Regenmengen eine Gegend für das Trockenfarmen ungeeignet machen kann. Im allgemeinen ist der Boden, der an Ort und Stelle für Verwitterung gebildet ist, am besten geeignet, während Fluß- oder Seealluvionen infolge ihrer nicht homogenen Beschaffenheit wenig gute Ergebnisse liefern. In solchen Böden sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen Teilchen so groß, daß sie dem Wasser fast ungehinderten Durchgang gestatten; die Anzahl dieser Lücken ist dabei verhältnismäßig gering. Dagegen läßt sich in den homogenen „kompakten“ Böden die Anzahl dieser in diesem Falle minimalen Lücken durch geeignete Vorkehrungen sehr vermehren, so daß in diesen Böden das Kapillarwasser sich an den einzelnen kleinen Teilchen anlegt.

Diese geeigneten Vorkehrungen bestehen im tiefen Umarbeiten des trockenen Bodens vor dem Einsetzen der Regenzeit, in häufiger Überarbeit während der Wachstumsperiode, ein Umstand, durch welchen reihenweise Aussaat notwendig wird (auch wenn es sich um Luzerne usw. handelt) und endlich in der Hinzufügung organischer Substanzen, wozu am besten Gründünger verwendet wird, da anderer in den hier in Betracht kommenden Gegenden in der Regel nicht vorhanden ist. Unter Einhaltung dieser Vorbedingungen wird man in einem etwa 2,50 m tiefen Boden $\frac{3}{4}$ der jährlichen Regenmenge aufspeichern können.

Damit aber diese Wassermengen auch seinerzeit von den Pflanzen aufgenommen werden können, muß die Verdunstung für längere Zeit verhindert werden. Um eine Flüssigkeit der Verdunstung zu entziehen, bedeckt man sie. Das geschieht auch hier, nur daß die Decke hier aus einer Schicht feiner Erde, dem „mulch“ besteht, ein unübersetzbares Wort, mit dem die Amerikaner für gewöhnlich eine Holzstreu bezeichnen.

Man erhält diese lockere, körnige, aber nicht pulverförmige Schicht durch häufiges Wenden der obersten Schichten des Bodens. Vor allem muß die Krustenbildung vermieden werden, die sich immer nach starken Regenschauern einstellt, denn sie verhindert nicht nur die Absorption der späteren Regen, sondern sie begünstigt auch die Verdunstung. Je trockener der „mulch“ ist, desto besser tritt er der Verdunstung entgegen und die Sonne begünstigt dies — so paradox dies auch klingen mag —, indem sie die oberflächliche Austrocknung, also die Trocknung des „mulch“ beschleunigt. Schon nach den ersten Frühjahrsarbeiten muß der „mulch“ eine Dicke von etwa 10 cm erreicht haben.

Ebenso notwendig wie die Vorkehrungen zur Aufspeicherung der Feuchtigkeit und der Verhinderung der Verdunstung sind jene, welche die Regelung der Transpiration der Pflanze sichern sollen. Es muß nämlich verhindert werden, daß die wachsende Pflanze zu sehr transpiriert, da dies Feuchtigkeitsverlust bedeutet. Nun aber nimmt die Transpiration zu mit der Temperatur, der Windstärke, der Besonnung, der Bodenarmut, der Bewegung der Pflanze, der Vegetationsphase (Blütenbildung), den Akklimatisationsmängeln und der Wachstumsstärke. Gegen alle diese Dinge kann der Landwirt nicht ankämpfen, er kann höchstens bis zu einem gewissen Grade für Schatten sorgen und gegen Wind durch Anlage von Hecken und Baumpflanzungen schützen, besonders haben sich Heckenpflanzungen bei Anbau aller Getreidearten als sehr vorteilhaft erwiesen. Durch guten organischen (nicht mineralischen) Dünger kann die wasserzurückhaltende Kraft des Bodens um 70 % vermehrt werden. Ferner wird man in trockenen Klimaten nur gut akklimatisierte Varietäten wählen, eine aus einem feuchten Klima eingeführte Pflanze verdunstet etwa dreimal soviel Wasser als eine einheimische Varietät.

Die einzigen Kulturen, mit denen man bisher gute Erfolge erzielt hat, sind Cerealien, Getreide und Mais. Aber auch die Luzerne und die Erbse gedeihen in hinreichendem Maße, um als Gründünger gute Wirkung zu tun. Die neuesten Berichte lauten dann noch für die Kartoffel sehr günstig.

In Kürze sollen nun die erforderlichen Arbeiten und Hilfsmittel besprochen werden.

Das wichtigste dieser Hilfsmittel ist der Scheibenpflug, der gleich nach der Schneidemaschine auf den Acker gebracht wird, um den Boden umzubrechen und ihn zur Aufnahme des Regens geeignet zu machen. Diese Vorrichtung besteht aus leicht konvex gestalteten Stahlscheiben von etwa 0,40 m Durchmesser, von denen je sechs in Abständen von 0,15 m an zwei Achsen montiert sind, die im scharfen Winkel gegeneinandergestellt, am Pflugbaum befestigt sind, so daß also die einzelnen Scheiben beim Vorwärtsbewegen des Pfluges schräg zu dieser Richtung beiderseits in den Boden schneiden. Durch diese besondere Anordnung wird der Boden in dünnen Schichten gehoben und ein wenig gewendet. Nach den Untersuchungen *Ringelmanns* entspricht bei einer totalen Breite des Pfluges von 1,60 m und einer Lockerungstiefe von 0,07 m der von dem Scheibenpflug ausgeübte Zug etwa einem Gewicht von 350—570 kg, so daß also vier Zugtiere von mindestens 600 kg zur Bespannung nötig sind, die mit einer Schnelligkeit von 0,70 m pro Sekunde vorrücken und somit an Tagesleistung 20 Kilometer, also 3,10 Hektar bewältigen können.

Alle zwei Jahre muß mit diesem Pfluge im Herbst eine tiefere Aufarbeitung des Bodens auf 0,10 oder auch 0,15 m stattfinden.

Neben diesem Pfluge wird dann auch häufig die in Schottland erfundene Tiefenwalze verwendet. Dieses

Instrument besteht im wesentlichen aus einer Anzahl von 0,50 Meter hohen Rädern mit sehr schweren kantigen Felgen, durch welche der Untergrund der Furche fester zusammengepreßt werden soll, ohne jedoch die obere Schicht beziehungsweise den „mulch“ wesentlich zu verändern. Der Wert dieses Instrumentes ist indessen ein diskutabler¹⁾. Vorteilhaft, ja wohl in den meisten Fällen unentbehrlich ist aber das häufige Überarbeiten mit der Egge, mit der schweren Egge zur Zeit der Aussaat, mit der leichten Egge zur Entkrustung des Bodens nach heftigem Regen, mit der Federegge zum Umbrechen.

Die Wahl der Zeit zur Aussaat hängt von der Vollsaugung des Bodens mit seiner normalen Feuchtigkeitskapazität, somit vom Klima ab, in den Vereinigten Staaten geben die Herbstsaatens bessere Erträge als die Frühljahrsaatens. Die Saattiefe ist verschieden nach dem Klima, für feuchtere Gegenden genügen 0,05, für sehr trockene ist hingegen eine Tiefe von 0,10 m nötig. Die Aussaat geschieht reihenweise mittels Maschine, und zwar vorwiegend in Furchen. Durch die Aussaat in Furchen werden die Pflanzen vor dem Winde geschützt, außerdem bleibt der etwa fallende Schnee in den Furchen länger liegen.

Nachdem beim „Dryfarming“ ein größerer Kubikinhalt Boden pro Pflanze nötig ist, um diese zu ernähren, ist eine sehr lichte Aussaat notwendig; etwa 50–80 kg pro Hektar, also die Hälfte dessen, was wir brauchen. Die einzelnen Saatfurchen oder Saatlinsen müssen weit genug voneinander entfernt sein, um die Ackergeräte hindurchgehen zu lassen, man wird also pro Meter etwa drei Furchen ziehen, mit anderen Worten die Aussaat des Getreides und der Luzerne geschieht etwa in derselben Weise, wie wir es mit der Zuckerrübe machen. Bezüglich des Abstandes der Furchen herrschen verschiedene Methoden vor, die von der Beschaffenheit des Bodens abhängen; in Amerika wird man in der Regel drei einreihige Furchen pro Meter finden, während man im französischen Nordafrika die Aussaat häufig in Bändern von etwa 0,15 m Breite anordnet, die in Abständen von 0,80 m voneinander stehen. Die Zwischenräume zwischen den Saatreihen werden nach jedem Regen umbrochen. Die Saatreihen müssen in allen Fällen in der Richtung des herrschenden Windes angeordnet werden.

Wenn nun auch auf einem nach der Weise des „Dryfarming“ bearbeiteten Acker bedeutend weniger Ähren stehen als auf unseren normalen Äckern, so ist doch in Betracht zu ziehen, daß die so gewonnenen Körner infolge des Wachstums unter Bedingungen der Trockenheit viel wertvoller, reicher an Nährstoffen sind als das im feuchten Klima erzielte Korn. Das Getreide aus Utah, das nach Dryfarmingmethoden gebaut wird, hat allein durch seine Trockenheit einen Mehrwert von mindestens zwei Prozent, es ist außerdem zweimal reicher an Kleber. Diesen harten Getreiden wird eben in den heißen Klimaten bedeutend mehr Stickstoff zugeführt, und sie erreichen in verhältnismäßig kurzer Zeit ihre Reife, worunter allerdings häufig das Wachstum leidet.

Das Stroh, das keinen Wert hat, wird auf dem Felde gelassen, es bildet nach dem Umbrechen sofort Humus. Die großen Ährnschneidemaschinen dreschen sofort das Korn aus, dessen Spreu dann gleich dem Acker wieder einverleibt wird; etwa 15 Pferde sind zum Fortziehen dieser mächtigen Maschinen notwendig. Da das „Dryfarming“ nur dort gute Erträge liefert, wo diese großen

Maschinen mit Vorteil angewendet werden können, so ist es auf große zusammenhängende Ackerflächen beschränkt; dort kann ein auf dem bequemen Sitz der Maschine befindlicher Arbeiter eine große Strecke pro Tag bearbeiten; vorzugsweise werden zum Antrieb immer noch Pferde verwendet, da sich der Motor für Ackerbauzwecke immer noch nicht recht ökonomisch bewährt hat.

Mit Hilfe der mächtigen Maschinen kann ein einzelner Mann etwa 60 Hektar Boden nach der „Dryfarming“-Methode bearbeiten, und dabei kann er die Arbeit, bequem auf seinem Sitze verharrend, gewissermaßen in Handschuhen verrichten.

Um das Vorstehende kurz zusammenzufassen, seien die vorzunehmenden Arbeiten in ihrer Reihenfolge zusammengestellt; sie bestehen:

1. Im Umbrechen im Frühjahr bis auf 0,20 m Tiefe mit gleichzeitiger Auflockerung und Glättung der obersten Schicht,
2. im Aufbrechen der nach jedem Regen gebildeten Kruste,
3. im einjährigen Brachliegenlassen, wobei jedoch alle zur Aufnahme des Wassers notwendigen Arbeiten am Boden vorzunehmen sind,
4. in der reihenweisen Aussaat geeigneter Arten und im Umbrechen der Zwischenräume zwischen den Reihen zwecks Verringerung der Verdunstung,
5. in der Zerstörung jedes Nebentriebes gleich nach seinem Erscheinen.

Bedingung für einen guten Ertrag des „Dryfarming“ ist:

1. Ein geeignetes Klima, in welchem eine jährliche Regenmenge von 25–50 cm Höhe fällt, wo die Frühlings- und Sommerregen selten, die Verdunstung eine starke, aber die Winde wenig heftig sind, und ein geeigneter homogener Boden (weder steinig, noch sandig) von etwa 2,50 m Tiefe vorhanden ist,
2. die Bearbeitung großer Parzellen von insgesamt mindestens 140 Hektar,
3. die Anwendung großer Maschinen, besonders des Scheibenpfluges und der Reihensäemaschine,
4. das Vorhandensein einer genügenden Anzahl von Pferden.

Alexander von Humboldts „Kosmos“.

Seine Entstehung und seine Bedeutung für die Gegenwart.

Von Erich Metze, Zürich.

„Er gleicht einem Brunnen mit vielen Röhren, wo man überall nur Gefäße unterzuhalten braucht, und wo es uns immer erquicklich und unerschöpflich entgegenströmt.“

Goethe über A. v. Humboldt.

Alexander v. Humboldts *Kosmos* ist der letzte großartige Versuch, das gesamte naturwissenschaftliche Tatsachenmaterial seiner Zeit zu monumentaler Schauausstellung zu vereinigen. Woher Humboldt die Anregung hierzu erhielt, ob es die Beschäftigung mit den Schriften der antiken Naturphilosophen oder ob es der geistvolle Verkehr mit dem Weimarer Dichterkreis war, ist nicht bekannt. Humboldt selbst erzählt nur in der Vorrede zum *Kosmos*, ihm habe das Bild seines Werkes „fast ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele geschwebt“, und ein noch erhaltener Brief Humboldts vom

¹⁾ Siehe auch: *Gustav Fischer*, Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft, Halle a. S., 1911.

Jahre 1796 an den Genfer Physiker *M. A. Pictet* bestätigt diese Angabe. „Je conçus l'idée d'une physique du monde“, schreibt dort der junge Forscher seinem Schweizer Kollegen. Es sollten indes noch mehrere Jahrzehnte vergehen, bevor der Plan dieser Weltphysik zur Ausführung kommen konnte. Zunächst waren es physiologische und chemische Arbeiten, sodann die fünfjährige amerikanische Reise und deren wissenschaftliche Ausbeutung, die die ganze Arbeitskraft eines Mannes in Anspruch nahmen. Erst das Jahr 1827 brachte das alte Vorhaben seiner Verwirklichung näher. Als nämlich *Humboldt* nach Aufzehrung seines beträchtlichen Vermögens gezwungen war, von Paris nach dem damals noch recht kleinstädtischen Berlin überzusiedeln, verdroß ihn namentlich das überaus geringe Interesse, was man daselbst für wissenschaftliche und insbesondere naturwissenschaftliche Dinge besaß. Theater und Konzerte erfüllten ganz den Gesichtskreis der Gebildeten und ließen alles andere zurücktreten. Daneben herrschte an der eben erst gegründeten Universität die Hegelsche Philosophie in autokratischster Weise, und ähnlich wie in der Stadt der „überklugen Leute“ war es im übrigen Deutschland, so daß man ein Zurückgehen der Wissenschaften in unserem Vaterlande ernstlich befürchten mußte. Da hieß es unverzüglich Wandel schaffen, und keiner war für dieses schwierige Amt geeigneter als *Alexander v. Humboldt*. Vermöge seines Weltrufes als Forscher, der Universalität und Gedicgenheit seines Wissens war er hierzu wie geschaffen. Es galt zu zeigen, daß es doch noch ernstere und wichtigere Dinge gab als Romantik und Weltschmerzfaschaden; noch notwendiger aber war es, aus autoritativem Munde zu verkünden, daß die deutsche Naturwissenschaft nicht gesonnen sei, sich auf die Dauer von aufgeblasenen Ignoranten beiseite drängen zu lassen, und daß an die Stelle metaphysischer Phrasen nunmehr wieder ernstes, unverdrossenes Erforschen der Tatsachen zu treten habe. *Humboldt* war gewiß der letzte, der all und jede Philosophie als unfruchtbar ablehnte, und er hat das auch mehr als einmal ausgesprochen, aber andererseits war er sich doch von Jugend auf vollkommen klar darüber, „daß ohne den ernsten Hang nach der Kenntnis des Einzelnen alle große und allgemeine Weltanschauung nur ein Luftgebilde sein könne“. Der naturphilosophische Unfug war nachgerade unerträglich geworden, so daß *Humboldts* in der Folge ausgesprochene Worte von dem „jugendlichen Mißbrauch edler Kräfte“, dem „Schematismus, enger, als ihn je das Mittelalter der Menschheit angezwängt“, eher zu milde erscheinen. Man beschaue sich einmal die Blütenlese, die *Schleiden* in seiner Schrift „*Schellings* und *Hegels* Verhältnis zur Naturwissenschaft“ (Leipzig, 1844) zusammengestellt hat, und man kann angesichts solcher Kabbalistik, die den Anspruch auf ernste Wissenschaft erhob, den Zorn verstehen, der sich jedes echten Forschers bemächtigen mußte.

Es ist eine alte Erfahrung, daß, wer die Jugend hat, auch die Zukunft besitzt, und *Humboldt* wandte sich darum zunächst an die „Kappen und

Mützen“, an die Berliner Studenten. Er kündigte für das Wintersemester 1827/28 ein öffentliches Kolleg über physische Erdkunde an, das sich sofort eines überaus regen Zuspruches erfreute. „Eine ganz besondere Zierde hat“, so berichtet die *Spencersche Zeitung* vom 8. Dezember 1827, „die Universität durch den Beitritt des Herrn Dr. *Alexander v. Humboldt* erhalten, der in seiner Befugnis als Mitglied der Königlichen Akademie der Wissenschaften Vorlesungen über physische Erd- und Weltbeschreibung ankündigte, dieselben am 3. November vor der größtmöglichen Zahl von Zuhörern eröffnete und unter stets steigender Begeisterung derselben eifrig fortsetzte. Die ruhige Klarheit, mit welcher er die in allen Fächern der Naturwissenschaften von ihm und anderen entdeckten Wahrheiten umfaßte und zu einer Gesamtanschauung brachte, verbreitete in seinem Vortrage ein so helles Licht über das unermessliche Gebiet des Naturstudiums, daß seine Methode mit diesem Vortrage eine neue Epoche ihrer Geschichte datiert.“ Der Andrang wurde schließlich derartig, daß sich *Humboldt* zu einer Wiederholung entschloß, die diesmal aber in der Singakademie, und zwar in erster Linie für Nichtakademiker stattfand. Die Zahl der Besucher war auch hier unverhältnismäßig groß, alles, was Berlin an geistigen Größen aufzuweisen hatte, war erschienen, sogar aus der Ferne kamen Leute, um den gefeierten Redner hören zu können. „Die Würde und Anmut des Vortrags“, läßt sich die *Vossische Zeitung* vernehmen, „vereinigt mit dem Anziehenden des Gegenstandes und der ausgebreiteten, tiefen Gelehrsamkeit des Lehrers, die immer aus dem Vollen zu schöpfen vermag, dieser so seltene Zusammenfluß aller für die mündliche Belehrung ersprißlichen Eigenschaften fesselten die Zuhörer mit unwiderstehlicher, anhaltender Kraft.“

Der Erfolg war denn auch ein gewaltiger. „Alexander ist wirklich eine ‚Puissance‘ und hat durch seine Vorlesungen eine neue Art des Ruhmes erworben“, schreibt der Bruder stolz an *Goethe*, und in der Tat, *Alexander v. Humboldts* Vorlesungen haben Epoche gemacht. Sie sind ein Markstein in der Geschichte der Pädagogik unseres Volkes geworden. Daß der Naturwissenschaft ein bedeutender Anteil in der allgemeinen Volksbildung gebühre, wurde damals zuerst Gedankengut weiterer Kreise, und wenn wir heutzutage über eine so blühende populärwissenschaftliche Literatur verfügen, so verdanken wir das nicht zum wenigsten eben jenen Vorlesungen, aus denen nachmals der *Kosmos* hervorging. Der alte Freiherr *Johann Georg v. Cotta*, der Verleger unserer großen Klassiker, machte nämlich *Humboldt* den Vorschlag, seine Vorlesungen durch einen geübten Schnellschreiber aufzeichnen und das so gewonnene Manuskript dann drucken zu lassen. Trotz eines nicht unbedeutlichen Honorars lehnte *Humboldt* ab. Persönliche Interessen kamen ja bei ihm immer zuletzt, und er wußte nur zu gut, daß das gesprochene Wort sich auf dem Papier immer anders ausnimmt, als im Hörsaal. Statt dessen erbot er sich, ein vollkommen neues Werk zu schreiben, das

„die ganze materielle Welt, alles, was wir heute von den Erscheinungen der Himmelsräume und des Erdenlebens, von den Nebelsternen bis zur Geographie der Moose auf den Granitfelsen wissen“, darstellen und „das zugleich in lebendiger Sprache anregen und das Gemüt ergötzen“ sollte. Es war eine Riesenarbeit, die *Humboldt* nunmehr begann (Herbst 1834), und ihr hat er die letzten fünfundzwanzig Jahre seines Lebens gewidmet. Als Titel wählte er nach längerem Schwanken das aus dem Griechischen stammende Wort für Weltall „*Kosmos*“, denn dieses umfasse „mit einem Schlagworte: Himmel und Erde“. Ursprünglich auf zwei Bände berechnet, schwoll das Werk schließlich auf fünf an. Die ersten beiden Bände enthalten die Prolegomenen. Hier finden sich die „Einleitenden Betrachtungen über die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses und eine wissenschaftliche Ergründung der Weltgesetze“. An diese reiht sich ein kurzer Abschnitt über „Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung“, dem dann das „Naturgemälde“ als eine „Allgemeine Übersicht der Erscheinungen“ folgt. Das ist der Inhalt des ersten (1845 erschienen) Bandes. Im zweiten (1847) findet sich unter dem vielleicht nicht besonders glücklich gewählten Titel „Anregungsmittel zum Naturstudium“ ein längerer Aufsatz über die Beziehungen zwischen Naturstudium und den dazu anregenden Künsten Dichtung, Malerei, Gärtnerei usw. Daran schließt sich die wundervolle, überaus lesenswerte „Geschichte der physischen Weltanschauung“. Die nunmehr folgenden Bände enthalten eine erweiterte detaillierte Ausführung des schon erwähnten „Naturgemäldes“ in astronomischer (Bd. 3, 1850), erdphysikalischer und geologischer (Bd. 4, 1858) Hinsicht. Der fünfte Band (1862), der das Werk beschließen sollte, blieb Torso, er enthält eine geologische Fortsetzung sowie ein von *Humboldts* Mitarbeiter Prof. *Ed. Buschmann* verfaßtes Gesamtregister. Wir haben in großen Zügen die Entstehungsgeschichte des *Kosmos* skizziert und kommen nun zur Erörterung der Frage nach seiner Bedeutung für die Gegenwart. Empfiehlt man einem jüngeren Naturforscher unserer Tage das *Humboldtsche* Werk, so erhält man fast immer die Antwort: *Humboldts Kosmos*? Nun ja. Es mag ja ein sehr schönes Buch sein, aber es ist doch ganz veraltet. Bei aller Hochachtung vor seinem Verfasser, hat es doch Mängel, die sein Vergessen werden durchaus berechtigen. Zunächst einmal ist *Humboldts* Betrachtungsweise eine vorwiegend ästhetische, die sich mit dem nüchternen Streben des modernen Forschers nach kausaler Erkenntnis nicht recht vereinigen läßt. *Humboldt* beschrieb, nannte er doch sein Werk den „Entwurf einer physischen Weltbeschreibung“, wir aber suchen die Natur zu erklären, darin liegt der große Unterschied zwischen ihm und uns. Und dann vergesse man doch nicht, daß *Humboldt* von den wichtigsten Ergebnissen der heutigen Naturwissenschaft, wie Spektralanalyse, Deszendenztheorie, Radiumstrahlen usw., noch nichts wußte und wissen konnte. Will man seinem Werk durchaus einen dauernden

Wert beimessen, so könnte dies nur ein historischer sein

Trifft dieses Urteil zu, oder ist auch hier, wie so oft in der Wertschätzung eines Geistesheroen, Wahres mit Falschem gepaart? Zweifellos ist dem *Kosmos* ein ästhetischer Grundzug eigen. Das Buch ist, obwohl viel später verfaßt, eben ein Kind des achtzehnten Jahrhunderts und kann den Geist jener schönheitstrunkenen Zeit nicht verleugnen. Darin aber, wie so oft geschehen, einen Mangel oder gar einen Fehler erblicken zu wollen, hieße doch weit übers Ziel hinausschießen. *Humboldt* war ein viel zu großer Meister wissenschaftlicher Methodik, um sich von schädlicher Sentimentalität hinreißen zu lassen. In diesem Gefühl schrieb er¹ darum auch einmal an *Varnhagen*: „Dem Oratorischen muß das einfach und wissenschaftlich Beschreibende immerfort gemischt sein. So ist die Natur selbst. Die funkelnden Sterne erfreuen und begeistern, und doch kreist am Himmelsgewölbe alles in mathematischen Figuren.“ Der *Kosmos* sollte eben in erster Linie keine Fachschrift für Gelehrte, sondern ein Volksbuch für gebildete Laien sein und hatte nicht nur wissenschaftliche Belehrung, sondern auch künstlerischen Genuß zu bieten. Und darin hat er epochemachend gewirkt, denn mit ihm entstand erst eine wahrhaft populärwissenschaftliche Literatur, und alle die glänzenden Erscheinungen späterer Tage auf diesem Gebiete, wie *Helmholtz*’ „Vorträge und Reden“ oder *Haeckels* „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ sind mehr oder weniger bewußte Nachbildungen. Dieses Verdienst *Humboldts* um die allgemeine Volksbildung im höheren Sinne kann gar nicht genug hervorgehoben werden, und schon deshalb verdient der *Kosmos* einen Ehrenplatz auf dem Bücherbrett jedes Vorwärtstrebenden. — Wenn nun weiterhin behauptet wird, daß sich die wissenschaftliche Methodik *Humboldts* von der heutigen prinzipiell unterscheide, so liegt dem eine grobe Selbsttäuschung zugrunde. Denn einen wirklichen Unterschied zwischen Weltbeschreibung und Welterklärung gibt es für uns nicht. Wie *Gustav Kirchhoff* in seinen „Vorlesungen über mathematische Physik“ treffend bemerkt, ist es die Aufgabe der Mechanik (und damit aller Naturwissenschaft), „alle in der Natur vor sich gehenden Vorgänge vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben.“ Ob ich die Bahn eines Planeten berechne, oder ob ich die Entwicklungsgeschichte einer Farnart oder Ascidie festzustellen suche, ist im Wesen dasselbe. Überall handelt es sich nur um mehr oder minder genaue Beschreibungen. Auch die Deszendenztheorie bringt uns nicht weiter. *Darwin* hat es uns nur (das unsterbliche Verdienst des genialen Mannes bleibt natürlich darum groß genug) durch seine Selektionstheorie möglich gemacht, einen Einblick in den Kausalnexus der Artentstehung zu tun, und indem wir diesen Kausalnexus beschreiben (angenommen, es sei uns das schon heute möglich), gelangen wir auf die höchste uns erreichbare Stufe der Erkenntnis. Aber erklären (d. h. den „zureichenden Grund“ einer Erscheinung verstehen lehren) können wir darum nichts. Wir können nur die Bedingungen

feststellen, unter denen diese oder jene Naturerscheinung zustande kommt. Dann sind wir aber auch am Ende unseres Witzes. Selbst ein so erhabener Geist im Besitz der Weltformel, wie ihn sich *Laplace* und *E. du Bois-Reymond* vorstellten, käme niemals über bloßes Beschreiben hinaus. Wäre dieses Beschreiben auch ein ideal genaues, so ist es doch kein Erklären.

Gewiß, es muß, um auf unseren Gegenstand zurückzukommen, zugegeben werden, daß *Humboldt* statt zum mechanischen Beschreiben (im Sinne der theoretischen Physik) fortzuschreiten, beim graphischen (beispielsweise in der Biologie üblichen) stehen blieb und somit den höchsten Gipfel aller theoretischen Naturwissenschaft nicht erreichte. Allein, dem läßt sich entgegenhalten, daß einmal der *Kosmos* gar nicht die Absicht hatte, etwa mit den „*Principia mathematica*“ *Newtons* oder mit *Laplaces* „*Mécanique céleste*“ zu konkurrieren (er sollte ja ein Volksbuch sein), und daß fernerhin eine große Reihe der darin zu behandelnden Probleme einer mathematischen Behandlung unzugänglich waren (und auch heute noch sind).

Man wird mir vielleicht ferner entgegen, daß auch *Humboldt* selbst einen Unterschied zwischen Weltbeschreibung und Welterklärung machte. Aber er versteht unter Weltbeschreiben das „Auffinden von empirischen Gesetzen“, und mit diesem müssen wir uns auch heute noch in vielen (beziehungsweise in den allermeisten) Fällen begnügen. Was sind, um nur ein Beispiel anzuführen, die sogenannten Mendelschen Gesetze anderes als empirische Regeln? Und nicht nur in der Biologie ist es so, auch Physik und Chemie bieten uns Erscheinungen, die vorläufig jeder mathematischen Behandlung spotten. Und wenn wir näher zusehen, bemerken wir, daß *Humboldt* den erwähnten Unterschied auch nur aus praktischen Gründen machte, denn er bezeichnet „das Erspähen des Kausalzusammenhanges“ als „das höchste, seltener erreichte Ziel aller Naturforschung“. Daß *Humboldt* also selbst letzten Endes Welterklärung mit Weltbeschreibung für identisch betrachtete, beweisen seine eigenen Worte: „In vielen Gruppen der Erscheinungen müssen wir uns freilich noch mit dem Auffinden von empirischen Gesetzen begnügen; aber das höchste, seltener erreichte Ziel aller Naturforschung ist das Erspähen des Kausalzusammenhanges selbst. Die befriedigendste Deutlichkeit und Evidenz herrschen da, wo es möglich wird, das Gesetzliche auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückzuführen. Die physische Weltbeschreibung ist nur in einzelnen Teilen eine Welterklärung. Beide Ausdrücke sind noch nicht als identisch zu betrachten.“ (*Kosmos*. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Bd. 3, S. 10. Stuttgart und Tübingen, 1850.) Das trifft Wort für Wort auch für die heutige Wissenschaft zu, und wenn man also *Humboldts* Methodik als prinzipiell veraltet ansehen wollte, so müßte man das dann konsequenterweise auch von der heutigen sagen.

Am berechtigtesten erscheint mir der letzte Einwand. Die Naturwissenschaften haben während der letzten fünfzig Jahre überaus wichtige Fortschritte

gemacht, die nicht nur in der Gewinnung von neuen Tatsachen, sondern auch in der Aufstellung neuer Theorien gipfelten. Es sei nur an *Darwin* und *Bunsen-Kirchhoff* erinnert. In dieser Hinsicht mag der *Kosmos* bis zu einem gewissen Grade in ganzen Teilen veraltet sein, aber auch so erregt er nicht nur unser historisches Interesse. Man schlage unbefangen (!) einen Band dieses einzigartigen Werkes auf, und man wird darin mit Vergnügen lesen müssen. Die Art und Weise der Darstellung, die Fülle des Stoffes, der wissenschaftliche Ernst, die musterhafte Genauigkeit, die uns in jeder Zeile entgegentreten, bieten dem Leser einen wahren Genuß. Da gibt es keine Dogmatik, die so häufig nichts anderes als ein Ausdruck der Autoreneitelkeit ist, da wird überall die Relativität unseres Wissens betont, ohne darum die Freude am Erreichten zu trüben. Man glaubt unwillkürlich, man habe nicht ein Buch vor sich, dessen Verfasser längst der Rasen deckt, sondern ein Werk, das erst kürzlich die Presse verließ. So modern mutet es uns an, und in dieser Wirkung auf uns Nachgeborene liegt vielleicht sein größter Wert, und sie ist es, die *A. v. Humboldt* unter die Klassiker unseres Volkes reiht. „Veralten kann der *Kosmos* nur in dem Sinne“, schrieb einmal *Wilhelm Foerster*, der greise Astronom und unerschrockene Kämpfer für Freiheit und Fortschritt, „daß . . . zu den dargestellten Erscheinungen Neues und Wesentliches durch weitere Entdeckungen hinzukommt. Vor Wirkungen dieser Art ist keine menschliche Gestaltung sicher . . . Da aber der *Kosmos* auch in diesen Teilen seines Inhalts mit hoher Unbefangenheit und Umsicht verfaßt ist, und fast überall die Entwicklungsfähigkeit der vorgebrachten Lehrmeinungen und die Bedürftigkeit der dargestellten Wahrnehmungen und Tatsachen nach weiterer Vervollständigung und Befähigung betont, so wird er im moralischen Sinne niemals veralten und stets eine unschätzbare Fundgrube für die Beurteilung des Zustandes der Naturerkenntnis um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts bleiben.“

Alexander v. Humboldts Name wird weithin mit Achtung genannt; sein *Kosmos* aber von den wenigsten gelesen. Das ist im höchsten Grade bedauerlich, schrieb er doch nicht nur für seine Zeitgenossen, sondern auch für die Nachwelt, und verdient dieselbe Beachtung wie *Goethe* oder *Schiller*, die jeder gelesen haben muß, der auf Bildung Anspruch erhebt. Die Worte, die einst der junge *Lessing* seinen „Sinngedichten“ vorandruckte, sie gelten auch für *Alexander v. Humboldt*:

„Wer wird nicht einen *Klopstock* loben?
Doch wird ihn jeder lesen? — Nein.
Wir wollen weniger erheben,
Und fleißiger gelesen sein.“

Literatur.

Siegmund Günther, Alexander v. Humboldt. Berlin, 1900.
A. v. Humboldt, *Kosmos*. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Stuttgart, 1845—62.

Zuschriften an die Herausgeber.

Über die Absorption in Natrium-Flammen.

Vorläufige Mitteilung.

Die Helmholtz-Drudesche Dispersionstheorie trägt bekanntlich der Absorption durch Einführung eines Reibungsgliedes Rechnung, das der Geschwindigkeit des resonierenden Elektrons proportional ist und eine Dämpfung der Schwingungen desselben bewirkt. Die mathematische Durchführung dieser Hypothese zeigt¹⁾, daß der sogenannte Extinktionskoeffizient sich in der unmittelbaren Umgebung eines einzelnen, nicht zu starken Absorptionsstreifens in folgender Weise mit der Wellenlänge λ ändert:

$$nk = \frac{\rho \nu'}{2n_0\nu_0(4\mu^2 + \nu'^2)}.$$

Hierin bedeutet ρ eine der Zahl der an der Absorption beteiligten Resonatoren proportionale Größe, ν_0 die Eigenfrequenz derselben ($\nu_0 = \frac{2\pi c}{\lambda_0}$), μ den Abstand des betrachteten Punktes von ν_0 , gemessen in den gleichen Einheiten ($\mu = 2\pi c \frac{d\lambda}{\lambda^2}$), n_0 den Brechungsquotienten, der ohne diese Resonatoren an der betreffenden Stelle herrschen würde und ν' die „Dämpfungskonstante“, d. h. den durch die Resonatorenmasse dividierten Faktor des obengenannten Reibungsgliedes. Eine wirkliche Reibung ist jedoch der eigentlichen Elektromagnettheorie fremd; aber sowohl die Plancksche „Strahlungsdämpfung“²⁾, die auf dem Energieverlust der mit-schwingenden Teilchen durch Ausstrahlung beruht, führt im Falle eines isolierten, nicht zu starken Absorptionsstreifens — wie ihn die Absorptionslinien der Metaldämpfe in Flammen häufig darbieten — auf eine im wesentlichen mit der obigen Gleichung übereinstimmende Frequenzabhängigkeit des Extinktionskoeffizienten, als auch die von Lorentz ausgearbeitete Theorie, die an Stelle einer Reibung die gaskinetischen Zusammenstöße und die dadurch bewirkte Störung der regelmäßigen Schwingungen der Resonatoren berücksichtigt. Diese drei Theorien unterscheiden sich nur quantitativ durch die Größe jener „Dämpfungskonstante“ ν' . Wir möchten hier von einer neuen Bestimmung dieser Konstanten für den in der Bunsenflamme leuchtenden Natriumdampf berichten, die sich sowohl in der Methode als im Resultat wesentlich von den bisherigen unterscheidet. Sie beruht auf der Messung der absoluten in den Natriumlinien emittierten Energie, im Vergleich zu der von einem schwarzen Körper gleicher Temperatur zwischen λ und $\lambda + 1$ (gemessen in Ångströmeinheiten) ausgestrahlten Energie, beziehungsweise des „Absorptionsvermögens“, das nach dem Kirchhoffschen Gesetz der emittierten Energie gleich ist. Die Methode hat also die Gültigkeit dieses Gesetzes im Falle der Natriumflamme zur Voraussetzung, an der nach neueren Untersuchungen³⁾ nicht zu zweifeln ist. Wir haben jenes Absorptionsvermögen bestimmt, indem wir auf photographisch-photometrischem Wege maßen, wieviel Energie die Natriumlinien von dem spektral zerlegten Licht einer Bogenlampe bei relativ breitem Spektroskopspalt durchlassen, wobei sich also die Wirkungen der einzelnen Teile der Linien in wohlkontrollierbarer Weise überlagern. Die Größe der so gemessenen „Gesamtabsorption“ hängt

im wesentlichen nur von dem Produkte $\rho \cdot \nu'$ ab, wie kürzlich Herr Reiche und ich gezeigt haben¹⁾. Zur Kenntnis von ν' ist also die gleichzeitige Messung von ρ , d. h. der „wirksamen“ Dampfdichte, nötig, die ohne weiteres mit Hilfe der magnetischen Drehung der Polarisationssebene auf Grund der von Voigt²⁾ entwickelten Theorie auszuführen ist. Voraussetzung für das Gelingen dieser Versuche ist nur ein stundenlanges Konstanthalten der Flammen in bezug auf Helligkeit $\pm 2-3\%$ und Temperatur ($\pm 5-10^\circ$).

Unsere auf diese Weise erhaltenen Resultate müssen allerdings noch als vorläufige betrachtet werden, da das zur spektralen Zerlegung angewandte Plangitter, von Rutherford geteilt, ein wenig vollkommenes Instrument ist. Da wir aber vorläufig kein anderes Gitter erhalten können, haben wir uns zur Veröffentlichung der bisherigen Ergebnisse entschließen müssen, deren Größenordnung wir jedenfalls für richtig halten. Die unter verschiedenen Bedingungen ausgeführten Versuche lieferten bei einer mittleren Temperatur des Natriumdampfes von 2090° absolut und bei Werten von ρ zwischen 6 und 24×10^{22} (d. h. die Resonatorenzahl N pro ccm lag zwischen $1,9$ und $7,6 \cdot 10^{13}$) für die Konstante ν' Zahlen zwischen $3,3$ und $5,7 \cdot 10^9$, im Mittel für die D_2 -Linie $5 \cdot 10^9$ und für die D_1 -Linie $4,7 \cdot 10^9$, also innerhalb der Beobachtungsfehler übereinstimmend. Der aus der Planckschen Theorie zu berechnende Wert der Strahlungsdämpfung ist für dieselbe Konstante $6,2 \cdot 10^7$, und aus der Lorentzschen Vorstellung der Zusammenstöße würde $\nu' = \frac{2}{\tau} = 5 \cdot 10^9$ bzw. $9 \cdot 10^9$ folgen, je nachdem man die „Wirkungssphäre“ ohne die bzw. mit der Reinganumschen Temperaturkorrektur berechnet. (τ bedeutet hierbei die mittlere Zeit zwischen zwei gaskinetischen Zusammenstößen.) Unser Wert stimmt also mit dem der Lorentzschen Theorie nahe überein; ob die Dämpfung der Schwingungen aber tatsächlich durch diese Zusammenstöße und die dadurch bewirkte Übertragung der Schwingungsenergie auf Bewegungsenergie, d. h. Umformung der in Resonanz versetzenden Strahlungsenergie in „Wärme“, vollständig erklärt werden kann, müssen weitere Versuche, besonders an anderen Spektrallinien und bei variierter Temperatur entscheiden. Die von anderer Seite bisher gefundenen Werte von ν' schwankten zwischen $5 \cdot 10^{10}$ und $4 \cdot 10^{11}$, waren also so groß, daß die Lorentzsche Vorstellung widerlegt schien. Der Hauptvorteil der neuen Methode liegt unserer Ansicht nach in der Benutzung des breiten Spektroskopspaltes bei Messung der Absorption, der den i. a. sehr störenden Einfluß der Beugung an den Spaltändern stark verringert.

Breslau, den 1. September 1913.

R. Ladenburg u. H. Senftleben.

Besprechungen.

Der Jahresbericht der Smithsonian Institution in Washington für das Jahr 1911 ist ein Band von 700 Seiten, die ersten 100 enthalten den eigentlichen Bericht der Abteilungsvorsteher, die andern 600 Seiten etwa 40 Aufsätze, die den verschiedensten Gegenständen aus allen Zweigen der Naturwissenschaften, der reinen wie der angewandten, gewidmet sind. Dieser 600 Seiten um-

¹⁾ Vergleiche z. B. W. Voigt, Magneto- und Elektrooptik, Leipzig, 1908, p. 114 ff.

²⁾ Siehe z. B. M. Planck, Strahlungstheorie. 2. Auflage. Leipzig, 1913.

³⁾ Vergleiche die demnächst erscheinende Breslauer Dissertation von Frl. H. Kohn.

¹⁾ C. R. t. 157, p. 279, 1913.

²⁾ A. a. O.

fassende *General Appendix* dient genau dem Zwecke, für den das Institut selber gegründet worden ist, der „Mehring und der Ausbreitung des Wissens unter den Menschen“.

Die Smithsonian Institution hat seit mehr als 60 Jahren einen mächtigen Einfluß auf die Entwicklung der Wissenschaft in den Vereinigten Staaten ausgeübt, und angesichts der in den letzten Jahren erfolgten Gründung der Institute der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft hat sie ganz besonderen Anspruch auf unser Interesse.

Das Institut wurde durch eine Kongreßakte im Jahre 1846 den Bestimmungen des Testamentes von *James Smithson* gemäß gegründet, der im Jahre 1826 den Vereinigten Staaten sein Vermögen hinterlassen hatte *for the increase and diffusion of knowledge among men*. Aus den Zinsen des Legates wurde das Smithsonian Building errichtet auf einem Grundstück, das die Vereinigten Staaten zur Verfügung stellten. Mit den aus ihm herausgewachsenen und zu ihm gehörigen Instituten, dem Nationalmuseum, dem Bureau für amerikanische Ethnologie, dem Zoologischen Garten, dem astrophysikalischen Observatorium, dem Bureau des internationalen Kataloges für wissenschaftliche Literatur, seiner Bibliothek, seinen Veröffentlichungen und seinem internationalen Austauschbetriebe dient das Institut tatsächlich international der gesamten Naturwissenschaft, der biologischen wie der physikalischen, aber auch der Anthropologie und der Archäologie. Die statutenmäßigen Mitglieder sind der jeweilige Präsident der Vereinigten Staaten, der Vizepräsident, der Präsident des höchsten Gerichtshofes und die verschiedenen Staatssekretäre (der Finanzen, des Krieges, der Flotte usw.). Der Jahresbericht wird an das Kuratorium erstattet (Board of Regents), dessen Mitglieder der Vizepräsident und der Präsident des obersten Gerichtshofes der Vereinigten Staaten ex officio sind, ferner drei Mitglieder des Senats, drei Mitglieder des Repräsentantenhauses und sechs Bürger, „von denen zwei in Washington wohnen sollen, und die andern vier Einwohner irgendeines Staates, aber nicht zwei davon desselben Staates, sein sollen“. Verantwortlicher Leiter des Instituts ist der Sekretär (*Charles D. Walcott*), der der ausführende Beamte des Kuratoriums ist.

Der permanente Fonds des Institutes beträgt ungefähr eine Million Dollar, von denen weit über eine halbe Million aus dem Smithsonschen Legat und über eine viertel Million aus einer Schenkung von *Thomas G. Hodgkins* aus den Jahren 1891 und 1894 stammen. Das Vermögen des Institutes wird von dem Schatzamt der Vereinigten Staaten mit 6 % verzinst. Während des Berichtsjahres 1911 betrug das Einkommen des Institutes 83 435,30 Dollar. Es setzte sich zusammen aus 58 375,12 Dollar Zinsen des permanenten Fonds, 14 518,43 Dollar aus Beiträgen für besondere Zwecke und 10 541,75 Dollar aus diversen kleinen Quellen. Mit dem Vortrag von 35 364,88 Dollar aus dem Jahre 1910 betrugen die gesamten dem Institut während des Berichtsjahres 1911 zur Verfügung stehenden Mittel 118 800,18 Dollar. Davon hat das Institut in dem Berichtsjahre 86 374,52 Dollar verbraucht, so daß es in das Berichtsjahr 1912 noch mit einem Überschuß von 32 425,66 Dollar hineinget.

Freunde des Instituts haben in großzügigster Weise Stiftungen gemacht, z. B. um Forschungsreisen auszurüsten, wie im Falle der afrikanischen Expedition und neuerdings der Expedition zur biologischen Untersuchung der Panamakanalzone. Der Referent schreibt: „Besonders zu gedenken ist des Motivs, das *George W. Poore* in Lowell, Mass., der am 17. Dezember 1910 gestorben ist, veranlaßt hat, der Smithsonian Institution ein Legat auszusetzen. Durch das Testament werden

40 000 Dollar vermacht unter der Bedingung, daß die Zinsen daraus zum Kapital geschlagen werden, bis es 250 000 Dollar beträgt, und daß dann die Zinsen daraus nur für die Zwecke verwendet werden, für die das Institut gegründet worden ist. Die Testamentsverfügung schließt mit den Worten: „Ich setze dieses Legat aus, nicht so sehr wegen seines Betrages, als weil ich andere Amerikaner dazu anzuspornen hoffe, eine so weise und wohlthätige Einrichtung zu unterstützen und zu fördern, die, wie ich glaube, die Smithsonian Institution ist, und die doch von amerikanischen Bürgern vernachlässigt und übersehen worden ist.“

Aus den Berichten der Abteilungsvorsteher geht die ungeheure Vielseitigkeit der Interessen hervor, denen das Institut dient. Der Bericht über das National-Museum spricht von einem gewaltigen Zuwachs an Tieren, Pflanzen, geologischen, paläontologischen und anthropologischen Objekten, von Gemälden, die der National Gallery of Art überwiesen wurden, dazu von Kunstgegenständen und anthropologischen Objekten, die dem Museum als Leihgaben überwiesen wurden. Für die Zugänge des letzten Jahres besonders wichtig war eine Untersuchung in Argentinien, die im Auftrage des Instituts von dem Anthropologen Dr. *Hrdlicka* zusammen mit dem Geologen Dr. *Wallis* unternommen worden war, um die Beweise, die sich auf das Alter der Menschen in jenen Gegenden beziehen, zu prüfen. Von dieser Reise wurden etwa 3400 Schädel, 6000 Knochen und 1500 archaische Gegenstände nach Washington gebracht. Der Bericht spricht ferner von Sammlungen aus Liberia und Abessinien, von einer Afrikareise zum Zweck zoologischer Forschungen und dergleichen mehr. Eines besonders wertvollen Zuwachses wird gedacht, den das Museum durch eine Sammlung von Mollusken aus Alaska und durch eine andere Molluskensammlung erfuhr, die viele Tausende von japanischen Arten enthielt und ihm von der Kaiserlichen Universität in Tokio zugeht. Die Pflanzensammlung wurde um mehr als 38 000 Nummern vermehrt, meist aus dem Studium der Panamakanalzone herstammend. —

Besonders reichhaltig ist der Bericht über die Abteilung für amerikanische Ethnologie. Die Abteilung ist seit einer Reihe von Jahren mit Untersuchungen über die ersten Einwohner Amerikas beschäftigt, und wenn auch noch ein ungeheures Material zu verarbeiten bleibt, so haben die Forschungen doch allmählich ein Stadium erreicht, in dem es möglich geworden ist, manche Ergebnisse in die Form von Handbüchern zu bringen, die besonders auch zum Gebrauch für den nicht-fachmäßig Interessierten bestimmt sind; die Nachfrage nach diesen Publikationen ist, wie der Bericht mitteilt, außerordentlich groß. Selbstverständlich haben die Arbeiten dieser Abteilung des Institutes in erster Linie, ja größtenteils, amerikanisches Interesse; anders dagegen z. B. die Arbeiten des astrophysikalischen Observatoriums.

Das Observatorium ist während des Berichtsjahres hauptsächlich mit drei Arbeiten beschäftigt gewesen. Die spektrobolometrischen Beobachtungen wurden fortgesetzt, um die im letzten Jahresbericht geäußerte Vermutung weiter zu prüfen, daß die Messungen der Intensität der Sonnenstrahlung außerhalb der Erdatmosphäre unabhängig ist von der Höhe des Beobachters über dem Meere.

Demgemäß wurden viele Monate hindurch täglich Beobachtungen zur Ermittlung der Solarkonstante auf dem Mount Whitney angestellt, wo auch reichlich Gelegenheit war, die Helligkeit des Himmels Tag und Nacht zu messen, den Einfluß des Wasserdampfes auf das Sonnenspektrum zu messen und die spektrale Verteilung der Sonnenenergie außerhalb der Atmosphäre zu ermitteln. Die Ergebnisse der Beobachtungen zeigen keine Ab-

weichung, die auf die Höhendifferenz zwischen Mount Wilson (5840 Fuß) und Mount Whitney (14 502 Fuß) zurückzuführen wäre.

Ferner sollten weitere Beobachtungen über die *Veränderlichkeit* der Solarkonstante beigebracht werden. Die Beobachtungen auf dem Mount Wilson ergaben, daß die Sonnenstrahlung von Tag zu Tag sowohl der Periode wie der Größe nach ganz unregelmäßig variiert. Die endgültige Ermittlung der Gesetze für die anscheinende Veränderlichkeit der Solarkonstante dürfte für die Erkennung ihres Einflusses auf klimatische Einflüsse und damit für eine langfristige Wettervorhersage wertvoll werden. Ferner sind Messungen gemacht worden, um die Durchsichtigkeit von Luftsäulen, die bekannte Quantitäten Wasserdampf enthalten, für Strahlungen langer Wellenlänge zu ermitteln. — Der Bericht hebt außerdem hervor, daß Abmachungen mit den verschiedensten Observatorien getroffen worden sind, um sie zu veranlassen, das Silberscheibenheliometer, das von dem Direktor des astrophysikalischen Observatoriums des Instituts konstruiert worden ist, zu benutzen. Man hofft, auf diesem Wege nicht nur eine Einheitlichkeit in der Messung der Sonnenstrahlung zu erzielen, sondern auch eine sehr viel genauere Kenntnis der Sonnenstrahlung und des Einflusses der Erdatmosphäre darauf. Zugleich gibt der Bericht, der von *Abbot*, dem rühmlichst bekannten Astrophysiker, unterzeichnet ist, eine Abbildung des Pyrheliometers und eine reichliche Zusammenstellung von Tabellen und Kurven, um die Arbeit dieses Teiles des Instituts zu erläutern.

Von allgemeinem Interesse ist ferner der Bericht über den internationalen Austauschdienst, der infolge eines Vertrages zwischen den Vereinigten Staaten und verschiedenen fremden Nationen eingerichtet worden ist; er dient dem Austausch von Publikationen zwischen der Regierung der Vereinigten Staaten und fremden Regierungen, und Instituten und Forschern in den Vereinigten Staaten und im Auslande. — *Für den Austauschverkehr mit Deutschland ist in dem „Amerika-Institut“, das seine Räume in der Königlichen Bibliothek in Berlin hat, eine Zentralstelle geschaffen worden. In dem am 31. Dezember 1912 endenden Jahre sind im ganzen 34 591 Pakete zwischen der Smithsonian Institution und Deutschland ausgetauscht worden. Das im Oktober 1910 unter Mitwirkung des preußischen Kultusministeriums gegründete Institut dient überhaupt der Pflege kultureller Beziehungen zwischen den Vereinigten Staaten und Deutschland.*

Die übrigen Berichte der Abteilungsvorsteher beziehen sich auf den Zoologischen Garten (das Institut unterhält auch seit 18 Jahren einen Arbeitsplatz auf der Zoologischen Station in Neapel), auf die Bibliothek, die ca. 250 000 Bände umfaßt, und die im wesentlichen in der Kongreßbibliothek untergebracht und dort allen Lesern zugänglich ist — eine Präsenzbibliothek wird außerdem in dem Institut unterhalten —, die Publikationen des Instituts usw. Es sind im ganzen neun derartige Berichte. Hieran schließt sich der bereits charakterisierte *General Appendix* mit ca. 40 Aufsätzen. Er gibt in der Tat einen bewunderungswürdigen und vorbildlichen Bericht über den augenblicklichen (auf das Berichtsjahr bezogen) Stand der Naturwissenschaften auf allen Gebieten. Die Aufsätze, die das Neueste auf den in ihnen behandelten Gebieten bringen, sind fast durchweg amerikanischen, deutschen, englischen und französischen wissenschaftlichen Veröffentlichungen entnommen und stammen im wesentlichen aus dem Jahre 1911. Sie behandeln zum Beispiel den Kreiselkompaß, die drahtlose Telegraphie (vor der Royal Institution gehaltener Vortrag von *Marconi*), neue Versuche mit unsichtbarem Licht (ebenda gehaltener Vortrag von *Wood*), die

neuesten Leistungen der Elektrochemie (vor der American Electrochemical Society gehaltener Vortrag von *Richards*), die Erzeugung und Erkennung künstlicher Edelsteine, die neuesten Fortschritte der Astronomie, das Alter der Erde, das Schlangeninstitut in Butantan, die baumartigen Farnkräuter in Nordamerika, die Physiologie des Schlafes, Fabrikhygiene und Fabrikationsnutzen, das Lebenswerk *Robert Kochs*, die Sterilisierung des Trinkwassers durch ultraviolette Strahlen, die internationale Luftverkehrskarte und die aeronautischen Landmarken, die geologische Arbeit der Ameisen im tropischen Amerika (Vortrag vor der Geological Society of America), die chinesische Architektur und ihre Beziehung zur chinesischen Kultur (von *Boerschmann* aus der Zeitschrift für Ethnologie) und vieles andere dergleichen mehr.

Der stattliche Jahresbericht bildet schon dieses *General Appendix* wegen eine überaus schätzenswerte Bereicherung jeder naturwissenschaftlichen Bibliothek. Als Ganzes aber wird er jeden, dem die „Mehring und die Ausbreitung des Wissens unter den Menschen“ am Herzen liegt, mit Bewunderung für den Stifter des Instituts erfüllen, der vor nahezu hundert Jahren und noch dazu in dem jüngsten aller Kulturländer eine für die damalige Zeit sicherlich ungeheure Summe einer Aufgabe dienstbar gemacht hat, deren Erfüllung auch heute noch in den ältesten Kulturländern dem Staate nur zum kleinsten Teile von dem Privatvermögen abgenommen wird, in den Vereinigten Staaten aber dank dem vorbildlichen Beispiele *James Smithsons* überwiegend von dem Privatvermögen geleistet wird.

A. Berliner, Berlin.

Arrhenius, Svante, Das Werden der Welten. Aus dem Schwedischen übersetzt von *L. Bamberger*. 9.—13. Tausend. Leipzig, Akad. Verlagsgesellsch., 1913. 8°. XI, 231 S. u. 60 Abbild. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,—.

Wenn *Arrhenius* seine kosmogonischen Gedanken zu einem Gesamtbilde zusammenfaßt, so bedarf es kaum des Hinweises, daß hierbei ein überaus anziehendes Werk voll Gedankenreichtum und Anregungen sowohl zum Nachdenken wie zum Widerspruch entsteht. Der Erfolg des Buches bestätigt das. Bei der Besprechung dieser neuen, vielfach überarbeiteten und ergänzten Ausgabe kann es nicht die Aufgabe sein, Einzelheiten der Kosmogonie zu kritisieren und entgegenstehende Anschauungen zu verteidigen. Ein Buch, das — wie „Das Werden der Welten“ — die brennendsten Fragen der Astronomie und Physik, Geologie und Meteorologie erörtert, wird je nach dem Spezialfache des Referenten eine verschiedene Beurteilung finden, sobald dieser die kritische Sonde etwas tiefer anlegt, und er wird dann das Buch nicht mit wenigen Worten abtun können. Die Grundgedanken der Arrheniusschen Lehre — die Bedeutung des Strahlungsdruckes für die Verbreitung des Sonnenstaubes, die Panspermie zur Erklärung des Ausbreitens des Lebens im Weltall, der wechselnde Kohlensäuregehalt der Luft als Ursache verschiedener Klimaepochen — sind Probleme, welche die Fachgelehrten in ihren Zeitschriften genügend erörtert haben. An dieser Stelle soll nur der Gedankengang des Autors kurz skizziert werden, um einen Begriff von dem Inhalt des Buches zu geben.

Im „Werden der Welten“ behandeln die beiden ersten Kapitel die Erde und die sich in der Jetztzeit auf ihr abspielenden Veränderungen. Die Schilderung von Vulkanismus und Erdbeben führt zu Erörterungen über Temperatur und Zusammensetzung des Erdinneren und von hier zu Betrachtungen über die Entstehung der Erde und der benachbarten Planeten. Bei Besprechung des Wechsels von Klimaperioden geht der Verfasser

natürlich auf seine Anschauung, daß der Kohlensäuregehalt der Luft hierbei eine große Rolle spielt, näher ein. Charakteristisch für ihn ist, daß er sogar der jetzigen Kohlenverschwendung und in geringerem Maße auch den vulkanischen Ausbrüchen ihre guten Seiten abzugewinnen sucht; er hofft, daß sie durch Erhöhung des Kohlensäuregehalts der Luft dazu beitragen, daß wir uns allmählich gleichmäßigeren und damit besseren Klimaverhältnissen nähern, Zeiten, wo sich die Ernteerträge vermehren und so zum Nutzen des rasch anwachsenden Menschengeschlechts werden.

Die zwei folgenden Kapitel sind vorwiegend astronomisch; sie behandeln die Strahlung und Konstitution der Sonne sowie den Strahlungsdruck. Auch hier wird die Betrachtung von einer spezifisch Arrheniusschen Idee geleitet, von der Bedeutung des Strahlungsdruckes für das Hinausschleudern von Sonnenstaub und für die Entstehung elektrischer Erscheinungen; das führt zur Hervorhebung der Wirkung des Sonnenstaubs in der Erdatmosphäre für Polarlicht und Erdmagnetismus. Auch das Zodiakallicht wird durch Sonnenstaubmassen erklärt.

Erörterungen über Energieentfaltung im Sonnensystem leiten über zur Frage nach der Entstehung der Nebelflecke und zum Milchstraßenproblem. Der Zusammenstoß von Himmelskörpern spielt hierbei eine große Rolle. Arrhenius schließt etwa folgendermaßen: Würde nur die Newtonsche Schwerkraft wirken, so müßten die Himmelskörper danach streben, sich zu immer größeren Massen zusammenzuballen; schließlich würden nur noch große, teils leuchtende, teils erloschene Sonnen existieren und alles Leben würde unmöglich sein. Die tatsächlich andersartige Entwicklung erklärt sich durch Strahlungsdruck und Zusammenstöße zwischen Himmelskörpern. Durch Zusammenstöße entstehen große Gaswirbel um nebelleckartige Gebilde; durch Strahlungsdruck wird kosmischer Staub in die Wirbel hineingeführt, und bildet dort, zusammen mit den Kondensationsprodukten aus den umgebenden Gasmassen, Planeten und Monde.

Auch bei der Ausbreitung des Lebens durch den Weltenraum, welche im Schlußkapitel besprochen wird, spielt der Strahlungsdruck bzw. die dadurch ausgelöste elektrische Kraft eine Rolle. Die Theorien der „Panspermie“, nach welchen Lebenssamen in den Welträumen umherirren, erhalten dadurch ein neues Gewand.

Arrhenius vertritt die Ansicht, daß durch seine Darstellung die Harmonie des Weltganzen erhalten bleibt. Die Entdeckung der Unzerstörbarkeit der Energie hat die kosmogonischen Probleme sehr erschwert; nicht minder hat dies die Lehre von der Entwertung der Energie mit dem Endzustand des Wärmetods getan. Aus diesen Schwierigkeiten hat Arrhenius einen Ausweg gesucht, der darauf hinausläuft, daß die Energie „verschlechtert“ wird bei Körpern, die sich im Sonnenstadium befinden, dagegen „verbessert“ bei solchen, welche dem Nebelfleckstadium angehören. Das Leitmotiv der ganzen Darstellung ist die Ansicht, „daß das Weltganze seinem Wesen nach stets so war, wie es noch jetzt ist: Materie, Energie und Leben haben nur Form und Platz im Raum gewechselt“.

R. Süring, Potsdam.

Arrhenius, Svante, Die Vorstellung vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten. Das Werden der Welten, neue Folge. Aus dem Schwedischen übersetzt von L. Bamberger. 4. bis 6. vermehrte und verbesserte Auflage. Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft, 1911. 80. XII, 206 S. Preis M. 6,—.

Diese als Ergänzung zum vorigen Buche gedachte Schrift bietet dem Leser im allgemeinen weniger

Schwierigkeiten als die vorige, da es sich in der Hauptsache um die geschichtliche Entwicklung der kosmogonischen Ideen handelt. Die Darstellung ist äußerst reizvoll, da mit besonderem Geschicke solche Vorstellungen herausgegriffen sind, an denen sich stufenweise der Übergang zu modernen Anschauungen verfolgen läßt. Die Darstellung geht zurück bis zu den niedrigsten Naturvölkern, bis zu den Zeiten, in welchen noch keine direkten Naturbeobachtungen angestellt wurden, um Kenntnis vom Verlauf der Erscheinungen zu erhalten. „Die Naturwissenschaften kleiden sich unter solchen Verhältnissen in das Gewand der Mythe, auf einer höheren Stufe in den faltenreichen Mantel der Philosophie.“ Es wird der Fortschritt von den primitiven Schöpfungssagen zu der ägyptischen Sonnenanbetung, zum Ewigkeitsbegriff der Inder und zur skandinavischen Eddasage hervorgehoben.

Eine neue Epoche beginnt nach Arrhenius da, wo man anfängt, Beobachtungen und Erscheinungen zu sammeln. Das führt zum Suchen nach allgemeinen Regeln, es beginnt die Tätigkeit des Theoretikers; man sagt den Gang der Ereignisse voraus und kommt durch Prüfung der Weissagungen zu immer größerer Verbesserung der Naturerkenntnis. Anfangs war die Kenntnis der Zeit besonders wichtig; aus den hierzu nötigen Beobachtungen entstanden die Vorstellungen von der Natur der Himmelskörper. Diese Bemühungen fallen bereits in historische Zeiten. „Die Religion der ältesten Kulturvölker hat sich offenbar aus einer göttlichen Verehrung der Vorausberechnung der Zeit entwickelt.“ Demgemäß sind zwei Kapitel den ägyptischen, babylonischen, chinesischen Astronomen und Philosophen sowie ihren arabischen Nachfolgern gewidmet.

Den Hauptteil des Buches nehmen natürlich die kosmogonischen Spekulationen der Neuzeit ein. Aus der großen Zahl der verschiedenen Meinungen sei hier nur die kritische Abwägung der Verdienste von Buffon, Kant und Laplace um die Erklärung der Entstehung des Sonnensystems hervorgehoben, wobei Buffon weit über Kant gestellt wird. Die neueren astronomischen Entdeckungen über Eigenbewegung und Temperatur der Sterne führen dann zu der vom Verfasser so bevorzugten Annahme von der Bedeutung des Strahlungsdruckes. Das Buch hat von hier an eine stark persönliche Note und zeigt mehrfach Ähnlichkeit mit der vorher besprochenen Schrift des Verfassers. Bei der Definition des Energie- und des Unendlichkeitsbegriffes in der Kosmogonie hebt er wieder die Natur der Nebelflecke als Ansammler von Energiemengen hervor. — Wie man auch über die Richtigkeit solcher Betrachtungen denken mag, man wird immer den Entwicklungsgang dieser Gedanken mit Interesse verfolgen.

R. Süring, Potsdam.

Chwolson, O. D., Lehrbuch der Physik. IV. Bd., 2. Hälfte, 1. Abteilung. Unter Mitwirkung von A. A. Dobiasch und A. L. Gerschun. Übersetzt von H. Pfaff und A. B. Fochringer. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1913. 446 S. u. 114 Abbild. Preis M. 7,50.

Der vorliegende Teil des Chwolson'schen Lehrbuchs umfaßt die Abschnitte: Konstantes Magnetfeld (Fortsetzung) und Veränderliches Magnetfeld. In dem ersten Abschnitt werden die Kapitel: Einwirkung des Magnetfeldes auf die in demselben befindlichen Körper, Methoden und Resultate der Messungen von elektrischen Widerständen, Messung der Stromstärke, der elektromotorischen Kraft und der magnetischen Feldintensität behandelt. Der zweite Abschnitt umfaßt die Kapitel: Induktion, die Maxwell'sche Theorie, die Grundlagen der Elektronentheorie und das Relativitätsprinzip.

Besonders die in dem zweiten Abschnitt behandelten

Kapitel werden von vielen Physikern, welche das übrige Lehrbuch von *Chwolson* bereits kennen, mit Spannung erwartet worden sein; in diesen werden ja die Probleme zur Sprache gebracht, denen sich heute das Interesse aller am meisten zuwendet. In der Tat ist die Darstellung, welche *Chwolson* den neueren Fragen gibt, eine außerordentlich interessante. Aus den früheren Teilen des Lehrbuches ist ja die überaus klare Darstellungsweise *Chwolson*s hinlänglich bekannt, welche in wenig Worten das Wesentliche in die rechte Bedeutung zu rücken versteht. Noch mehr als bei den früheren Teilen tritt aber hier die Fähigkeit des Verfassers hervor, welche gerade für den reiferen Leser das Buch so wertvoll macht: die Fähigkeit an rechter Stelle *Kritik* zu üben. *Chwolson* selbst sagt an einer Stelle (p. 443): „Der Verfasser eines Lehrbuches soll selbstverständlich in objektiver Weise den Inhalt der Wissenschaft im gegebenen Moment darstellen und gewissenhaft die Ansichten der verschiedenen Forscher wiedergeben. Die persönlichen Ansichten des Autors müssen in den Hintergrund treten. In den vorhergehenden Bänden und in den Kapiteln dieses Bandes habe ich mich bemüht, dieser Bedingung zu genügen. *Aber alles hat seine Grenzen.*“ Die Art und Weise, wie *Chwolson* diese seine Kritik in seine Darstellung einpflicht, ist meisterhaft und dem Leser vom größten Nutzen. Man vergleiche dazu zum Beispiel die Einleitung zur Maxwell'schen Theorie oder den ganzen Abschnitt über das Relativitätsprinzip. Man fühlt die Begeisterung, mit der *Chwolson* an diese modernste Disziplin herangeht, man sieht, daß er mit denen, die am kühnsten vorangehen, gleichen Schritt hält, sieht aber andererseits überall den erfahrenen Physiker, der schon viele Theorien erlebt hat und hört warnend seine Stimme, wenn er, wie z. B. in der Uhrenfrage (p. 442), Anschaulichkeit über Exaktheit gesetzt sieht.

Erich Regener, Berlin.

Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Band IV, Lieferung 1. Magnetismus von *F. Auerbach*. Leipzig, J. A. Barth, 1913. III, 270 S. u. 178 Abbild. Preis M. 10.—.

Die vorliegende erste Lieferung des vierten Bandes des Graetz'schen Handbuches der Elektrizität umfaßt den engeren Magnetismus mit den Abschnitten: Magnetismus im allgemeinen, Theorie der magnetischen Induktion und magnetische Messungen. Sie stammen aus der Feder von *F. Auerbach*, welcher auch die entsprechenden Kapitel in Winkelmanns Handbuch der Physik bearbeitet hat. Die Anordnung des Materials und die Darstellung ist eine sehr sorgfältige. Entsprechend dem engeren Gebiete, welches das Graetz'sche Handbuch umfaßt, ist sie auch ausführlicher als in Winkelmanns Handbuch. Von Vorteil für die Anordnung des Stoffes scheint dem Referenten, daß jetzt die Theorie der magnetischen Induktion vor den magnetischen Messungen behandelt wird. Ein Kapitel über moderne magnetische Meßpraxis wird dem Techniker willkommen sein.

Erich Regener, Berlin.

Campbell, Norman R., Moderne Elektrizitätslehre. Übersetzt von Dr. *Ulfilas Meyer*. Dresden u. Leipzig, Theodor Steinkopff, 1913. XI, 423 S. Preis geh. M. 14.—, geb. M. 15,50.

Es ist im allgemeinen — insbesondere für den Studierenden — nicht einfach, sich über diejenigen Gebiete der Elektrizität und Optik zu orientieren, die über den Rahmen der üblichen Lehrbücher der Experimentalphysik hinausgehen, deren Kenntnis jedoch für das Verständnis derjenigen Fragen unerlässlich ist, die zurzeit den Gegenstand der physikalischen Forschung bilden. Aus diesem Gesichtspunkt ist es sehr zu begrüßen, daß Dr. *U. Meyer* das Campbellsche Buch nach der jüngst

erschienenen zweiten englischen Auflage ins Deutsche übertragen hat.

Der erste Teil, „die Elektronentheorie“, beginnt mit einer Einführung in die Maxwell'schen Vorstellungen und in die atomistische Auffassung der Elektrizität. Der Gegensatz von Isolator und Leiter führt zur atomistischen Deutung der Dielektrizitätskonstante und der Dispersionstheorie einerseits, zur metallischen Leitung und den übrigen zurzeit durch freie Elektronen erklärten Erscheinungen andererseits. Hier sei nebenbei auf die erfreulich kritische Stellung des Autors gegenüber den Thermoionen hingewiesen. Es folgen die Elektrizitätsleitung durch Gase, d. h. also Ionen im elektrischen Felde, und die im Vakuumröhre beobachteten Korpuskularstrahlen, dann kommen die klassische sowie die Elektronentheorie des Magnetismus und die als „Magnetooptik“ zusammengefaßten Erscheinungen der nach *Faraday*, *Kerr* und *Zeeman* benannten Phänomene.

Der zweite Teil behandelt die Strahlung: zuerst die korpuskulare Strahlung der radioaktiven Substanzen, dann das Licht und endlich die elektromagnetische Strahlung, die bei der Bremsung schneller Elektronen auftritt, d. h. also Röntgen- und γ -Strahlen. Im Falle des Lichts wird ein sehr klarer Überblick sowohl über das umstrittene Problem der Temperaturstrahlung gegeben, wie auch eine Einführung in das dunkle Gebiet der Serien- und Bandenspektren, der lichtelektrischen Elektronenemission, der Fluoreszenz usw.

Der letzte Teil trägt die Überschrift: „Elektrizität und Materie“ und bringt die bekannten Atommodelle sowie die mit dem Relativitätsprinzip zusammenhängenden Erscheinungen: die Optik bewegter Körper, Licht und Gravitation u. a.

Das Buch beschäftigt sich „mehr mit Theorien als mit Tatsachen; letztere sind nur beschrieben, wenn sie für die betrachteten Theorien wesentlich sind und wenn nicht sicher angenommen werden darf, daß sie den Lesern, an die sich das Buch wendet, vertraut sind“. „Wenn die Darstellung den Lesern mit den schlimmsten Fehlern der englischen Wissenschaft, einem Hang zur Oberflächlichkeit und unbegründeter Spekulation, behaftet erscheint“, so vermag *Campbell* „nur zu vertrauen, daß sie in ihm auch einen geringen Teil der guten Eigenschaften finden werden, welche die englische Schule noch jetzt dem Genie ihres Gründers *Michael Faraday* verdankt.“ *Campbell*s eigene Worte geben das Charakteristische seiner Darstellung sehr gut wieder, das Streben nach Anschaulichkeit und einfacher Klarheit, das gewiß kein Ausländer zu den Nachteilen der englischen Methode rechnen wird. Einen wirklich „schlimmen Fehler“ vieler englischer Arbeiten, eine oft geradezu überraschende Nichtbeachtung der deutschen Literatur, vermeidet *Campbell* durchaus und die Art, wie *Campbell* am Ende jedes einzelnen Abschnittes den Leser mit wenigen kritischen Worten auf die zum weiteren Studium geeigneten Bücher und Quellen hinweist, dürfte in vielen Fällen willkommen sein.

R. Pohl, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Spektroskopische Bestimmungen der Geschwindigkeit in der Gesichtslinie von etwa 900 Fixsternen sind nach Mitteilungen von Prof. *Campbell* im Bulletin Nr. 229 der Veröffentlichungen der nordamerikanischen Lick-Sternwarte, besonders am 36-zölligen Refraktor jener Sternwarte, aber auch mit den Instrumenten der amerikanischen Mill-Expedition nach Chile durchgeführt

worden. Dadurch ist ein neuer wesentlicher Beitrag für unsere Kenntnis von den Sternbewegungen im Weltraume geliefert worden und zwar für die verschiedenen Spektralklassen der Sterne. — *Entfernungsbestimmungen von 14 nördlichen Fixsternen* zwischen der 4. und 11. Größenklasse und von verschiedenen Spektraltypen sind auf photographischem Wege am größten Linsenteleskop der Erde, dem 40-zölligen Refraktor der bei Chicago gelegenen Yerkes-Sternwarte ausgeführt und von Prof. *Mitchell* (Columbia-Universität) im 38. Bande Nr. 1 des *Astrophysical Journal* veröffentlicht worden.

Eine neue großartige Stiftung des Carnegie-Instituts zu Washington ist diesmal einer nordamerikanischen Sternwarte, und zwar der Sonnenwarte auf dem Mount Wilson, zuteil geworden, die unter Prof. *Hales* ausgezeichnete Leitung steht. Über eine Million Mark hat das Carnegie-Institut jenem Bergobservatorium für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung gestellt, wofür großartige Spiegelteleskope (u. a. ein 100-zölliger Spiegel, also über $2\frac{1}{2}$ m im Durchmesser) fertiggestellt werden, die den amerikanischen Astronomen ungeahnte Entdeckungen im Himmelsraume ermöglichen können.

Über die diesjährige Versammlung der Astronomischen Gesellschaft, die Anfang August diesmal in Hamburg tagte, macht Prof. *Kobold-Kiel* in Form eines zusammenfassenden Berichts wertvolle Mitteilungen in Nr. 4677 der *Astronomischen Nachrichten*. Nach Angaben des Vorsitzenden Prof. *v. Seeliger-München* zählt die Gesellschaft jetzt 426 Mitglieder, die sich über fast alle Länder der Erde verteilen und sich zur Lösung der hohen Aufgabe vereinen, durch gemeinsame Arbeit die Welt der Welten zu erforschen. Nach dem Bericht von Prof. *Bachlund-Petersburg* ist das Zonenunternehmen der Astronomischen Gesellschaft zur Herstellung eines umfassenden Sternkataloges nunmehr nach Absolvierung der letzten, von der Sternwarte Algier übernommenen Sternzone zwischen -18° und -23° Deklination vollendet. Nach dem Bericht von Prof. *Müller-Potsdam* ist der Katalog der veränderlichen Sterne soweit gefördert, daß im nächsten Jahre mit dem Druck desselben begonnen werden kann. Es folgte dann eine große Reihe wichtiger Vorträge, von denen Prof. *Seeligers* über absolute Bewegung, Raum und Zeit, Prof. *Brendels* über die Bearbeitung der kleinen Planeten, Prof. *Großmanns* über Sternparallaxen (40 Fixsterne zeigen bisher eine sicher gestellte Parallaxe), Prof. *Charliers* über Eigenbewegung und Störung der Himmelskörper, Dr. *Hayns* über Mondmessungen und Prof. *Foerstners* über Vergangenheit und Zukunft der Astronomischen Gesellschaft hier erwähnt seien; sämtliche Vorträge und Referate werden übrigens in der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft im Druck erscheinen. Als Ort der nächsten Tagung in zwei Jahren wurde einstimmig St. Petersburg gewählt.

In dem Internationalen Zeitdienst, der auf französische Anregung eingerichtet werden soll, hat nach Mitteilungen von Prof. *Ambrohn-Göttingen* in Nr. 4677 der *Astronomischen Nachrichten* eine besondere, in Berlin tagende Konferenz deutscher Fachleute Stellung genommen. Das Hauptergebnis dieser Konferenz war, nach Prof. *Ambrohn*s Referat in den *Astronomischen Nachrichten*, daß von einem solchen internationalen Zeitdienste für speziell astronomisch-wissenschaftliche Zwecke keine Vorteile zu erwarten wären, daß aber auf anderen Gebieten bei gemeinsamer Organisation allgemeine Zeitsignale wichtig sein würden. Es wurde daher der Beitritt Deutschlands zur Internationalen Zeitkonferenz beschlossen. Nach Ansicht des Unterzeichneten muß dieser Beschluß im Interesse der gesamten Orts-

bestimmung für geographische, nautische und aeronautische Zwecke mit Freuden begrüßt werden.

Störungseinwirkungen des Jupiter auf 100 kleine Planeten teilt in Nr. 4677 der *Astronomischen Nachrichten* Prof. *Brendel-Frankfurt a. M.* mit. Bekanntlich geht der Hauptteil aller Störungen auf die Bahnelemente der nunmehr über 740 an Zahl betragenden Planetoiden von dem zweiten Zentralkörper unseres Sonnensystems, dem Riesenplaneten Jupiter aus. Auch für viele der übrigen Planetoiden sind die Störungsrechnungen bereits auf der Frankfurter Sternwarte in Arbeit; freiwillige Mitarbeiter sind dabei willkommen, die jedoch zur Vermeidung von Doppelrechnungen sich mit Prof. *Brendel* in Verbindung setzen sollten. *A. Marcuse.*

Kleine Mitteilungen.

Die Funktion der Statocysten ist in den letzten Jahren bei einer Reihe wirbelloser Tiere Gegenstand der Forschung gewesen. Daß für diese Organe durchweg die Schwerkraft den adäquaten Reiz darstellt, haben alle Untersuchungen ergeben, während man aber früher ganz generell die Statocysten als „Gleichgewichtsorgane“ auffaßte, haben die neueren Untersuchungen ergeben, daß sie vielfach der reflektorischen Auslösung von Bewegungen dienen, die mit der Erhaltung des Gleichgewichts gar nichts zu tun haben, ja vielfach schon deshalb nichts zu tun haben können, weil die Tiere, die sie besitzen, sich im stabilen oder gar im indifferenten Gleichgewicht befinden. Die Reflexe, welche durch die Statocysten ausgelöst werden, und die generell die Erhaltung einer bestimmten „Normallage“ bewirken, haben bei mehr oder minder labil orientierten Schwimmern, Fliegern, Läufern und Springern eine spezifische „Balancefunktion“, wie *Baunacke* (*Biol. Centralbl.* Bd. 33, 1913, p. 427—452) es treffend nennt, bei anderen Formen aber, z. B. bei dem Fischerwurm (*Arenicola*) oder der Seewalze *Synapta* (nach *Buddenbrock*) sowie bei den Wasserwanzen der Gattung *Nepa* (nach *Baunacke*, *Zool. Jahrb.* Bd. 34, Abt. f. Anat. 1912), dienen sie der Auslösung von positiv- oder negativ-geotaktischen Bewegungen und bei den Schnecken (*Arion*, *Limax*, *Helix*) lösen sie typische Umkehrreflexe aus, die ohne Beteiligung der Taster und der Lichtsinnesorgane zustande kommen. Von physiologischem Interesse ist in diesen Fällen, in denen nur unter bestimmten Bedingungen durch die Statocysten Reflexe ausgelöst werden, die der Orientierung der Bewegung dienen, die Analyse der Bedingungen, die die Reflexe auslösen, und die sie andererseits hemmen. So wird bei der Seewalze *Synapta* durch den Reiz des Ausgegrabenwerdens der Reflex des Sich-Eingrabens ausgelöst, der seinerseits durch den Kontaktreiz der Sandpartikelchen, sobald sie das Tier ganz umgeben, gehemmt wird. Bei den Schnecken ist das Freistehen der Kriechsohle die Bedingung, die die Statocyste in Funktion setzt und mit ihrer Hilfe den Umkehrreflex auslöst, während der Kontaktreiz, den die Berührung der Kriechsohle mit einem Substrat bewirkt, zur Hemmung des Umkehrreflexes, d. h. zur physiologischen Ausschaltung der Statocysten führt. Durch eine Reihe einfacher Versuche hat *Baunacke* diese Bedingungen bei den Schnecken festgestellt, wobei sich als Kunstgriff die Ausführung der Versuche unter Wasser als günstig erwies, da die untergetauchten Schnecken niemals die Fühler und Ommatophoren ausstrecken, so daß deren Mitwirkung ohne operative Eingriffe ausgeschaltet und gleichzeitig bei *Limax* und *Arion* die negative Heliotaxis aufgehoben ist. *P.*

Auf Grund einer kritischen Verarbeitung der Literatur kommt *Hilzheimer* (*Zoologische Annalen* Bd. 5, 1913, p. 233—254) zu dem Resultat, daß die **Hauskatze** durch Domestikation der in Nubien und Abessinien noch jetzt wild lebenden *Felis maniculata* monophyletisch entstanden sei. Die Domestikation wäre etwa um 2000 v. Chr. durch die Ägypter erfolgt. Im ersten Jahrhundert n. Chr. werden Griechen und Römer mit der zahmen Katze bekannt, und gleichzeitig kommt sie nach Asien. In Deutschland fehlt sie anscheinend noch im achten Jahrhundert und ist selbst im vierzehnten selten. Auch die chinesische Hauskatze sucht *Hilzheimer* von der in Ägypten domestizierten abzuleiten. P.

Die viel diskutierte Frage nach der Natur der normalen **Atemreize** hat durch eine schöne experimentelle Untersuchung von *Hasselbalch* (*Biochem. Zeitschr.* Bd. 46, 1912, p. 403—439) eine wesentliche Förderung erfahren. Sie bestätigt die schon von verschiedenen Seiten ausgesprochene Vermutung, daß die Erhöhung der Wasserstoff-Ionen-Konzentration des Blutes über eine gewisse Norm hinaus den normalen Reiz für das Atemzentrum darstellt, und daß die Kohlensäure ausschließlich durch ihren Säurecharakter das Atemzentrum erregt. Wie hoch die „normale“ Wasserstoff-Ionen-Konzentration des Blutes ist, hängt von der Höhe der Erregbarkeit des Atemzentrums ab. Je höher dessen Erregbarkeit, desto stärker wird die Lunge ventiliert, und desto niedriger wird die Kohlensäurespannung im Blut. Die zwei Faktoren: Säuregehalt des Blutes und Erregbarkeit des Atemzentrums, beherrschen zusammen die chemische Atmungsregulation. P.

Die Selbstentzündung der Reduzierventile für verdichteten Sauerstoff. Die Reduzierventile an den mit verdichtetem Sauerstoff gefüllten Stahlflaschen haben wiederholt Explosionen verschuldet. Die Nachforschung nach der Ursache ergab zunächst, daß durch Fette und andere leicht brennbare Stoffe bei Gegenwart von hoch verdichtetem Sauerstoff eine Verbrennung einsetzen und unter Umständen auf die Metalle übergehen kann, die dann so geschwächt werden, daß der Sauerstoffdruck unter gleichzeitigem Versprühen des geschmolzenen und verbrennenden Metalles das Ventil zersprengt. Das konnte aber nicht allein die Ursache der Explosionen sein, denn obwohl Öl, Fettleder und dergleichen mehr durch Glycerin und Fiber ersetzt wurden, hörten sie nicht auf. Man fand schließlich die Ursache für die Entzündung, wie *Karl Bauer* in der *Werkstatt-Technik* (VII, 16, S. 485, 1913) schreibt, in folgendem: Der Kanal zwischen dem Verschlußstück der Stahlflasche und dem Verschlußstück (aus Hartgummi) des Reduzierventils enthält, wenn die Flasche außer Betrieb ist, niedrig gespanntes Gas. Dieses Gas wird bei plötzlichem Öffnen der Flasche durch den austretenden hoch verdichteten Sauerstoff (im Anfang 150 at) wie von einem Kolben adiabatisch zusammengedrückt und dadurch ungeheuer hoch erhitzt. Ein Gasvolumen, das unter 1 at Druck steht, und auf das ein plötzlicher Druck von 80 at, der *mittlere* Flaschen-Druck, wirkt, das also auf $\frac{1}{80}$ seines Anfangsvolumens zusammengedrückt wird, wird um 719° erhitzt. Diese ungeheuren Erwärmungen bei Gegenwart von Sauerstoff wirken unmittelbar auf das Hartgummistück, das das Reduzierventil abschließt, und das naturgemäß nur wenig Wärme ableiten kann. Damit sind aber alle Bedingungen für eine Entzündung des Hartgummistückes gegeben. „Zum Beweise“, schreibt *Bauer*, „verschließe man das eine Ende eines etwa 40 cm langen und 4 mm weiten

Kupferrohres durch einen Hartgummipfropfen und verbinde das andere Ende durch ein Verschlußventil mit einer Sauerstoffflasche. Durch das plötzliche Öffnen der Flasche wird jedes Hartgummistück nach Verlauf von 20—40 Sekunden entzündet — um so schneller, je größer und rauher die von dem erhitzten Gase berührte Fläche ist und je weniger Wärme ableitende Teile vorhanden sind. Die verhältnismäßig lange Zeit zwischen dem ruckweisen Öffnen und der beabsichtigten Explosion erklärt sich daraus, daß die Entzündung nicht sofort auf der ganzen Hartgummioberfläche einsetzt, sondern nur in der Mitte, wo die Temperatur am höchsten ist, und daß ferner der zum Weiterbrennen notwendige Sauerstoff durch die Verbrennungsgase stark verdünnt wird.“ — Durch eine neue Konstruktion des Reduzierventils hat das *Dräger-Werk Lübeck* die Explosionsgefahr angeblich vollständig beseitigt: das erhitzte Gas, das bei der bisherigen Konstruktion an der der Sauerstoffbombe zugekehrten Fläche des Hartgummis zusammengedrängt wurde, wird jetzt in eine Kammer geleitet, in der die Hitze des komprimierten Gases ganz unschädlich ist und von der Metallmasse bald abgeleitet wird. Reduzierventile mit diesem Ausbrennschutz sollen auch bei ruckweisem Öffnen nicht zur Explosion gebracht werden können. Die Vorrichtung ist deshalb von so großem Wert, weil für den Hartgummi in den Ventilen ein gleichartiger Ersatz, der unverbrennlich ist, bisher nicht existiert. B.

Eine neue Form eines **elektrischen Relais** hat *G. S. Brown* für die Telegraphie mittels Unterseekabel konstruiert. An Stelle der bisher üblichen Heberschreibvorrichtung (siphon recorder von *Kelvin*) werden zwei Thermoelemente verwendet, die sich genau in der Mitte von zwei kleinen Alkoholflammen befinden, solange kein Strom zu dem Apparat geht. Wenn aber ein Stromdurchgang erfolgt, bewegen sie sich nach der einen oder anderen Seite, so daß das eine Element heißer, das andere kälter wird und auf diese Weise ein Strom entsteht. Dieser ist 27mal stärker als der erzeugende Strom und ihm genau proportional. Wenn die Stärke des letzteren 30 Mikroampere beträgt, ist der Strom in den Thermoelementen 0,8 Milliampere. Durch diese Stromverstärkung wird das Telegraphieren sehr beschleunigt. So ist die Leistung des deutschen atlantischen Kabels nach New York, wo dieses Relais verwandt wird, um 40 Prozent gesteigert worden. (*Electrician* 70, 526, 1912.) Mk.

Bei Untersuchungen über die **Thermokraft des Siliciums gegen Kupfer** haben *Fischer, Lepsius* und *Baerwind* gefunden, daß für Temperaturdifferenzen von 230° bei verschiedenen Siliciumsorten diese elektromotorische Kraft zwischen + 0,133 und — 0,122 Volt schwankt, die Thermokraft des Elementes pro Grad also zwischen + 490 und — 530 Mikrovolt. Hiernach gibt es Siliciumsorten mit hoher positiver und solche mit hoher negativer Thermokraft gegen Kupfer. Diese „positiven“ und „negativen“ Siliciumarten lassen sich durch Schmelzen ineinander überführen, indem man die Schmelzung unter verschiedenen äußeren Umständen vornimmt. Wahrscheinlich wird Silicium durch Aufnahme von SiO_2 „negativ“, und solches negatives Silicium kann durch Entziehung von SiO_2 wieder in „positives“ zurückverwandelt werden. Durch Kombination von positivem und negativem Silicium lassen sich Thermoelemente herstellen, die 1000 Mikrovolt Spannung pro Grad Temperaturdifferenz aufweisen. (*Phys. Z.* 14, 439, 1913.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 39.

26. September 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Aufgaben und die bisherige Tätigkeit des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen. Von *Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem*. S. 921.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen. Von *Prof. Dr. R. F. Fuchs, Breslau*. (Schluß.) S. 927.

Die hautelektrischen Erscheinungen. Von *Privatdozent Dr. Adalbert Gregor, Leipzig*. S. 931.

Die Rolle der Mikroorganismen in der Brauerei. Von *Prof. Dr. Edm. Weinwurm, Brünn*. S. 934.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die Entwicklung der modernen Chemie in Deutschland. Von *R. J. Meyer, Berlin*. S. 937.

Mimikry und verwandte Erscheinungen. Von *A. Jacobi, Dresden*. S. 938.

Besprechungen. S. 939.

Botanische Mitteilungen. 942.

Astronomische Mitteilungen. S. 943.

Kleine Mitteilungen. S. 944.

Aus fremden Ländern

Reisewerke mit zahlreichen Abbildungen und Karten

In Leinwand gebunden

Kairo—Bagdad—Konstantinopel. Von Generalleutnant *J. D. E. v. Hoffmeister*. Wanderungen und Stimmungen. M. 8.—

„Ein ausgezeichnete Kenner öffnet hier den Schatz seiner Erfahrungen. Namentlich dem Ethnographischen wird der Verfasser mit großer Liebe gerecht.“ (Berliner Tageblatt.)

Durch Armenien, eine Wanderung, und der Zug Xenophons bis zum Schwarzen Meere. Eine militärgeogr. Studie. Von Generalleutnant *J. D. E. v. Hoffmeister*. M. 8.—

„Mit Unterstützung interess. Photographien rollt Verf. scharf umrissene Bilder auf. In der Reiseliteratur über den Orient dürfte diesem Buche ein hervorrag. Platz zuzuweisen sein.“ (Monatsschrift f. d. Orient.)

Weltreisebilder. Von *Jul. Meurer*. M. 9.—

„Eine angenehme Lektüre mit fesselnder Skizzierung der Landschaftsnatur und lehrreiche Betrachtungen über Kultur und staatl. Verhältnisse.“ (Geogr. Zeitschr.)

Mittelmeerbilder. Von *Geogr. Rat Prof. Dr. Theobald Fischer*. 2. Aufl. hsg. von *Dr. A. Mühl*. M. 8.— Neue Folge. M. 7.—

„Wie der Fachmann, so wird auch jeder gebildete Laie, der sich für das Mittelmeer interessiert, in diesem Buche nicht nur eine Fülle von Belehrung und Anregung, sondern auch eine anziehende Lektüre finden.“ (Deutsche Literaturzeitung.)

Das Mittelmeergebiet. Von *Dr. A. Philippson*. 2. Aufl. Geb. M. 7.—

„Gedankenreich geschrieben von einem, der das Mittelmeergebiet genau kennt, dessen Forschungsarbeit vorzüglich dem östlichen Mittelmeergebiet zugute gekommen ist.“ (Frankfurter Zeitung.)

Ostasienfahrt. Von *Prof. Dr. F. Doflein*. Beobachtungen eines Naturforschers. . . . M. 13.—

„Dofleins Ostasienfahrt gehört zu den allerbesten Reiseschilderungen; Ref. möchte sie getrost neben die Darwins stellen.“ (Die Umschau.)

Deutschlands Kolonien. Geschichte, Landes- und Volkskunde, wirtschaftliche Bedeutung. Von *Prof. Dr. K. Hassert*. 2. Aufl. M. 12.—

„Von allen unsere Kolonien behandelnden und billigen Werken das zweckmäßigste und brauchbarste.“ (Deutscher Kolonialanzeiger.)

Die Polarwelt und ihre Nachbarländer. Von *Prof. Dr. D. Nordenfjöld*. M. 8.—

„An der Hand einer fesselnden Lektüre wird der Leser mit den eigenartigen Naturverhältnissen dieser merkwürdigsten Gebiete vertraut gemacht und gewinnt Einblick in das materielle und geistige Leben der Polarvölker.“ (Deutsche Literaturzeitung.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

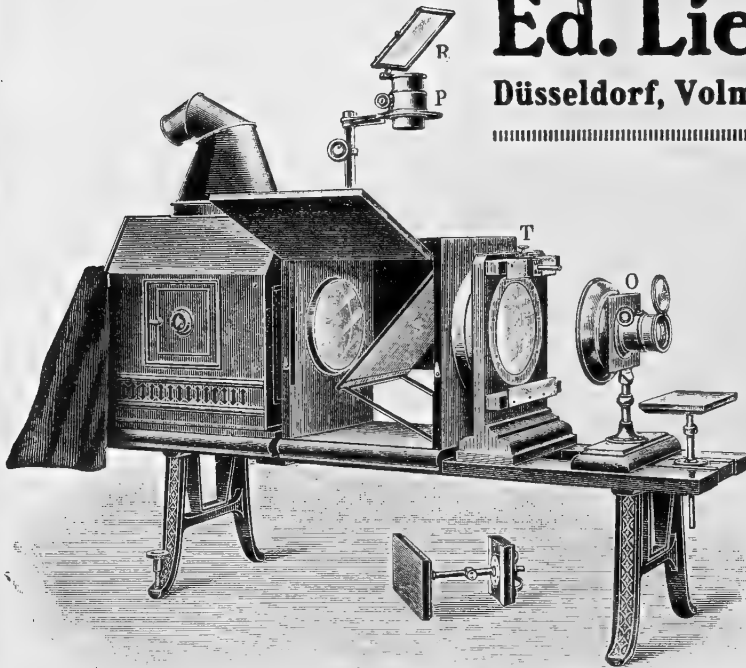
Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Ed. Liesegang

Düsseldorf, Volmerswertherstr. 21

Projektions-Apparate

Epidiaskope

Kinematographen

Instrumente

für optische

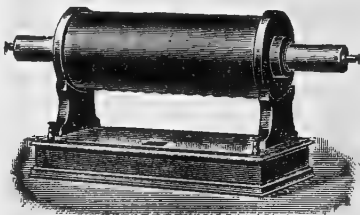
Versuchs-

anordnungen.

KATALOGE
KOSTENLOS

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, ändern falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungsbedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Über Rassenhygiene.

Von **Dr. Kurt Goldstein,**
Universitätsprofessor in Königsberg i. Pr.

Preis M. 2.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV — B. G. Teubner, Leipzig, Seite I — Verlag der Umschau, Frankfurt a. M.: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuß & Co., Basel: Seite II.

Die Aufgaben und die bisherige Tätigkeit des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.

Seit längerer Zeit ist das Bedürfnis vorhanden, in den physikalischen und den der Physik verwandten Wissenschaften einheitliche Formelzeichen zu verwenden. Während hierin in den beteiligten Kreisen vielfach bereits von vornherein auch ohne direkte Vereinbarung Einheitlichkeit bestand — Länge, Masse und Zeit werden wohl bei allen Nationen mit l , m , t bezeichnet; auch c_p und c_v sind wohl überall nur in der Bedeutung der spezifischen Wärmen bei konstantem Druck bzw. bei konstantem Volumen gebraucht worden —, waren andererseits die Bezeichnungen vielfach auseinandergegangen, je nach der Entwicklung, welche die Disziplin in den verschiedenen beteiligten Kreisen genommen hatte. Ein Beispiel hierfür ist die Bezeichnung für die Fläche, wofür sich F , ferner noch, namentlich in außerdeutschen Ländern, Q und S , gelegentlich auch noch andere Buchstaben finden.

Nachdem Versuche zu einer Einheitlichkeit in den Formelzeichen zu gelangen auf den Elektrischen Kongressen zu Paris 1881 und zu Chicago 1893 zwar gewisse Erfolge gezeitigt hatten, indessen zum größten Teil ohne praktische Bedeutung blieben, versuchte der Elektrotechnische Verein im Jahre 1901 eine andere Lösung des Problems; er setzte einen „Unterausschuß für einheitliche Bezeichnung“ ein, welcher bereits im Jahre 1902 seine ersten Vorschläge veröffentlichte und „alle Fachgenossen des In- und Auslandes und ebenso die verwandten Zweige der reinen und angewandten Naturwissenschaft, besonders die Physiker und Ingenieure aller Zweige“ zur Mitarbeit einlud. Ein noch weiterer Schritt auf diesem Wege war im Jahre 1907 auf Anregung des Elektrotechnischen Vereins der Zusammenschluß von 10 wissenschaftlichen und Ingenieurvereinen in Deutschland, Österreich und der Schweiz, d. h. der deutschredenden Länder zur Begründung des „Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen“, der die Arbeiten des vom Elektrotechnischen Verein eingesetzten Unterausschusses übernehmen und im erweiterten Umfange fortsetzen sollte. Dieser Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF) hat nunmehr fünf Jahre seiner Tätigkeit hinter sich und es mag ein Interesse haben, auch weitere Kreise für seine Arbeiten zu interessieren¹⁾.

¹⁾ Diesen Ausführungen liegt der Inhalt eines von Dr. Karl Strecker herausgegebenen Heftes über die Verhandlungen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen in den Jahren 1907 bis 1911 zugrunde. Die späteren Arbeiten sind nach den offiziellen Veröffentlichungen des Ausschusses in den verschiedenen Vereinszeitschriften, z. B. Verhandl. d. Deutschen Physikalischen Gesellschaft 14, 827—831, 1912, 15, 143—150, 1913, geschildert.

Die Gründer des AEF sind die folgenden 10 Vereine: Elektrotechnischer Verein, Verband Deutscher Elektrotechniker, Verein deutscher Ingenieure, Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure, Deutsche Physikalische Gesellschaft, Deutsche Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie, Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Elektrotechnischer Verein in Wien, Schweizerischer Elektrotechnischer Verein; hinzutreten sind noch der Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmänner, der Verband Deutscher Zentralheizungsindustrieller, die Berliner Mathematische Gesellschaft, die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft und die Deutsche Chemische Gesellschaft. Der AEF umfaßt also jetzt 15 Vereine; seine Mitgliederzahl beträgt, da jeder Verein 4 Mitglieder zu ernennen hat, wenn alle Stellen besetzt sind, 60.

Die Aufgaben des AEF sind durch seine von den beteiligten Vereinen aufgestellte Satzung festgelegt und beziehen sich auf

1. einheitliche Benennung, Bezeichnung und Begriffsbestimmung wissenschaftlicher und technischer Einheiten;
2. einheitliche Festsetzung der Zahlenwerte wichtiger Größen;
3. einheitliche Benennung und Begriffsbestimmung der in Formeln vorkommenden Größen, Aufstellung einheitlicher Zeichen für diese Größen;
4. sonstige einheitliche Abmachungen in Formfragen auf wissenschaftlichem Gebiete.

Der Ausschuß soll mit einer gewissen Langsamkeit arbeiten, damit im Laufe der Verhandlungen alle Interessenten, nicht bloß die beteiligten Vereine selbst und ihre Mitglieder, sondern auch außenstehende Personen zu Wort kommen können. Zu diesem Zweck wird jede in den Arbeitsplan des AEF aufgenommene Aufgabe zunächst durch zwei oder mehrere hierzu bestimmte Mitglieder des AEF, in einzelnen Fällen unter Hinzuziehung anderer hierzu besonders geeignet erscheinender Persönlichkeiten vorgearbeitet und in die Form eines Entwurfes gebracht, der dann in Gesamtsitzungen des AEF in zwei Lesungen durchberaten wird. Soweit bei diesen Beratungen nicht über die endgültige Fassung des Entwurfes völlige Einheitlichkeit erzielt wird, darf wohl in der Versammlung eine mündliche Abstimmung herbeigeführt werden; doch gilt die Bestimmung, daß Beschlüsse über wichtigere Angelegenheiten nur mit überwiegender Mehrheit gefaßt werden dürfen. — Der endgültige Entwurf wird dann in den Zeitschriften der verschiedenen beteiligten Vereine veröffentlicht und zur Diskussion gestellt und unter Berücksichtigung der gemachten Einwände oder Ergänzungsvor-

schläge nach etwa Jahresfrist im AEF aufs neue durchberaten. Sind alle Punkte des Entwurfs genügend geklärt, so wird der Entwurf, eventuell nach notwendig gewordenen Änderungen als „Satz“ veröffentlicht. Ist eine genügende Einstimmigkeit noch nicht erzielt, so wird der Entwurf nochmals an die ersten Bearbeiter bzw. an eine verstärkte Kommission zurückverwiesen und ein von dieser abgeänderter Entwurf in der vorher beschriebenen Weise nochmals behandelt.

Die für den Erfolg nötige, langwierige Beratungsweise im AEF macht es erklärlich, daß bisher nur wenige Aufgaben durch die Aufstellung von Sätzen vollständig erledigt werden konnten. Diese Sätze, 4 an der Zahl, sowie die Formelzeichen des AEF, Liste A, sind im folgenden mit einigen Erläuterungen wiedergegeben:

Satz I. *Der Wert des mechanischen Wärmeäquivalentes.*

1. Der Arbeitswert der 15^o-Grammcalorie ist $4,189 \cdot 10^7$ Erg.
2. Der Arbeitswert der mittleren (0^o bis 100^o)-Calorie ist dem Arbeitswert der 15^o-Calorie als gleich zu erachten.
3. Der Zahlenwert der Gaskonstante ist:
 $R = 8,316 \cdot 10^7$, wenn als Einheit der Arbeit das Erg gewählt wird;
 $R = 1,985$, wenn als Einheit der Arbeit die Grammcalorie gewählt wird.
4. Das Wärmeäquivalent des internationalen Joule ist 0,23865 15^o-Grammcalorie.
5. Der Arbeitswert der 15^o-Grammcalorie ist 0,4272 mkg, wenn die Schwerkraft bei 45^o Breite und an der Meeresoberfläche zugrunde gelegt wird. —

Die Angaben zu 1 und 2 sind das Resultat einer eingehenden Diskussion aller einschlägigen Beobachtungsergebnisse. Der Arbeitswert der 15^o-Grammcalorie ergibt sich hiernach zwar nur zu $4,188 \cdot 10^7$ Erg, vielleicht gar nur zu $4,187 \cdot 10^7$ Erg. Der AEF hat aber geglaubt, dem Werte $4,189 \cdot 10^7$ Erg den Vorzug geben zu sollen, weil hierdurch die Kontinuität mit früheren Festsetzungen der Deutschen Bunsen-Gesellschaft sowie mit einem allgemeineren Gebrauch gewahrt blieb. — Die mittlere Calorie ist überhaupt bisher experimentell weniger genau bestimmt als die 15^o-Calorie; die etwas unbestimmte Festsetzung unter Nr. 2 reicht also aus, solange nicht weitere Versuche zur Ermittlung dieser Konstanten vorliegen. — Die Zahlen unter 3 bis 5 sind aus derjenigen unter 1 durch bloße Umrechnung gewonnen.

Bemerkenswert ist, daß von mehreren Seiten gewünscht wurde, die Benennung Calorie in Wärmeeinheit zu ändern. Der AEF hat sich diesen Wünschen nicht anschließen können, weil Wärmeeinheit kein Name, sondern ein allgemeiner Begriff ist und darum als Bezeichnung einer bestimmten Einheit so wenig brauchbar ist, wie etwa Längeneinheit, Gewichtseinheit usw. Zudem ist Calorie für internationale Verständigung geeignet, Wärmeeinheit dagegen nicht.

Satz II. *Leitfähigkeit und Leitwert.*

Das Reziproke des Widerstandes heißt *Leitwert*, seine Einheit im praktischen elektromagnetischen Maßsystem *Siemens*; das Zeichen für diese Einheit ist S.

Das Reziproke des spezifischen Widerstandes heißt *Leitfähigkeit* oder *spezifischer Leitwert*.

Satz III. *Temperaturbezeichnungen.*

1. Wo immer angängig, namentlich in Formeln, sollte die absolute Temperatur, die mit T zu bezeichnen ist, benutzt werden.
2. Für alle praktischen und viele wissenschaftlichen Zwecke, bei denen an der gewöhnlichen Celsiusskala festgehalten wird, soll empfohlen werden, lateinisch t zu verwenden, sofern eine Verwechslung mit dem Zeitzeichen t ausgeschlossen ist.

Wenn gleichzeitig Celsiustemperaturen und Zeiten vorkommen, so soll für das Temperaturzeichen das griechische ϑ verwendet werden.

Satz IV. *Ersatz der Pferdestärke.*

Die technische Einheit der Leistung heißt Kilowatt oder Großpferd. Sie ist praktisch gleich 102 Kilogrammometer in der Sekunde und entspricht der absoluten Leistung 10^{10} Erg in der Sekunde. Einheitsbezeichnungen kW und GP.

Aus der Begründung dieses Satzes mag folgendes angeführt werden: Der Wunsch, eine andere Leistungseinheit als die Pferdestärke im Verkehr zu benutzen, ist wohl längst in weiten Kreisen der Technik vorhanden, einmal, weil die Pferdestärke in keinem gebräuchlichen Maßsystem ein dekadisches Vielfaches der Grundeinheit für die Leistung ist, ferner aber, weil es namentlich für die Berechnung von Wirkungsgraden eine Erleichterung und große Bequemlichkeit wäre, wenn für sämtliche Energieformen nur eine einzige Leistungseinheit gebräuchlich wäre, insbesondere in der Mechanik und in der Elektrizitätslehre.

Daß die neue Leistungseinheit nur dem absoluten und nicht dem technischen Maßsystem angehören müsse, mit anderen Worten auf die Masse und nicht auf die Schwere des Gramm aufzubauen sei, dafür sprechen folgende Gründe:

- a) Ein Urnormal der Masse ist leichter sehr lange Zeit unverändert zu halten als ein Urnormal der Kraft.
- b) Bei Rechnungen nach dem technischen Maß ist die Erdbeschleunigung g gerade da wegzulassen, wo die Schwere wirkt (z. B. bei der Berechnung der Arbeit eines Kranes) und gerade da einzuführen, wo die Schwere nicht wirkt (z. B. bei der Berechnung der in einem Schwungrade aufgespeicherten Energie). Die Größe g hat also bei Rechnungen nach technischem Maß nicht den ihr logisch zukommenden Platz.
- c) Die Rechnung nach absolutem Maß ist begrifflich leichter als die nach technischem Maß. Das absolute Maß ist daher leichter zu lernen und zu handhaben als das technische.

Viele werden daran Anstoß nehmen, daß auch mechanische Leistungen in Kilowatt ausgedrückt werden sollen, weil sie gewöhnt sind, sich unter einer Zahl von Kilowatt eine elektrische Leistung vorzustellen. Es wird daher vorgeschlagen, der Einheit zwei Namen zu geben, die nach Wunsch gebraucht werden können. Der zweite neben Kilowatt zu benutzende Name soll so gewählt werden, daß er dem bisherigen der Pferdestärke nahe käme und deutlich an ihn erinnerte; einen Personennamen zu wählen, schien aus mehreren Gründen nicht angemessen. Es wurde daher Großpferd gewählt. *Es wird angenommen, daß dieser Name mit der Zeit verschwindet.*

Zur Umrechnung ergeben sich folgende, bereits für die Bedürfnisse der Technik abgekürzte Zahlen:

$$\begin{aligned} 1 \text{ GP} &= 1,36 \text{ PS} = 102 \text{ kgm/sek (genauer} \\ &101,973 \text{ kgm/sek,} \\ 1 \text{ PS} &= 0,735 \text{ GP} = 75 \text{ kgm/sek,} \\ 1 \text{ kgm/sek} &= 0,0098 \text{ GP} = 0,0133 \text{ PS.} \end{aligned}$$

Formelzeichen des AEF. Liste A.

Größe	Zeichen
Länge	l
Masse	m
Zeit	t
Halbmesser	r
Durchmesser	d
Wellenlänge	λ
Körperinhalt, Volumen	V
Winkel, Bogen	α, β, \dots
Voreilwinkel, Phasenverschiebung	φ
Geschwindigkeit	v
Fallbeschleunigung	g
Winkelgeschwindigkeit	ω
Umlaufzahl, Drehzahl (Zahl der Umdrehungen in der Zeiteinheit)	n
Wirkungsgrad	η
Druck (Druckkraft durch Fläche)	p
Elastizitätsmodul	E
Temperatur, absolute	T
„ vom Eispunkt aus	t
Wärmemenge	Q
Spezifische Wärme	c
Spezifische Wärme bei konstantem Druck	c_p
Spezifische Wärme bei konstantem Volumen	c_v
Wärmeausdehnungskoeffizient	α
Magnetisierungsstärke	\mathfrak{S}
Stärke des magnetischen Feldes	\mathfrak{H}
Magnetische Dichte (Induktion)	\mathfrak{B}
Magnetische Durchlässigkeit (Permeabilität)	μ
Magnetische Aufnahmefähigkeit (Suszeptibilität)	χ
Elektromotorische Kraft	E
Elektrizitätsmenge	Q
Induktivität (Selbstinduktionskoeffizient)	L
Elektrische Kapazität	C

Die Formelzeichen dieser Liste sind zurzeit bereits fast überall eindeutig im Gebrauch; die

Empfehlung, welche der AEF dieser Liste mit auf den Weg gibt, die Fachgenossen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Technik möchten sich der vorgeschlagenen Bezeichnungen bedienen, wenn sie keine besonderen Gründe dagegen haben, dürfte also wohl allgemein anerkannt werden.

Den „Sätzen“ möge jetzt eine Übersicht über die vom AEF bisher fertiggestellten „Entwürfe“ folgen, wobei beachtet werden mag, daß die fehlenden Nummern solche Entwürfe sind, die bereits in „Sätze“ umgewandelt wurden. Die Entwürfe befinden sich, der Natur der Sache nach, in einem sehr verschiedenen Entwicklungsstadium. Einige derselben, so z. B. Entwurf VII, haben wohl gewisse Einsprüche herausgefordert, sind aber trotz einer teilweise neuen Fassung im wesentlichen ungeändert geblieben. Andere, z. B. die Entwürfe I und V, sind nahezu ganz verworfen und werden erst später in wesentlich anderer Form neu entstehen. Auf sie soll darum auch hier nicht weiter eingegangen werden.

Entwurf I. *Begriffsbestimmung für Potential, Potentialdifferenz, Elektromotorische Kraft, Spannung, Spannungsdifferenz.*

Entwurf V. *Wechselstromgrößen.*

Entwurf VII. *Einheitsbezeichnungen.*

A. *Leitsätze für die Wahl von Einheitsbezeichnungen.*

1. Einheitsbezeichnungen werden ausschließlich durch gerade lateinische Buchstaben dargestellt. Punkte sind als Zeichen der Abkürzung nicht beizusetzen.

2. Die Einheitsbezeichnungen werden hauptsächlich in Verbindung mit Zahlenwerten benutzt. In Formeln aus Buchstaben empfiehlt es sich, die Einheitsbezeichnung unverkürzt zu schreiben.

3. Einheitsbezeichnungen sind entweder Einheitszeichen oder Abkürzungen. Die Zeichen unterscheiden sich in einfache und zusammengesetzte Zeichen. Ein einfaches Zeichen besteht aus einem einzigen Buchstaben. Ein zusammengesetztes Zeichen besteht aus mehreren einfachen Zeichen. Eine Abkürzung benutzt für eine Einheitsbezeichnung mehrere Buchstaben. Zusammensetzungen aus Zeichen und Abkürzungen werden gleichfalls gebildet.

4. Zusammengesetzte Einheitsbezeichnungen sollen so gebildet werden, daß die Ableitung der neugebildeten Einheit aus den ursprünglichen vollständig zu erkennen ist.

5. Die Vielfachen und Teile von Einheiten werden aus letzteren durch Vorsetzen geeigneter Buchstaben abgeleitet. $M = 10^6$; $k = 10^3$; $h = 10^2$; $d = 10^{-1}$; $c = 10^{-2}$; $m = 10^{-3}$; $\mu = 10^{-6}$.

6. Ein folgerichtiges System von Einheitsbezeichnungen kann sich nur auf Einheitszeichen aufbauen. Abkürzungen sind dazu nicht geeignet.

7. Es ist danach zu streben, die vorhandenen Abkürzungen nach und nach durch Zeichen zu ersetzen.

8. Die Einheitsbezeichnungen sollen nach Möglichkeit so gewählt werden, daß sie international gebraucht werden können.

B. Zeichen und Abkürzungen.

9. Einheiten für Raummaße:

- a) Länge: m; km; dm; cm; mm;
 $\mu = 0,001$ mm.
- b) Fläche: a; ha; m²; km²; dm²; cm²; mm².
- c) Raum, Hohlmaß: l; hl; dl; cl; ml;
 $\lambda = 0,001$ ml; m³; km³; dm³; cm³; mm³.

10. Einheiten für die Zeit.

- a) Zeitraum (Zeichen auf der Linie):
Stunde h; Minute min (m); Sekunde s.
- b) Zeitpunkt, Uhrzeit (Zeichen erhöht):
Stunde h; Minute min (m); Sekunde s.

11. Einheiten für mechanische Größen:

- a) Masse: t, g; dt; kg; dg; cg; mg;
 $\gamma = 0,001$ mg.
- b) Kraft: Dyn; 10^8 Dyn = 1 Vis, v; die Schwere eines Gramms unter 45° Breite heißt Bar, b, die Schwere eines Kilogramms Kilobar, kb, die Schwere einer Tonne Megabar, Mb; $1 v = 102$ kb.
- c) Arbeit: Erg; Joule J; $1 J = 10^7$ Erg; Vismeter vm; Wattstunde Wh; Kilowattstunde kWh, vgl. unter d) $1 kWh = 3600$ vm. — Barmeter bm; Kilobar-meter kbm; $1 vm = 1 kJ \approx 102$ kbm.
- d) Leistung: Watt und Kilowatt W, kW; neben Kilowatt auch Großpferd, GP; $1 kW = 1 GP = 1 vm/s$.
- e) Spannung: Vis auf das Quadratcentimeter v/cm²; Kilobar auf das Quadratmillimeter, auf das Quadratcentimeter kb/mm², kb/cm².

Atmosphäre, Abkürzung:

- 1 Atm. = 76 cm Hg von 0° (physikalische Atmosphäre).
- 1 at = 1 kb/cm² (technische Atmosphäre).

12. Einheiten für Wärmegrößen:

Celsiusgrad °C; Gramm-Calorie cal; Kilogramm-Calorie kcal.

13. Einheiten für Lichtgrößen:

Kerze (Hefnerkerze) HK Lumen (Hefnerlumen) Lm; Lux (Hefnerlux) Lx.

14. Einheiten für elektrische Größen:

Ampere . . . A	Voltcoulomb . . . VC
Volt . . . V	Wattstunde . . . Wh
Ohm . . . Ω	Voltampere . . . VA
Siemens . . . S	Amperestunde . . . Ah
Coulomb . . . C	
Joule . . . J	Milliampere . . . mA
Watt . . . W	Kilowatt . . . kW
Farad . . . F	Mikrofarad . . . μF
Henry . . . H	Megohm . . . M Ω

Dem Entwurf VII sind in seiner ursprünglichen, und in seiner hier vorliegenden umgearbeiteten Form umfangreiche Erläuterungen beigegeben,

auf die im einzelnen hier nicht eingegangen werden kann, bezüglich deren vielmehr auf die eingangszitierten Veröffentlichungen verwiesen werden muß. Hier sei nur noch folgendes hinzugefügt:

Zulässig und zum allgemeinen Gebrauch empfohlen ist die Bildung $m\mu = 10^{-6}$ mm (bei Wellenlängenangaben) an Stelle des unlogisch gebildeten $\mu\mu$ oder des falsch gebildeten μ^2 ; $\mu\mu$ würde nach gegenwärtigem Vorschlag $= 10^{-9}$ mm sein.

Gegen die vom deutschen Bundesrat vorgeschriebene Bezeichnung dz, Doppelzentner = 100 kg, ist vielfach Einspruch erhoben. An Stelle dessen ist vorgeschlagen hkg, Hektokilogramm, und dt, Dezitonne; das erstere ist nicht zu empfehlen, da mehrere Vorsätze in einem Namen sonst nicht benutzt werden. Dagegen ist gegen dt nicht viel einzuwenden; diese Bezeichnung wird daher vom AEF vorgeschlagen und zur Diskussion gestellt.

Die gleiche Benennung der Massen- und Kräfteinheit (Gramm) hat schon häufig zu Unzuträglichkeiten geführt; beiden Einheiten verschiedene Namen zu geben, scheint daher unerlässlich zu sein. Daß man die im bürgerlichen Leben allgemein gebräuchliche Masseneinheit, die gesetzlich und international Gramm heißt, anders nennen könnte, ist ausgeschlossen. Es bleibt also nur die Möglichkeit, die Kräfteinheit, die bisher von den Ingenieuren Gramm genannt wurde, anders zu nennen. Budde hat dafür im Jahre 1911 den Namen Bar (vom griechischen βαρύς, schwer) vorgeschlagen, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß dieselbe oder eine ähnliche Bezeichnung auch für eine Druckeinheit, Kraft pro Flächeneinheit, mehrfach angegeben wurde und auch schon in wissenschaftlichen Arbeiten benutzt worden ist.

Es kann demnach bezweifelt werden, ob man den Namen Bar für die Kräfteinheit benutzen darf; wenn man dies nicht für zulässig hält, muß ein anderer Name gefunden werden. Der AEF möchte aber die Erörterung über den Entwurf nicht durch die Wahl des neuen Namens, der gerade bei dieser Erörterung gefunden werden dürfte, aufgehalten sehen. Mit der Annahme des allgemeinen Vorschlages, für die Schwere des Gramm einen neuen Namen zu wählen, würden zahllose Schwierigkeiten und Mißverständnisse verschwinden. Er wird demnach dringend empfohlen.

Grübler schlägt noch eine weitere Einheit vor. Die Kräfteinheit des CGS-Systems, das Dyn, ist eine für technische Rechnungen unbequem kleine Kraftgröße; auch Megadyn ist für viele Rechnungen noch nicht groß genug, wohl aber die Kraft, welche der Tonnenmasse die Beschleunigung $1 m/sec^2$ (die Beschleunigungseinheit im metrischen System) erteilt. Diese Kräfteinheit, für welche Grübler 1892 das Wort „vis“ in Vorschlag gebracht hat, beträgt 10^8 Dyn = 100 Megadyn und entspricht annähernd der Schwere von 100 kg. Die entsprechende Arbeitseinheit wäre das Vismeter; die zugehörige Leistungseinheit, 1 Vismeter in der Sekunde, ist unter dem Namen Kilowatt eine längst bekannte Größe. Die vorgeschlagene Kräfteinheit paßt demnach besonders gut in das vom absoluten Maßsystem abgeleitete System der Elektrotechnik.

Entwurf VIII. *Arbeit und Energie.*

Obleich Arbeiten und Energien mit denselben Maßeinheiten gemessen werden, besteht doch zwischen ihnen ein wesentlicher Unterschied und es ist wünschenswert, daß diese beiden Begriffe auch außerhalb der engeren theoretischen Literatur schärfer auseinander gehalten werden, als bisher wohl meist geschehen ist. Der AEF schlägt deshalb folgende Festsetzungen vor:

I. 1. Eine Energieangabe bezieht sich stets auf einen *Zustand*, eine Arbeitsangabe dagegen stets auf eine *Zustandsänderung*.

2. Daher setzen sich Energieausdrücke aus gleichzeitigen Werten meßbarer Größen zusammen, Arbeitsausdrücke dagegen aus Werten, die sich über einen *Zeitabschnitt* verteilen.

3. Als Merkmal zur Unterscheidung von Energie und Arbeit folgt hieraus, daß sich eine Energieangabe auf einen *Zeitpunkt*, eine Arbeitsangabe dagegen auf einen *Zeitabschnitt* bezieht.

II. 4. *Mechanische Arbeit* ist das Produkt aus Weg und der in die Wegrichtung fallenden Komponente der Kraft.

5. *Elektrische* (genauer: elektromagnetische) *Arbeit* ist das Produkt aus Spannung, Strom und Zeit.

6. Es ist eine Eigentümlichkeit des Sprachgebrauches, andere Energieübertragungen *nicht* als Arbeiten zu bezeichnen.

III. 7. Geht ein System aus einem Zustand in einen anderen über, so bezeichnet man als *Abnahme seiner Energie* den in Arbeitseinheiten gemessenen Betrag aller Wirkungen, die bei diesem Übergang außerhalb des Systems hervorgebracht werden.

8. Da hierdurch nur die *Änderung* der Energie eines Systems definiert ist, so wird der Betrag der Energie erst durch die Wahl des Zustandes bestimmt, dem die Energie Null zugeschrieben werden soll (Nullzustand). Für manche Energieformen ergibt sich die Wahl des Nullzustandes in zweckmäßiger und daher allgemein gebräuchlicher Weise dadurch, daß eine weitere Verringerung dieser Energieform von diesem Zustand aus nicht mehr möglich ist (z. B. bei der elektrischen und bei der magnetischen Energie).

IV. 9a. Bei manchen Zustandsänderungen findet kein Energieaustausch zwischen verschiedenen Körpern (oder Teilen eines Körpers) statt, sondern die Energie wechselt nur ihre Form, ohne zu wandern.

9b. Im allgemeinen geht aber bei einer Zustandsänderung Energie von einem Körper auf einen anderen über, und zwar entweder durch mechanische oder durch elektrische Arbeit oder durch Wärmeleitung oder durch elektromagnetische Strahlung (zu der auch Wärme- und Lichtstrahlung gehören).

9c. Außerdem kann Energie auch ohne Zustandsänderung ihres Trägers dadurch ihren Ort ändern, daß sie an bewegten Körpern haftet (Konvektion).

10. Beispiele für Energieformen sind: kinetische Energie, mechanische Lagenenergie, elastische

Form- und Volumenenergie, Wärme, chemische Energie, elektrische Energie, magnetische Energie.

Zusatz. 11. Der Quotient aus der Arbeit und der auf sie verwendeten Zeit heißt *Leistung*. Die Leistung gibt die Stärke des Energiestromes durch eine Fläche (meist die Oberfläche eines Raumes) an.

Entwurf IX. *Durchflutung und Strombelag.*

1. Die algebraische Summe aller elektrischen Ströme durch eine beliebige Fläche heißt *elektrische Durchflutung*.

2. Bei einer elektrischen Strömung, die man als zweidimensional (flächenhaft) ansehen kann und will, heißt der Strom oder die Durchflutung durch eine zu den Stromlinien senkrechte Längeneinheit *Strombelag*.

Was mit diesen Festsetzungen beabsichtigt ist, ergibt sich wohl genauer aus der zu 1 mitgeteilten Begründung. Es wird darauf hingewiesen, daß bei der Angabe eines durch eine Fläche fließenden Stromes durch die Zahl der Amperedrähte der Amperedraht die Einheit dieses Stromes ist. Für den Begriff dieses Stromes selbst fehlt aber eine Bezeichnung, solange man unter „Strom“ nur den durch einen einzelnen Leiter fließenden Strom versteht. In einer wissenschaftlichen Kultursprache darf aber eine Bezeichnung für einen so wichtigen Begriff ebensowenig fehlen, wie für eine Meterzahl die Bezeichnung der Länge, eine Sekundenzahl die Bezeichnung Zeit, Voltzahl Spannung usw. Man darf mit ebensowenig sprachlichem Recht sagen, die Schenkel einer elektrischen Maschine hätten eine große Amperewindungszahl, wie man sagen darf, eine Strecke habe eine große Meterzahl, statt eine große Länge, oder ein Körper habe eine große Kilogrammzahl, statt ein großes Gewicht. Für die fehlende Bezeichnung der Größe, deren Einheit der Amperedraht ist, wird vorgeschlagen, das Wort *Durchflutung* zu wählen. Die Durchflutung kann danach definiert werden als der Strom, der eine beliebige (mehrere Leiterquerschnitte enthaltende) Fläche durchströmt. Wie man sagt, eine Maschine habe eine Spannung von so und so viel Volt, so hätte man also zu sagen, die Maschine (nämlich eine mittlere Kraftlinie der Maschine) habe eine Durchflutung von so und so viel Amperedrähten, oder, wenn man will, auch eine Durchflutung von so und so viel Ampere.

Entwurf X. *Mathematische Zeichen.*

Nr.	Zeichen	Bedeutung
1.	1. 1)	erstens
2.	()	Numerierung von Formeln; die Formelnummern sollen stets am rechten Rande des Textes stehen.
3.	‰, vH	Prozent
4.	‰, vT	Promille
5.	/	für ein, pro
6.	÷	bis (statt —)

Nr.	Zeichen	Bedeutung
7.	() [] { }	Klammer
8.	, ·	Dezimalzeichen; Komma unten, oder Punkt oben. Zur Gruppenabteilung bei größeren Zahlen darf weder Komma noch Punkt verwandt werden.
9.	0,0 ₅ 8	0,000008
10.	+	plus, mehr, und
11.	—	minus, weniger
12.	· ×	mal, multipliziert mit. Der Punkt steht auf halber Zahlenhöhe.
13.	: / —	geteilt durch
14.	=	gleich
15.	≡	identisch mit
16.	≠	nicht gleich
17.	≈	nahezu gleich, rund, etwa
18.	<	kleiner als
19.	>	größer als
20.	≪	klein gegen } von anderer groß gegen } Größenordnung
21.	≫	
22.	∞	unendlich
23.	√ [—]	Wurzelzeichen. Das Zeichen √ erhält einen oben angesetzten wagerechten Strich, an dessen Ende noch ein kurzer senkrechter Strich angesetzt werden kann.
24.		Determinante
25.		Betrag einer reellen oder komplexen Größe
26.	!	Fakultät
27.	Δ	endliche Zunahme
28.	d	vollständiges Differential
29.	∂	partiellcs Differential
30.	δ	Variation, virtuelle Änderung
31.	đ	Diminutiv
32.	Σ	Summe von; Grenzbezeichnungen sind unter und über das Zeichen zu setzen. Die Summationsvariable wird unter das Zeichen gesetzt.
33.	∫	Integral
34.		parallel
35.	#	gleich und parallel
36.	⊥	rechtwinklig zu
37.	Δ	Dreieck
38.	≅	kongruent
39.	∝	ähnlich, proportional
40.	∠	Winkel
41.	AB	Strecke AB
42.	(AB)	Bogen AB

Einer näheren Erläuterung bedarf unter diesen Zeichen nur das Diminutiv (Nr. 31), das in Anlehnung an einen von W. Voigt eingeführten Gebrauch vorgeschlagen worden ist. Anstatt des von Voigt gewählten Zeichens đ glaubt aber der AEF das obige đ vorschlagen zu sollen, das sich deutlicher vom Differentialzeichen unterscheidet. Es ergibt sich dann folgende Gegenüberstellung: dx ist eine unendlich kleine Zunahme von x, dagegen ist đx eine unendlich kleine Größe, die sich nicht als Zunahme einer Größe x auffassen läßt. Daher ergibt dx integriert $x_2 - x_1$, dagegen đx integriert x.

Entwurf XII. Formelzeichen des AEF.
Liste B.

Nr.	Größe	Zeichen
1.	Fläche	F
2.	Kraft	P
3.	Moment einer Kraft	M
4.	Leistung	L
5.	Normalspannung	σ
6.	Spezifische Dehnung	ε
7.	Schubspannung	τ
8.	Schiebung (Gleitung)	γ
9.	Schubmodul	G
10.	Spezifische Querkzusammenziehung ν = 1/m (m Poissonsche Zahl). .	ν
11.	Trägheitsmoment	J
12.	Centrifugalmoment	C
13.	Reibungsziffer (Koeffizient)	μ
14.	Widerstandsziffer für Flüssigkeitsströmung	ζ
15.	Schwingungszahl in der Zeiteinheit .	n
16.	Mechanisches Wärmeäquivalent . . .	J
17.	Innere Energie	U
18.	Entropie	S
19.	Verdampfungswärme	r
20.	Heizwert	H
21.	Brechungsquotient	n
22.	Hauptbrennweite	f
23.	Lichtstärke	J
24.	Widerstand, elektrischer	R
25.	Stromstärke, elektrische	I

Gegenüber Liste A (vgl. oben)⁸ enthält Liste B Bezeichnungen, die bisher weniger allgemein angenommen sind, doch herrscht in betreff 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23 fast durchweg Übereinstimmung in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaft, welche diese Größen verwenden, ebenso betreffs 5, 6, 7, 8, 9, 10 in dem Gebiete, für welches diese besonderes Interesse haben. Wirkliche Einheitlichkeit kann natürlich nur dann erreicht werden, wenn von einzelnen Interessentenkreisen unvermeidliche Opfer gebracht werden.

Außer den hier eingehend geschilderten Sätzen und Entwürfen beschäftigen den AEF noch eine Reihe von Aufgaben, von denen die folgenden genannt sein mögen:

Aufgabe IX. Unterscheidende Namengebung für die Arten des Wechselstroms, die Arten der in Wechselstrommotoren auftretenden Elektromotorischen Kräfte und die Arten der Wechselstrommotoren.

Aufgabe X. Benennungen in der Regeltheorie.

Aufgabe XI. Verbesserung der elektrotechnischen Benennungen.

Aufgabe XIII. Neues Maßsystem.

Aufgabe XIV. Dichte und spezifisches Gewicht.

Aufgabe XV. Feld und Fluß (Gebrauch dieser Worte).

Aufgabe XVI. Änderung des Kraftlinienflusses.

Aufgabe XVII. Drehzahl.

Aufgabe XVIII. Drehsinn und Voreilung im Wechselstromdiagramm.

Aufgabe XIX. Einheitliche Normaltemperatur.

Aufgabe XX. Energieeinheit.

Hierzu kommen immer neue Anregungen, die dem AEF seitens seiner Mitglieder oder auch von außen her geboten werden. Für eine ausgiebige Beschäftigung des AEF ist also noch lange gesorgt.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen.

Von Prof. Dr. R. F. Fuchs, Breslau.

(Schluß.)

Welche Beweise können wir nun dafür anführen, daß die Chromatophoren ein Organ zur Ausnützung sonst nicht ausnützbarer Energieformen der strahlenden Energie sind, daß sie ein *Organ der Wärmeregulierung* darstellen? Von diesem Gesichtspunkt aus gewinnt zunächst die Tatsache, daß die Säugtiere und Vögel trotz der unzweifelhaften Gegenwart von Chromatophoren *keinen* durch sie bedingten Farbenwechsel haben, prinzipielle Bedeutung. Denn alle Tiere, welche einen durch Chromatophoren bedingten ausgesprochenen Farbenwechsel haben, sind *poikilotherme* Lebewesen, das heißt, diese Tiere sind nicht instande, eine von der äußeren Umgebung bis zu einem gewissen Grade unabhängige Körpertemperatur zu erhalten. Nach *Rubners* Auffassung fehlt den Poikilothermen — gewöhnlich Kaltblütler genannt — die *chemische* Wärmeregulation, so daß sie stärkere Wärmeverluste nach außen nicht durch gesteigerte Wärmeproduktion auszugleichen vermögen, so daß ihre Eigentemperatur sinkt und damit auch der Umfang ihrer Oxydationsprozesse, weil selbstverständlich auch bei diesen Tieren die Reaktionsgeschwindigkeit nicht unabhängig von der Temperatur ist. Da aber das Temperaturintervall, in dem die Poikilothermen leben können, doch ein beträchtliches ist, wesentlich größer als das, innerhalb dessen die Zellen des Organismus lebensfähig bleiben können, so kann auch den Poikilothermen *nicht jede Wärmeregulation fehlen*, denn sonst würden sie einer schädlichen Überhitzung oder zu starken Abkühlung schutzlos preisgegeben sein. Ich bin deshalb der Meinung, daß diese Tiere eine *physikalische* Wärmeregulation besitzen, welche mit ihrer beschränkten Leistungsfähigkeit wohl ausreicht, die

Eigentemperatur der Tiere innerhalb jener schwankenden Grenzen zu erhalten, welche ohne Gefährdung der Vitalität der Zellen ertragen werden kann, aber unzureichend ist, eine konstante Eigentemperatur, wie bei den Homoiothermen (Warmblütlern) zu erhalten. Das Organ der physikalischen Wärmeregulation der Poikilothermen scheint mir, wie schon wiederholt hervorgehoben wurde, das Chromatophorensystem zu sein.

Bei den homoiothermen Tieren können die Chromatophoren als Organ der physikalischen Wärmeregulation (Veränderung der Strahlung und Leitung) keine Rolle mehr spielen, denn die Behaarung und Befiederung sichert eine ausreichende physikalische Wärmeregulation, außerdem sind die Chromatophoren durch das vollkommener funktionierende Organ (Haare, Federn) verdeckt. Für die Homoiothermen hat die Ausnützung der von außen zugeführten Wärmestrahlen eine untergeordnete Bedeutung, da sie durch ihre eigene *Wärmeproduktion* eine genügende Wärmemenge zu erzeugen vermögen und ihre Regulationsmechanismen hauptsächlich auf die *Entwärmung* eingerichtet sind, also die Wärmeabgabe nach außen regeln, um eine Überhitzung oder einen zu großen Wärmeverlust zu verhindern. Bei dieser Entwärmung spielt aber die *Wasserverdampfung* von der Hautoberfläche und den Lungen die größte Rolle.

Bei allen *im Wasser lebenden Organismen* ist jedoch der mächtigste Faktor der physikalischen Wärmeregulation, die Wasserverdampfung, unmöglich. Und gerade unter diesen poikilothermen Tieren finden wir solche, die ein *ausgesprochenes Chromatophorensystem* besitzen. Es ist wohl eine der bemerkenswertesten, aber bis jetzt vollkommen übersehene Tatsache, daß innerhalb des Stammes der Gliederfüßler (Arthropoden) *nur die wasserbewohnenden* Kruster einen ausgesprochenen Farbenwechsel durch Chromatophoren besitzen, während die *landlebenden* Klassen dieses Tierstammes (Tausendfüßler, Insekten und Spinnentiere) *keinen* chromatophorischen Farbenwechsel zeigen. Wollte man für die stammesgeschichtliche Entwicklung der Chromatophoren die Schutzfärbung als maßgebend anerkennen, dann stände man hier vor einem unlösbaren Rätsel, denn es wäre niemals zu verstehen, warum gerade die Chromatophoren der Kruster zu einem schützenden Farbenwechsel geeignet sein sollten, während die Chromatophoren aller übrigen Gliederfüßler zur Ausbildung eines schützenden Farbenwechsels keinen Selektionswert besitzen sollten. Selbst der eifrigste Anhänger der Schutzfärbungshypothese wird wohl nicht behaupten wollen, daß die Kruster einen Farbenwechsel zum Schutze vor ihren Feinden nötiger haben als die anderen Gliederfüßler.

Diese Scheidung der Arthropoden bezüglich des Farbenwechsels fällt zusammen mit der Scheidung des Stammes in die beiden Unterstämme, die Branchiaten (Kiemenatmer) und Tracheaten (Tracheenatmer), so daß also *nur die Branchiaten* einen chromatophorischen Farbenwechsel besitzen. Die Tracheaten besitzen als Luftatmer eine hinreichende Möglichkeit der *Wärmeregulation durch Wasserver-*

dampfung, da die Luft des den ganzen Körper durchsetzenden feinen Kanalsystemes der Tracheen ständig gewechselt wird, zudem haben noch viele Tracheaten einen ausgesprochenen *Haarpelz* sowie häufig *Schuppenbelege*, zwischen denen *stehende Luftsäulen* als Wärmeisolatoren vorhanden sind, so daß diese Tiere nicht nur gegen Überhitzung, sondern auch gegen zu große Wärmeverluste einigermaßen geschützt sind. Wir finden hier bereits *alle* Mechanismen der physikalischen Wärmeregulation der Homiothermen im Prinzip ausgebildet.

Da alle diese Mittel der physikalischen Wärmeregulation den im Wasser lebenden Branchiaten *fehlen*, so wären sie nicht imstande, sich vor Überwärmung, beziehungsweise zu starker Entwärmung, zu schützen. Dagegen scheint das Chromatophorensystem imstande zu sein, eine gewisse physikalische Wärmeregulation zu vermitteln. Durch Expansion erscheinen die Tiere dunkel bis schwarz, während sie bei Retraktion des Pigmentes hell erscheinen; damit wird das *Wärmestrahlungs-* und *Absorptionsvermögen* der Tiere geändert, so daß sie sowohl mehr Wärmestrahlen aufnehmen können, als auch sich gegen eine zu intensive Bestrahlung zu schützen vermögen, wenn sie für die Tiere nachteilig wäre. Vor allem scheint ein *Schutz gegen die Überwärmung* ein sehr notwendiger für alle Tiere zu sein, da die Temperaturerhöhung an sich zu einer Beschleunigung der chemischen Umsetzungen, also zu vermehrtem Stoffverbrauch führt; und ferner könnte die Lebensfähigkeit des Protoplasmas durch die erhöhte Temperatur geschädigt werden. *Rubner* vermutet, daß der Kampf gegen die Überwärmung vielleicht das *wichtigere* und *primäre* Regulationsprinzip in der Tierwelt gewesen sei. Als Stütze für diese Anschauung läßt sich besonders anführen, daß die Lebensfähigkeit des Protoplasmas der Metazoen (vielzellige Tiere) eine verhältnismäßig geringe Temperaturgrenze nach oben (Temperatursteigerung) aufweist, während niedere Temperaturen viel weniger schädigend wirken. Ja viele Tiere, z. B. Insekten, können sogar ziemlich weite Unterkühlungen ohne Schädigung ihrer Lebensfähigkeit ertragen (*Bachmetjew*).

Es ist nun durch eine große Reihe von Versuchen festgestellt worden, daß die *Temperatur* der umgebenden Medien eine ausgesprochene *Einwirkung auf die Tierfärbung* hat. Obgleich die meisten Autoren die aufhellende Wirkung der Wärme und die verdunkelnde Wirkung der Kälte beobachtet haben, so fehlt es doch nicht an widersprechenden Beobachtungen. Leider sind systematische Versuchsreihen über diese Frage niemals angestellt worden; nur *von Frisch* hat an Fischen den Einfluß lokaler Temperatureinflüsse genauer untersucht und kam zu dem Resultat, daß lokale Erwärmung eine Verdunklung und Abkühlung eine lokale Aufhellung hervorbringt. Die Ergebnisse dieser engbegrenzten Temperatureizen dürfen aber keineswegs auf die freilebenden Tiere übertragen werden, da ja durch eine solche engumschriebene *lokale* Temperaturreizung der *Gesamtstoffwechsel* kaum beeinträchtigt wird, während die Temperaturwirkung auf das ganze Tier es tut und vor allem auch den *Erreg-*

barkeitszustand der nervösen Zentralorgane beeinflusst, von denen aus die Reaktionen des ganzen Tieres beherrscht werden.

Wenn die von mir vertretene Anschauung richtig ist, daß bei den Branchiaten infolge der Unmöglichkeit einer Wasserverdampfung nur die Chromatophoren das *einzig* Wärmeregulierungsorgan darstellen, dann dürfen in der Luft lebende Tiere, denen eine Entwärmung durch Wasserverdampfung möglich ist, *keinen* Farbenwechsel durch Chromatophoren besitzen. Dieser notwendigen Beweisführung scheinen nun die am Lande lebenden *Reptilien*, welche einen ausgesprochenen Farbenwechsel besitzen, ganz entschieden zu widersprechen, wofür ja der altbekannte Farbenwechsel des Chamäleons das geradezu klassische Beispiel ist. Und doch ist dieser Widerspruch nur ein scheinbarer, denn die beschuppten oder bepanzerten Reptilien haben *keine Möglichkeit einer Wärmeregulation durch Wasserverdampfung von der Hautoberfläche* aus, da ihnen die Hautdrüsen fehlen, oder nur an ganz vereinzelter Stellen in geringer Zahl vorhanden sind. Ihnen bleibt als Lungenatmern nur die unzureichende Wasserverdampfung von der Lungenoberfläche aus, so daß die Chromatophoren ihre physiologische Funktion als Wärmeregulationsorgan noch in vollem Umfang beibehalten haben.

Die *Amphibien*, welche einen umfangreichen und verhältnismäßig rasch verlaufenden Farbenwechsel durch Chromatophoren besitzen, scheinen erst recht meinen Voraussetzungen zu widersprechen, denn bei allen nackten Amphibien ist eine starke Wasserverdampfung von der Haut aus möglich, so daß auf diese Weise eine mehr als ausreichende Entwärmung zustande kommen kann. Hier muß aber berücksichtigt werden, daß die Amphibien während der ganzen Dauer ihres *Larvenstadiums ständig an das Wasser gebunden sind* und nach Vollendung ihrer Metamorphose auch während des Landlebens sich an *feuchten* schattigen Plätzen in der Nähe des Wassers aufhalten, wo eine feuchte Atmosphäre ist. Es kann mithin auch während des Landaufenthaltes der Amphibien die Wasserverdampfung von der Hautoberfläche nur eine verhältnismäßig sehr *geringe* sein, so daß auch bei diesen Tieren das Chromatophorenspiel noch immer einen wesentlichen Faktor der physikalischen Wärmeregulation darstellt. Und gerade von unseren Fröschen wissen wir seit den Untersuchungen von *Biedermann* und anderen, daß das Licht einen viel geringeren Einfluß auf den Farbenwechsel hat als andere *Hautreize*, indem die Hautfärbung in *erster Linie durch die Temperatur und Feuchtigkeit* der Umgebung bestimmt wird, während beim Laubfrosch noch besonders die *Tasteindrücke* eine entscheidende Rolle spielen.

Wir konnten alle bisher aufgetauchten Einwände nicht nur widerlegen, sondern sogar zu beweiskräftigen Stützen für die vertretene Anschauung heranziehen.

Wir wissen schon seit langem, daß der Farbenwechsel unter dem *Einfluß des Nervensystems* steht, und zwar gibt es im Zentralnervensystem eigene Färbungszentren, von denen aus der ganze Ablauf

des Farbenwechsels reguliert wird. Offenbar handelt es sich hier darum, daß die koloratorischen Funktionen eine lebenswichtige Bedeutung sowie eine Mannigfaltigkeit der Form im Laufe der Phylogenese erlangt haben, so daß es notwendig war, den prompten Ablauf des sich ständig wiederholenden Vorganges zu sichern, *ihn zum Reflex zu machen*; außerdem war mit dem Moment, wo eine gewisse Mannigfaltigkeit der koloratorischen Reaktionen auf äußere oder innere Reize erfolgen konnte, ein *Koordinationszentrum* notwendig, wenn auf verschiedene Reize deutlich voneinander unterscheidbare zweckentsprechende Reaktionen erfolgen sollten. Alle diese höheren Ordnungsfunktionen werden von den nervösen Zentralorganen vermittelt, die sich durch funktionelle Anpassung entwickelt haben.

Die Anhänger der Schutzfärbungshypothese haben gerade die nervöse Regulation des Farbenwechsels als eine der wertvollsten Stützen für ihre Auffassung angesehen, besonders deshalb, weil bestimmte Reflexe des Farbenwechsels *vom Auge* aus vermittelt werden. Daraus schlossen sie weiter, daß das *Licht* der maßgebendste Faktor für den Farbenwechsel sei, und daß das ganze Farbenspiel nur eine Anpassung der Tierfärbung an die Umgebung bezwecke, also der Schutzfärbung diene. Wenn diese Auffassung richtig wäre, dann wäre es nicht zu verstehen, daß auch *geblendete* Tiere auf vielfache *nicht optische* Reize, also besonders auf Temperatur- und Feuchtigkeitsveränderungen einen intensiven Farbenwechsel zeigen und daß bei manchen sehenden Tieren (Amphibien) die *optischen* Reize *ganz in den Hintergrund treten* gegenüber den nicht optischen. Diese Tatsachen allein genügen schon, um mit Sicherheit zu sagen, daß das Auge erst *sekundär* und relativ spät einen Einfluß auf die Tierfärbung erlangt hat und daß der Anstoß zur Ausbildung eines Farbenwechsels niemals in der Schutzfärbung gelegen haben kann. Wäre die Farbenanpassung der Anstoß zur Ausbildung des Farbenwechsels gewesen, dann müßte sich nachweisen lassen, daß die Temperatur- und Feuchtigkeitsreaktionen der Färbung *aus rein optischen* Ursachen notwendig waren, was aber niemals möglich ist. Wir haben aber auch direkte Beweise dafür, daß die Augen erst relativ spät einen Einfluß auf die Tierfärbung erlangen. Schon *Hermann* hatte gefunden, daß junge Froschlarven auf Belichtung und Verdunkelung einen *entgegengesetzten* Farbenwechsel zeigen als sehende normale erwachsene Tiere. *Babák* konnte nun neuerdings zeigen, daß ganz junge Axotllarven *genau dieselben Lichtreaktionen der Chromatophoren wie geblendet ausgewachsene Tiere aufweisen*. Erst in einem späteren Larvenstadium beginnt der regulierende Einfluß des Auges sich geltend zu machen, der die Lichtreaktion der Chromatophoren gerade umkehrt. Werden aber diese Larven, die bereits den Einfluß der Augen erkennen lassen, ihrer Sehorgane beraubt, dann reagieren sie auf Licht genau so wie die *allerjüngsten* Larven. Es muß hier noch besonders darauf hingewiesen werden, daß die Pigmentzellen schon in *sehr frühen* Entwicklungsstadien deutliche Pigmentverschiebungen (Expansion und Retraktion) erkennen lassen.

All diese Beobachtungen zeigen unzweifelhaft, daß optische Ursachen niemals als *kausale* Faktoren für die Entstehung des Farbenwechsels in Frage kommen können. Das Auge hat nur sekundär einen *regulatorischen* Einfluß auf den Farbenwechsel erlangt, wie ja auch das Nervensystem erst sekundär als Ordnungsorgan auf alle rein vegetativen Prozesse regulatorischen Einfluß gewonnen hat.

Man könnte immer noch gegen meine Auffassung geltend machen, daß die optische Beeinflussung des Farbenwechsels, welche ja zweifellos feststeht, auch nicht erklärt werden kann, wenn man das *primäre* Moment zur Ausbildung des Farbenwechsels in der Notwendigkeit einer physikalischen Wärmeregulation sucht. Dieser Einwand wird scheinbar noch schwerer wiegend, wenn man bedenkt, daß die nervösen Teile des Auges selbst durch Wärmestrahlen nicht erregt werden können, da die ultraroten Strahlen in den Augenmedien vollkommen absorbiert werden. Aber auch diese Einwände lassen sich widerlegen. Denn für das freilebende Tier ist das *Sonnenlicht nicht nur Lichtquelle* im optischen Sinne, sondern es ist auch *zugleich die Wärmequelle*, so daß für die Tiere stets eine *gleichzeitige untrennbare* Einwirkung von Licht und Wärme stattfindet. Diese Koinzidenz der Reize muß notwendig zu einer *Assoziation* dieser beiden Reizmodalitäten führen. Daher ist es auch nicht wunderbar, daß jenes Organ, für welches die Lichtwellen den adäquaten Reiz darstellen, indirekt der Wärmeperzeption dienstbar wird, da sich die Koinzidenz von Licht- und Wärmestrahlen nicht nur auf die zeitlichen Verhältnisse beschränkt, sondern auch beide Reize nach der *quantitativen* energetischen Richtung hin einen parallelen Verlauf zeigen. So konnten sich vom Auge aus, als einem *indirekten* Organ der Wärmeperzeption, auch im Laufe der Phylo- und Ontogenese weitgehende reflektorische Beeinflussungen des wärmeregulatorischen Apparates ausbilden. Diese Reflexverkettung ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine der phylogenetisch ältesten, die vorhanden sind. In dem Maße aber, wie die Tiere in ihrem Lebensgetriebe immer mehr unter die Herrschaft der von den Augen ausgehenden Erregungsprozesse gelangen, um so vorherrschender und feiner differenziert werden dann auch die vom Auge auf alle Funktionen vermittelten Reflexe sein, während die anderen Sinneseinwirkungen immer mehr in den Hintergrund gedrängt werden. In unserem speziellen Falle mußte also das thermoregulatorische Chromatophorensystem immer deutlicher vom Auge aus reflektorisch beeinflussbar werden, so daß eine Reihe von Reaktionen zustande kam, die rein optisch bedingt erschienen, und deren thermoregulatorische Bedeutung nicht ohne weiteres hervortritt.

Für die Beurteilung des ganzen Farbenwechselproblems ist es von weittragender Bedeutung, daß das *Licht auch ohne die Vermittlung der Augen Farbwechsellerscheinungen hervorzubringen vermag*, wie die Versuche an vollkommen geblendeten Tieren ergeben haben, ja *Hertel* hat sogar an isolierten Hautstücken von Tintenfischen, deren Nerven durch Atropin gelähmt waren, eine *direkte* Reaktion der Chromatophoren auf Licht nachweisen

können. Außerdem hat *von Frisch* durch Belichtung des Scheitelfleckes blinder Pfrillen deutliche Färbungsreaktionen auslösen können, welche denen sehender Tiere gerade entgegengesetzt gerichtet sind. Wenn selbst das Licht an geblendeten Tieren Farbenreaktionen auszulösen vermag, so geht daraus hervor, daß selbst *diese* Reaktionen nicht einmal primär durch den *Sehakt* zustande gekommen sind, denn sonst wären Lichtreaktionen ohne Augen ein Ding der Unmöglichkeit.

Zweifellos werden die Färbungsreflexe, welche ein dunkler oder heller *Untergrund* bei Fischen und Krebsen hervorbringt, durch die Augen vermittelt; durch diese Färbungsreflexe wird eine Übereinstimmung der Tierfarbe mit der Farbe des Grundes erzielt, welche von den Anhängern der Schutzfärbung wohl als stärkste Stütze ihrer Anschauung angeführt werden kann.

Trotzdem könnten die durch die Augen vermittelten Helligkeitsanpassungen der Tiere an die Helligkeit des Grundes gleichfalls mit der physikalischen Wärmeregulierung in Zusammenhang stehen. Denn wenn ein Tier durch seine Färbung von dem Wärmeabsorptions- und Strahlungsvermögen des Grundes sich wesentlich unterscheidet, so kann es vielleicht durch Änderung seiner Färbung sich mit den übrigen thermischen Faktoren des Grundes wieder in Einklang bringen. Außerdem sind aber auch noch andere als optische Faktoren für die Übereinstimmung der Helligkeiten des Tieres und des Grundes von maßgebender Bedeutung. Denn sowohl die Versuche von *Steinach* an Tintenfischen, als jene von *van Rynberk* an Schollen sowie die von *Biedermann* an Laubfröschen haben zweifellos ergeben, daß die der Haut durch die Umgebung vermittelten *Tasteindrücke* eine ganz wesentliche Rolle spielen. Um nur einige Beispiele anzuführen, seien folgende erwähnt: *Steinach* konnte zeigen, daß nach Abtragen der Saugnäpfe bei Tintenfischen der spontane Farbenwechsel erlischt, ferner fand *van Rynberk*, daß sehende Schollen, welche sich einem Sandgrund in ihrer Färbung vollkommen anpaßten, es nicht mehr so vollkommen tun, wenn der Sand mit einer glatten Glasplatte bedeckt wird. Das sind wohl genügende Beweise dafür, daß selbst die Anpassung der Tierfarbe an die Farbe des Grundes nicht einmal eine rein optische ist, sondern daß auch hier andere Faktoren noch mitspielen.

In diesem Zusammenhange möchte ich noch auf eine sehr merkwürdige Konsequenz hinweisen, die sich daraus ergibt, wenn wir die Farbenanpassung der Fische an die Farbe des Grundes nur als Schutzfärbung ansehen wollten. Denn eine Farbenübereinstimmung zwischen Fisch und Grund würde nur dann einen Schutzwert haben, wenn die Fischfeinde *nur von oben her* ihre Beute angreifen würden, oder die Fische ihre Beutetiere *nur von unten her*. Es könnte somit eine solche Schutzfärbung nur für die ständig am Grunde lebenden Tiere eine Bedeutung haben. Da aber auch die *freischwimmenden* Tiere die gleiche Farbenanpassung zeigen, so kann sie ihnen keinen Schutz gewähren, da Beutetiere und Feinde in den gleichen Höhen des

Wassers leben und bald von oben, oder von unten, oder von den Seiten her aufeinanderstoßen. Es müssen also auch hier *andere* Ursachen für die Entstehung dieses Färbungsreflexes maßgebend gewesen sein.

Eine sehr wesentliche Stütze für die thermoregulatorische Funktion des Chromatophorensystemes bietet seine *Innervation*, die ganz genau derjenigen entspricht, welche die Hautgefäße, Haarmuskeln und Schweißdrüsen haben, also jene Gebilde, welche die Organe der physikalischen Wärmeregulation der Warmblütler sind. Wir können bei dieser Betrachtung selbstverständlich nur die Wirbeltiere untereinander vergleichen, weil sonst eine Homologisierung der einzelnen Abschnitte des zentralen und peripheren Nervensystems nicht möglich ist.

Bei Fischen, den bis jetzt bezüglich des Verlaufes der koloratorischen Bahnen am genauesten untersuchten Wirbeltieren, liegt das Zentrum, von dem die Erregung der Chromatophoren beherrscht wird, am Vorderende des verlängerten Markes; von da aus verlaufen die Bahnen eine Strecke weit im Rückenmark nach abwärts, treten aber in der Gegend des 15. Wirbels in den Grenzstrang des sympathischen Nervensystemes über, in dem sie sowohl kopfwärts als schwanzwärts verlaufen. Die koloratorischen Nerven verlassen dann aber auf dem Wege der Verbindungsäste (*Rami communicantes*) den Grenzstrang und begeben sich in die Rückenmarksnerven und gelangen mit ihnen zu den Chromatophoren der Hautbezirke. Für die Kopfchromatophoren treten die Nerven aus dem Grenzstrang in den fünften Gehirnnerven (*Trigeminus*) über, mit dem sie an ihr Innervationsgebiet gelangen. Analog ist auch der Verlauf der koloratorischen Bahnen bei den Amphibien. Und ebenso ist auch der Verlauf für die *Innervation der Organe der physikalischen Wärmeregulation* der Warmblütler, wenn wir von einigen ganz unwesentlichen Unterschieden absehen. Es kann unmöglich ein blinder Zufall sein, daß zwei Organsysteme der Wirbeltiere einen bis in alle Einzelheiten gleichen sehr komplizierten Innervationsmechanismus haben. Wir müssen vielmehr annehmen, daß es sich hier auch um *funktionell*, also physiologisch gleichwertige (*homologe*) Organe handelt.

Dieser geschilderte Innervationstypus findet sich bei allen vegetativen, reflektorisch sich abspielenden Prozessen, welche unter der Herrschaft des *autonomen Nervensystems* stehen und dem Willen der Tiere nicht untergeordnet sind. Aus einer großen Reihe von Versuchen wissen wir, daß das *Nebennierenextrakt* (Adrenalin) auf die Organe des autonomen Systemes *erregend* wirkt, während das *Nikotin* die Ganglienzellen des autonomen Systemes *lähmt*. Die Versuche von *Lieben* haben nun eine starke Erregung der Chromatophoren durch Adrenalin ergeben, während ich die Lähmung des Chromatophorenapparates durch Nikotin festgestellt habe. Damit ist ein weiterer Beweis dafür geliefert, daß die Chromatophoren dem autonomen Nervensystem unterstehen, also ihre Funktion eine *unwillkürliche* ist; und endlich ist durch Versuche über-

zeugend nachgewiesen worden, daß das *Großhirn* (Vorderhirn), der Sitz der psychischen Leistungen, *kein Zentralorgan für die Chromatophorenfunktion*, den Farbenwechsel, darstellt.

Wollen wir aber als Funktion des Chromatophorensystems die Schutzfärbung ansehen, dann brauchen wir einen Innervationstypus, in dem das *Vorderhirn eine wichtige Zentralstation* ist, denn dann müssen die durch das Auge vermittelten optischen Eindrücke, Farben und Helligkeiten, im Vorderhirn analysiert werden, es handelt sich um *psychisches Sehen*, Erkennen von Einzelfaktoren der Umwelt. Solche hohe Leistungen kann das autonome Nervensystem *nicht* vollbringen, mit einer solchen Funktion ist der Innervationstypus der Chromatophoren unvereinbar. Also auch die vergleichend physiologische Analyse der Chromatophoreninnervation weist mit aller Entschiedenheit darauf hin, daß die *ursprüngliche* physiologische Funktion der Chromatophoren *nicht in der Schutzfärbung* gelegen haben kann. Dagegen spricht der ganze Innervationstypus dafür, daß wir es mit einem *Organ der physikalischen Wärmeregulation* zu tun haben, analog jenen bei den warmblütigen Tieren.

Wir können unsere Ausführungen über die physiologische Funktion des Chromatophorensystems nicht abschließen, ohne auf das *Hochzeitskleid* der Tiere einzugehen, das von den Anhängern der Schutzfärbungshypothese als *Schmuckfärbung* angesehen wird. Ganz abgesehen davon, daß eine solche Auffassung ein sicheres *Farbsehen* der Tiere voraussetzen würde, müßten die Tiere auch hochkomplizierte *ästhetische Urteile* fällen. Für beide Voraussetzungen sind aber zwingende Beweise bis jetzt noch nicht erbracht worden. Außerdem ist mir bis jetzt noch keine einzige sichere Beobachtung bekannt geworden, daß ein Weibchen ein schöner gefärbtes Männchen einem weniger schön gefärbten vorgezogen hätte. Im Gegenteil ist es eine in Jägerkreisen bekannte Tatsache, daß bei kämpfenden Hirschen der am Platze gebliebene Unterlegene von der Hirschkuh (dem Tier) ohne weiteres angenommen wird, auch wenn er der elendste Spießer ist, während der gewaltige Sieger röhrend von dannen zieht. Solche Beobachtungen zeigen, daß die sexuelle Zuchtwahl der Weibchen eine willkürliche Übertragung rein menschlicher Vorstellungen auf das Tierleben ist, ohne daß dafür die notwendigen exakten Beobachtungen vorgelegen haben.

Das Auftreten des Hochzeitskleides kann aber ohne Schwierigkeiten erklärt werden aus der *lebhaften Steigerung der Stoffwechselprozesse*, welche sich im Tierkörper während der *Sexualperiode* abspielen. Es ist nicht nur der Gesamtstoffwechsel gesteigert, im besonderen hat die Tätigkeit der Geschlechtsdrüsen eine ganz enorme Steigerung erfahren, die mit der Bildung der Geschlechtsprodukte keineswegs erschöpft ist. Denn die Sexualdrüsen sind zugleich *Organe der inneren Sekretion*, durch deren Sekrete wichtige trophische Einflüsse ausgeübt werden auf die Bildung der sekundären Geschlechtscharaktere, wie zahlreiche Kastrations-

versuche ergeben haben. Daß Produkte der inneren Sekretion in der Tat Färbungsänderungen hervorzurufen vermögen, ist durch Versuche mit *Adrenalin* (Nebennierenextrakt) zweifellos nachgewiesen.

Aber auch ein zweiter Faktor scheint für die Steigerung des Farbenwechsels während der Sexualperiode von Bedeutung zu sein. Da durch die bedeutende Steigerung des Stoffwechsels der Sexualperiode eine bedeutend *vermehrte Wärmeproduktion* eintritt, so müßte eine Wärmestauung im Körper eintreten, wenn dem Organismus nicht die Möglichkeit geboten wäre, durch einen entsprechenden Regulationsmechanismus *eine erhöhte Entwärmung* seines Körpers herbeizuführen. Mit dieser Anschauung stimmt sehr gut überein, daß im Hochzeitskleid ganz allgemein lebhaftere helle Farben überwiegen, welche durch eine Pigmentkonzentration im Zentrum der dunklen Pigmentzellen hervorgebracht werden. Andererseits darf aber der *Wärmeverlust* der Tiere *nicht zu groß* werden, weil durch Absinken der Eigentemperatur die Intensität der zur Hervorbringung der Sexualprodukte notwendigen Stoffwechselprozesse so stark gehemmt oder verlangsamt werden könnte, daß die Sexualprodukte nicht, oder wenigstens nicht rechtzeitig zur Reife gelangen würden, wodurch die Entwicklung der Nachkommenschaft ernstlich bedroht wäre. Daraus ergibt sich dann die Notwendigkeit eines Schutzes gegen zu große Wärmeverluste. Somit brauchen also die Tiere gerade zur Zeit der Sexualperiode eine *möglichst gut funktionierende Wärmeregulation*, die meiner Meinung nach durch den lebhaften Farbenwechsel ermöglicht wird.

Wenn wir die innigen Beziehungen betrachten, welche zwischen dem Stoffwechsel und der Pigmentbildung einerseits sowie zwischen Stoffwechsel, Wärmeproduktion und Wärmeregulation andererseits bestehen, so kann es uns nicht sonderbar erscheinen, daß der Stoffwechsel *selbstregulatorisch*, durch funktionelle Selbstgestaltung jene Elemente und Mechanismen ausbildet, die zu seiner Erhaltung notwendig sind. Die ganze Wärmeregulation ist ein Mechanismus im Dienste des Stoffwechsels, um den Organismus innerhalb jener Temperaturgrenzen zu erhalten, innerhalb deren der normale Ablauf des Stoffwechsels möglich ist, durch den allein das Leben bestehen kann. *Wenn also der Organismus eine Schutzwirkung zur Erhaltung des Individuums und damit auch der Art notwendig hat, so ist es in erster Linie eine solche, die den normalen Ablauf des Stoffwechsels sichert*, diese Schutzwirkung ist viel notwendiger als eine Schutzfärbung gegen äußere Feinde.

Die hautelektrischen Erscheinungen.

Von Privatdozent Dr. Adalbert Gregor, Leipzig.

Das Studium des physischen Ausdruckes psychischer Phänomene bildet ein Forschungsgebiet, das sich von jeher des Interesses weitester Kreise erfreute. Berufene und Unberufene waren am Werk, um objektive Werte zu sammeln, die in mehr oder

weniger geschickter Weise zusammengefügt, Systeme der Physiognomik und Graphologie bildeten. Darin wurden in phantasievoller Weise Lösungen von Fragen erstrebt, denen sich die strenge Wissenschaft wegen mangelnder Voraussetzungen nur zaghaft nähern konnte. Die Erfolge, welche immer wieder für die laienhaften Bestrebungen zu sprechen schienen, finden darin ihre Erklärung, daß das an sich dürftige objektive Material zu vielfach zutreffenden intuitiven Urteilen Anlaß gab und die Einfühlung da einsetzte, wo das logische Denken versagte.

Eine tiefere Analyse der Zusammenhänge zwischen körperlichen und psychischen Prozessen bot zuerst die Untersuchung jener somatischen Erscheinungen, welche als völlig unwillkürliche Veränderungen des Herzschlages, des Blutdruckes und der Atmung affektive Zustände begleiten und die in derart innigem Zusammenhang mit diesen seelischen Phänomenen stehen, daß gelegentlich das Verhältnis zwischen Wirkung und Ursache auch verkehrt wurde und man Ausdruckserscheinungen als die eigentliche Quelle der Affekte ansprach. Der Fortschritt auf diesem Gebiete wurde dadurch erleichtert, daß an der exakten Aufnahme der Ausdrucksbewegungen mannigfache Disziplinen interessiert sind und die Psychologie die von der Physiologie gemachten methodischen Fortschritte in ihre Dienste stellen konnte. So ermöglichte es der von dem Physiologen *Mosso* konstruierte Apparat, den Änderungen, welche die Blutzirkulation bei affektiven Zuständen in den Extremitäten erfährt, genauer nachzugehen und auch die innere Medizin war auf die Herstellung und Prüfung empfindlicher Instrumente zur Registrierung des Herzschlages und Pulses bedacht. Mit dieser Methodik wurden vom Psychologen *Lehmann* ausgedehnte Untersuchungen durchgeführt, die in manchen Punkten zu einer genaueren objektiven Charakteristik affektiver Zustände führten. Eine wesentliche Vertiefung unserer Erkenntnis brachten Studien der Wundtschen Schule, welche die physischen Korrelate der Gefühle nach den von ihr vertretenen drei Dimensionen verfolgten.

Eine ganz neue Perspektive für die uns interessierende Forschung wurde 1890 durch die Entdeckung des Physiologen *Tarchanoff* eröffnet, der in einwandfreier Weise den Nachweis lieferte, daß zwischen differenten Partien der menschlichen Haut Potentialdifferenzen bestehen, die an einem empfindlichen Galvanometer abgelesen werden können. Der Grundversuch *Tarchanoffs* wird in der Weise angestellt, daß mit physiologischer Kochsalzlösung getränkte Wattebäuschchen an die beiden Handflächen angelegt und leitend mit einem Spiegelgalvanometer verbunden werden. Das Galvanometer stellt sich dabei der erwähnten Potentialdifferenz entsprechend auf einen bestimmten Punkt der Skala ein. Werden nun auf die Versuchsperson irgendwelche Reize ausgeübt, Berührung, Schmerz, Geruch usw., oder wird sie zu einer intellektuellen Leistung, Rechnen usw., veranlaßt, dann sind nach einer Latenzzeit von ein bis zwei Sekunden am Galvanometer Ausschläge zu beobachten, die beweisen, daß unter den angeregten psychischen Vorgängen

eine Änderung der ursprünglich bestehenden Potentialdifferenz eintritt.

Tarchanoffs Entdeckung wurde sofort in ihrem Werte für die Medizin durch *Sticker* erkannt; sein Beobachtungsmaterial zunächst aber nicht um vieles erweitert. Nach Jahren vollständiger Vergessenheit wurden die hautelektrischen Erscheinungen 1904 von dem Schweizer Ingenieur *E. K. Müller* zum zweiten Male entdeckt, der dazu eine von *Tarchanoff* wesentlich abweichende Versuchsanordnung einführte. Diese wurde von dem Neurologen *Veraguth* zu einer Reihe von wertvollen Studien über die Grundlagen und die Bedeutung der hautelektrischen Erscheinungen verwendet. Eine Komplikation für die Erforschung des Phänomens ergab sich bei dieser Versuchsanordnung aber dadurch, daß dabei die Schwankungen des Potentials nicht direkt, sondern an den Änderungen der Stärke eines durch den menschlichen Körper von außen geleiteten Stromes gemessen wurden. Da dieser eine im Verhältnis zu dem von der Körperoberfläche abgeleiteten Strome weitaus größere elektromotorische Kraft besitzt, so war man geneigt, erstere zu vernachlässigen und die beobachteten Stromschwankungen nach der Anwendung von Reizen auf Änderungen des Widerstandes des menschlichen Körpers zurückzuführen.

Schon aus dieser kurzen Besprechung der Geschichte der hautelektrischen Erscheinungen geht hervor, daß bei ihrer Erforschung physikalische Fragen eine wesentliche Rolle spielen. In erster Linie mußte ja nach dem Zustandekommen der auffälligen Erscheinung gefragt werden. Ebenso interessant ist es aber auch, den physiologischen und psychologischen Bedingungen der hautelektrischen Erscheinungen nachzugehen; endlich ergaben sich aber auch bald deutliche Hinweise, daß ihre Untersuchung auch praktische Verwendung finden kann.

In der Frage nach den physikalischen Bedingungen der hautelektrischen Erscheinungen war das Hauptinteresse auf die Entscheidung gerichtet, ob die das psychogalvanische Phänomen bedingenden elektromotorischen Kräfte an den Elektroden entstehen, also episomatischer Natur sind, oder ob ihre Quelle in den menschlichen Körper zu verlegen ist. Die gleiche Frage betrifft natürlich auch die unter dem Einfluß von psychischen Vorgängen zu beobachtenden Schwankungen in den Hautpotentialen. Die Entscheidung der erwähnten Frage war dadurch erswert, daß mit Elektroden gearbeitet wurde, die bei Berührung mit dem menschlichen Körper, der als Leiter zweiter Ordnung aufzufassen ist, notwendig elektromotorische Kräfte entstehen lassen. Erst die Herstellung vollkommen unpolarisierbarer, zudem auch flüssiger Elektroden ermöglichte eine ganz exakte Behandlung der Frage. Auf diese Weise gelang es *Gregor und Loewe*, die strittige Frage dahin zu entscheiden, daß der Sitz der differenten Potentiale ein endosomatischer ist. Dieser Nachweis wurde in der Weise erbracht, daß die Hände abwechselnd in einer bestimmten, darauf in gekreuzter Lage mit den Elektroden flüssig verbunden wurden. Dabei war jedesmal ein Ausschlag des Galvanometers

nach entgegengesetzter Richtung, aber in gleicher Größe zu beobachten. Daß auch das sogenannte psychogalvanische Phänomen auf Änderung endosomatischer Hautpotentiale zurückzuführen ist, erscheint dadurch bewiesen, daß mit dem beschriebenen Wechsel der Stellung der Hände zu den Galvanometerpolen bei gleichen psychischen Prozessen ein Ausschlag des Galvanometers nach verschiedenen Seiten des Nullpunktes stattfindet. Außer diesen endosomatischen elektromotorischen Kräften haben wir aber auch mit episomatischen zu rechnen, wenn mit Metallelektroden gearbeitet wird. Unter diesen Bedingungen hat jede, auch die leichteste Schweißsekretion Potentialdifferenzen zur Folge, diese sind dann als psychogalvanische Phänomene anzusprechen, wenn die Schweißsekretion durch affektive Zustände bewirkt wird.

Neuere, von Schweizer Forschern durchgeführte Untersuchungen, die sich mit den physikalischen Verhältnissen bei der von *Müller-Veraguth* eingeführten Versuchsanordnung beschäftigten, haben zu dem Ergebnis geführt, daß die Modifikationen, welche ein durch die Handflächen geleiteter Strom erleidet und die im besonderen als Ruhekurve oder psychogalvanisches Reflexphänomen zu bezeichnen sind, nicht, wie ursprünglich gedacht, auf Änderung des Hautwiderstandes beruhen, sondern in der durch den Außenstrom bewirkten Polarisierung des menschlichen Körpers beziehungsweise seiner Handflächen begründet sind.

Eine präzisere Erklärung der beschriebenen Erscheinungen ergibt die physikalische Auffassung der Haut als eine Summe von Elektrolytlösungen, die durch semipermeable Membrane voneinander getrennt sind. Derartige Konzentrationsketten geben einerseits zur Entwicklung elektrischer Potentiale Anlaß, andererseits sind sie geeignet, bei Zuführung eines Außenstroms auf dem Wege der Polarisierung gegenelektromotorische Kräfte zu erzeugen.

Unsere letzten Überlegungen führen unmittelbar zu der physiologischen Frage, ob die Bedingungen zur Entstehung von Potentialdifferenzen am ganzen Körper oder nur in bestimmten Regionen und Schichten gegeben sind. *Veraguth* konnte psychogalvanische Erscheinungen nur an den Handflächen und Fußsohlen beobachten und dachte darum an innigere Beziehungen zu den Schweißdrüsen. Aber unter der gleichen Versuchsanordnung vermißte *H. Müller* das Phänomen in der Achselhöhle und ich selbst konnte psychogalvanische Erscheinungen in deutlichster Weise bei der Ableitung von der Ellenbogengegend beobachten, so daß wir zu der plausiblen Annahme kommen, daß die Haut im allgemeinen die Eigenschaft besitzt, Potentialdifferenzen zu entwickeln. An den auch anatomisch von der Hautdecke wohl unterschiedenen Schleimhäuten konnten keine psychogalvanischen Erscheinungen nachgewiesen werden.

Wir sprachen bisher allein von der Haut als elektrischem Organ. An sich wäre natürlich auch ein tieferer Sitz der Quelle der Erscheinungen im Körper denkbar. Ein solcher wurde tatsächlich auch von einzelnen Autoren angenommen, die da-

bei in erster Linie an die Muskulatur dachten, die ja ebenfalls Gelegenheit zur Beobachtung elektrischer Erscheinungen bietet, mit denen wir uns in einem weiteren Artikel beschäftigen wollen. Hier möchte ich mich nur auf die Bemerkung beschränken, daß diese als Schwankungen des Aktionsstroms bezeichneten Erscheinungen mit der Hautelektrizität nichts zu tun haben. Das psychogalvanische Phänomen hat tatsächlich seinen Sitz ausschließlich in und an der menschlichen Haut. Den Beweis hierfür erbrachte *Veraguth* in Versuchen, in denen er die Haut der Handfläche zwischen zwei Elektroden faßte, von denen eine unter die Haut eingeführt, die andere darübergelagert wurde. Unter diesen Umständen war eine Ruhekurve und psychogalvanische Erscheinungen zu beobachten. Dagegen vermißte *H. Müller* beide Erscheinungen, nachdem er zwei Elektroden unter die Haut eingeführt hatte. Eine weitere Bereicherung unserer physiologischen Kenntnisse des psychogalvanischen Phänomens erbrachten in allerletzter Zeit veröffentlichte Untersuchungen, durch die in Versuchen an Affen jene Nervenbahnen ermittelt wurden, auf denen die Leitung der Erregung beim Zustandekommen des psychogalvanischen Phänomens erfolgt.

Den Psychologen mußte beim Studium des psychogalvanischen Phänomens die Frage interessieren, welche Seelenzustände von dieser Erscheinung begleitet sind und ob zu einem differenten psychischen Verhalten qualitative und quantitative Beziehungen bestehen. Diese Fragen können nach zahlreichen Untersuchungen dahin beantwortet werden, daß ausschließlich affektive Erregungen das Phänomen veranlassen und daß dieses, in exakter Weise aufgenommen, qualitativ stets in gleicher Weise abläuft, welche Gefühlstöne auch immer ein etwa experimentell gegebener Reiz zur Folge hat. Nur bei einer weiteren Fassung des Begriffes, wenn wir unter dem psychogalvanischen Phänomen nicht ausschließlich die durch endosomatische, elektromotorische Kräfte bedingten Erscheinungen verstehen, sondern den Versuch derart anlegen, daß auch an der Berührungsfläche von Elektroden und Haut Potentiale zur Entwicklung kommen, gelingt es, bis zu einem gewissen Grade eine qualitative Charakteristik des affektiven Verhaltens einer Versuchsperson zu gewinnen. In dieser Weise konnte ich verschiedene Kurvenformen unterscheiden, die einem ruhigen und affektlosen Zustande, der Erregung und der affektiven Spannung entsprechen. Deutlicher noch als diese qualitativen treten quantitative Beziehungen zu affektiven Zuständen hervor. Wir konnten in besonders dazu angelegten Versuchen nachweisen, daß subjektiv lebhafter empfundene Reize oder schwereren, mit Unlust verbundenen intellektuellen Leistungen unter sonst gleichen Umständen stärkere Ausschläge des Galvanometers entsprachen. Im ganzen hat sich die psychogalvanische Methode als überaus empfindlich erwiesen, wir konnten mit ihr minimale, der Versuchsperson kaum merkliche affektive Erregungen in ihren körperlichen Äußerungen zur Darstellung bringen. Durch derartige Erfahrungen war

es nahegelegt, das Verfahren zur Aufdeckung von Komplexen zu verwenden. Wir verstehen darunter weit verzweigte Vorstellungsverbindungen, die durch einen stark affektiv betonten Eindruck gebildet werden. Die medizinische Forschung hat ergeben, daß derartige Komplexe unter Umständen auf das Seelenleben eine schädigende Wirkung ausüben können. Ihre Kenntnis erscheint dem Arzte von besonderer Wichtigkeit, weil schon das Aufdecken eines solchen Komplexes allein krankhafte Symptome zum Schwinden bringen kann. Nur ist diese Aufgabe oft keineswegs leicht, weil sich derartige psychische Zustände trotz ihrer intensiven Wirkungsweise selbst der Kenntnis ihres Trägers entziehen können.

Mit der bereits erfolgreich versuchten Komplexfindung haben wir im psychogalvanischen Verfahren ein Mittel, Anhaltspunkte über den Inhalt des Vorstellungslebens eines Individuums zu gewinnen. Im besonderen Falle kann die Frage derart gestellt sein, ob ein bestimmtes Ereignis, dessen Erleben einen Affekt nach sich ziehen mußte, zur Kenntnis einer Person gelangte. Es handelt sich hier um das Ziel, welches sich die Tatbestandsdiagnostik steckt, nämlich aus den Reaktionen einer Person zu entscheiden, ob sie bestimmte Eindrücke erlebte oder nicht. Sind es Eindrücke, die nur der Täter einer Straftat haben konnte, dann stehen wir vor einer Frage von größtem praktischen Interesse. Ich beschränke mich auf die Bemerkung, daß das psychogalvanische Phänomen auch in dieser Richtung Verwendung finden kann und möchte die Besprechung der Tatbestandsdiagnostik einem weiteren Artikel überlassen. Bei Untersuchungen dieser Art, wie wir sie jetzt im Auge hatten, werden die Reaktionen einer Versuchsperson auch ohne oder gegen ihren Willen geprüft. Derartige Versuche können, wie leicht einzusehen, nur unter der Annahme erfolgen, daß es einer Versuchsperson unmöglich ist, eine psychogalvanische Reaktion willkürlich hervorzurufen oder zu unterdrücken. Eigens darauf gerichtete Untersuchungen haben mir gezeigt, daß diese Annahme tatsächlich zu Recht besteht und haben weiter noch ergeben, daß wir in dem Ausfall der Reaktion zugleich Anhaltspunkte für die Beurteilung der besonderen Verhaltensweise der Versuchsperson gewinnen, z. B. die Tendenz erkennen, willkürlich in die Versuche einzugreifen, um die Reaktionen zu verändern. Auf medizinisches Gebiet übertragen, eröffnet uns die gleiche Überlegung die Möglichkeit, Simulation oder Dissimulation nachzuweisen.

Die Verwertung des psychogalvanischen Phänomens zu medizinischen Zwecken führt auf quantitative Fragen nach der Größe der Reaktion und deren Abhängigkeit von eventuell krankhaft veränderten Funktionen. Sie hat natürlich eine genauere Einsicht in die physiologischen und psychologischen Momente, welche Größe und Ausfall der Reaktion beeinflussen, zur Voraussetzung. Erst nach Durchführung derartiger Vorarbeiten konnte an die Untersuchung pathologischen Materials geschritten werden. *Veraguth* benutzte das psychogalvanische Phänomen zur Unterscheidung funk-

tioneller und organischer Empfindungsstörungen und fand, daß bei organisch bedingter Aufhebung der Schmerzempfindlichkeit das psychogalvanische Phänomen fehlt, während es bei äußerlich ähnlichen Zuständen auf funktioneller Basis wie bei Hysterie sogar noch gesteigert sein kann. Auf psychiatrischem Gebiete haben *Gregor und Gorn* ausgedehnte psychogalvanische Untersuchungen vorgenommen. Es gelang bei fortgesetzter Prüfung der Reaktionen im Verlaufe von verschiedenen Geistesstörungen das Verschwinden und Wiederauftauchen der Reaktion zu verfolgen; so wurden Erfahrungen gesammelt, die zur Beurteilung der Schwere gewisser sonst kaum zu unterscheidender Krankheitszustände sowie über die Stellung der Prognose im besonderen Falle zu verwerten sind. Ferner führten unsere Beobachtungen am pathologischen Material zu einer weiteren Vertiefung unserer Kenntnis über die psychischen Voraussetzungen des Phänomens, indem sie zeigten, daß es bei Krankheitsprozessen an Größe abnimmt oder verschwindet, in deren Wesen es liegt, das Gefühlsleben zu zerstören, während wir es bei Geisteskrankheiten erhalten fanden, bei denen der intellektuelle Defekt vorherrscht.

Wir sehen also, daß die Untersuchung der elektrischen Erscheinungen von verschiedenen Disziplinen aufgenommen und gefördert wurde. Es war dies bei einer Methode zu erwarten, welche weitaus klarer als alle anderen dazu verwendeten Verfahren die physischen Parallelerscheinungen psychischer Vorgänge zur Darstellung bringt und durch ihre hohe Empfindlichkeit in exakter Weise den Spuren seelischer Erregung nachzugehen gestattet.

Die Rolle der Mikroorganismen in der Brauerei.

Von Prof. Dr. Edm. Weinwurm, Brunn.

Die große Entwicklung der *Mykologie* während der letzten Dezennien im allgemeinen hatte zur Folge, daß die gewonnenen bedeutenden Forschungsergebnisse auch zur Klarlegung verschiedener im Brauereibetrieb auftretender Erscheinungen herangezogen wurden. Im Jahre 1680 hatte wohl schon der Delfter Brauerssohn *Leeuwenhoek* die bei der Gärung von Würze sich einstellenden Ausscheidungen (die Hefe) untersucht und dieselben als kleine Kügelchen beschrieben, doch stellten erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts *Cagniard Latour*, *Th. Schwann* und *F. Kützing* sie als Pflanzen fest. Die zweite Hälfte desselben brachte uns zwei Männer, welche als Begründer der eigentlichen *Mykologie der Brauerei* zu bezeichnen sind. Es sind *Pasteur* und *Hansen*. *Pasteur* hat durch seine „*Etudes sur la bière*, Paris, 1876“ die Erkenntnis von der großen Rolle, welche die Bakterien in der Brauerei spielen, gewonnen, während *Hansen* durch die von ihm im Jahre 1882 entdeckte Reinzuchtmethode in der Lage war, nachzuweisen, daß es verschiedene Heferassen mit ganz verschiedenen Eigenschaften gibt.

Pasteur und *Hansen* haben eine große Zahl bedeutender Schüler hinterlassen, die das Gebäude ihrer Meister weiter ausgebaut und es auch verstanden haben, die gewonnenen Forschungsergebnisse dem praktischen Brauer mundgerecht zu machen. Heute weiß jeder Brauer die wichtige Rolle, welche die Mikroorganismen in der Brauerei spielen, zu würdigen und ist auf seiner Hut, denn es befinden sich unter ihnen auch solche, die, wenn ihnen nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wird, das Verderben, ja der Niedergang einer Brauerei werden können.

Durch die Rohmaterialien gelangen eine große Menge von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen in den Brauereibetrieb. Doch auch die Luft und das Wasser enthält deren. Unter ihnen gibt es solche, welche sich in der Würze und im Bier sehr gut entwickeln und vermehren und dann zu einer *Erkrankung* des Bieres führen, während andere Arten diesen schwach sauerreagierenden Flüssigkeiten nicht standhalten können.

Was speziell *das Wasser* betrifft, so spielt neben seiner chemischen Beschaffenheit der Gehalt an organischen Keimen eine große Rolle. Es ist auch nicht gleichgültig, in welchem Teil der Brauerei das Wasser verwendet wird. Im Sudhaus, wo das zum Gebräu verwendete Wasser mit Malzschrot zusammen als sogenannte Maische und später die gewonnene Würze mit Hopfen gekocht wird, wird ein größerer Keimgehalt bei sonstiger guter chemischer Beschaffenheit nicht in die Wagschale fallen. Ebenso wenig ist man in der Mälzerei, welche die Umwandlung der Gerste in Malz durchführt, wegen eines größeren Keimgehalts des Wassers besorgt, denn jedes Gerstenkorn ist mit einer Unzahl von Organismen beladen. Anders ist es in den Gäräumen, also im sogenannten Gär- und Lagerkeller. Die Hefe, welche von einer Gärung zur anderen unter Wasser aufbewahrt wird, darf nicht in einem Wasser liegen, welches reich an Bakterien und wilden Hefen ist. Diese Organismen entwickeln sich während der Gärung in der Bierwürze neben der Kulturhefe immer mehr und entziehen ihr aus der Flüssigkeit Nährstoffe. Bei wiederholtem Gebrauch von verunreinigter Hefe und unreinen Wassers wird endlich die Zahl der Bakterien resp. wilden Hefen so anwachsen, daß diese durch ihre Ausscheidungsprodukte einer normalen Entwicklung der Hefe entgegenstehen und das Resultat sind fehlerhafte Gärungserscheinungen, welche sich zum Teil schon im Gärkeller durch mangelhaften „Bruch“ kennzeichnen, d. h. die Kulturhefe flockt nicht in der Flüssigkeit, sondern bleibt wegen ihrer Kleinheit im Bier schwebend. Dadurch gelangt zu viel Hefe in das Lagerfaß, was bei nicht genügend kaltem Lagerkeller leicht zu hohe Vergärung des Bieres und Schalheit zur Folge hat. Am häufigsten gelangen die bierschädlichen Bakterien und wilden Hefen erst im Lagerfaß zur guten Entwicklung, in welchem sie nicht mehr den Kampf ums Dasein mit der Kulturhefe zu bestehen haben, denn diese bleibt, wenn das Bier die Hauptgärung durchgemacht hat, zum größten Teil am Boden des Bottichs zurück, während das Jung-

bier in das Lagerfaß „geschlaucht“ wird. Von im Wasser vorhandenen Bakterien ist es besonders *Sarcina*, welche der Brauer fürchtet, ja man spricht direkt von einer *Sarcinakrankheit* des Bieres. Sie kann sich entweder in einer Trübung des fertigen Produktes äußern, wie sie zuerst *Pasteur* (l. c.) beobachtet hat, oder das Bier bleibt klar, bekommt aber namentlich in Flaschen einen eigentümlichen Geruch und Geschmack, wobei gleichzeitig eine Ausscheidung von feinen, im Bier zuerst schwebenden, dann sich absetzenden Eiweißkörpern eintritt. Man hat gegenwärtig für *Sarcina* die Bezeichnung *Pediococcus* gewählt und eine Anzahl verschiedener Arten unterschieden.

Woher stammt nun Wasser, welches mit *Sarcina* infiziert ist? Aus Brunnen, welche durch mangelhafte Ableitung der Abwässer der Brauerei sowie durch Zufluß von Senkgruben eine Verunreinigung erfahren haben. Auch Flußwasser kann sie enthalten, wogegen Quellwasser fast stets frei von *Sarcina* ist. Deshalb wird man letzteres oder solches von artesischen Brunnen nicht nur zur Aufbewahrung der Hefe, sondern auch zur Reinigung sämtlicher in den Gäräumen verwendeten Gerätschaften benutzen. Eine Eigentümlichkeit der *Sarcina* besteht darin, daß sie, in den Betrieb eingeführt, nicht sofort Krankheiterscheinungen des Bieres verursacht, sondern sich erst akklimatisieren muß. Das Wasser ist aber auch der Verbreiter einer bereits vorhandenen *Sarcina*-infektion, auf deren Ursachen noch später eingegangen wird.

Außer den *Pediococci* gibt es im verunreinigten Wasser noch andere, oft schwer zu identifizierende Arten von Bakterien, welche im Bier Trübungen hervorrufen können, während andererseits auch solche existieren, die, obwohl in größerer Menge im Wasser vorhanden, auf das Bier keine nachteilige Wirkung ausüben. Deshalb wird die gewöhnliche biologische Analyse des Wassers, bei welcher 1 cm³ des Wassers mit 10 cm³ verflüssigter Nährgelatine vermischt wird, uns zu ungünstigen Resultate liefern, indem die Nährgelatine für die meisten Bakterien ein guter Nährboden ist. Ein wirkliches Bild von der Brauchbarkeit des Wassers bekommen wir dagegen, wenn wir als Nährstoff sterilisierte Bierwürze oder solches Bier in kleine Fläschchen füllen, dieselben mit kleinen Quantitäten des fraglichen Wassers versetzen und durch einige Tage stehen lassen. Sind bierschädliche Bakterien vorhanden, so tritt dann Trübung ein.

Ein bakterienreiches Wasser kann durch Sandfiltration oder durch künstlich erzeugte poröse Steine (System *Fischer*, Worms), ferner durch Behandlung mit Ozon fast ganz bakterienfrei gemacht werden. In der Regel sind es Fluß- und Teichwässer, welche einer solchen Reinigung unterworfen werden müssen, bevor man sie in den Gäräumen und zum Ausspülen der Transportfässer des Bieres verwenden kann.

Nicht unerwähnt möge bleiben, daß die bierschädlichen Organismen für die Gesundheit des Menschen belanglos sind, andererseits sterben Cholera- und Typhusbakterien im Bier ab.

Die Luft ist bekanntlich der Träger von vielen Organismen. Eine biologische Luftanalyse weist Hefen, Mykodermaarten, Schimmelpilze, Bakterien, darunter *Pediococcus*-arten, Essig- und Milchsäurebakterien auf und man sollte deshalb meinen, daß man nur dann ein tadelloses Bier erhalten wird, wenn man die Luft auf das peinlichste von den Prozessen der Bierbereitung ausschließt. Die jahrhundertlange Erfahrung belehrt uns anders. In der Mälzerei spielen die Organismen der Luft in der kalten Jahreszeit keine Rolle, im Sudhaus werden durch das Kochen der Maischen und der Bierwürze die aus der Luft hineinfallenden Organismen getötet. Erst auf der Kühle, d. i. ein luftiger Raum mit flachem Gefäß aus Eisen, welches die ganze Bierwürze aufnimmt, kann eine Infektion durch die Luft erfolgen. Auf der Kühle erfolgt das Auskühlen der siedendheiß gewordenen Würze, welche Sterilität bis 60° C. bewahrt; bei windstillem Wetter kann Sterilität noch bis 50° C. bestehen und erst bei 40° C. tritt die Hauptinfektion ein. Besonders gefährlich ist es, die Bierwürze unter dieser Temperatur auf der Kühle zu lassen, deshalb sorgt ein mit gekühltem Wasser gespeister Apparat für deren rasche Abkühlung auf 5–8° C. Schon beim Bau der Kühle muß dafür gesorgt werden, daß ihre Lage derart ist, daß die Luft über dem sogenannten Kühlschiff, wie das flache, eiserne Gefäß genannt wird, möglichst frei von Organismen sein wird, welche der Würze schädlich werden könnten. So muß die unmittelbare Nachbarschaft von Gersten- und Malzlagerräumen mit ihren Putzmaschinen sowie von Pferdestallungen und Taubenhäusern vermieden werden. Ebenso sind frisch mit Pferdedung gedüngte, angrenzende Felder die Ursache, daß die Luft bei trockenem Wetter mit Tausenden von bereits erwähnten *Sarcina*-organismen sich anreichert. Als Träger von Schleimpediococcen sind in erster Linie die Harnausscheidungen der Pferde anzusehen, da aber Schleimpediococcen durch Akklimatisation auch gefährliche Bierpediococcen werden können, so ist damitargetan, daß durch Pferdestallungen und vom Dung *Sarcina*-infektionen hervorgerufen werden können.

Es sind auch sogenannte Thermobakterien beobachtet worden, welche sich in der Bierwürze auf dem Kühlschiff in warmen Sommermonaten entwickeln, wenn sie zu lange auf demselben verweilt und im Bier jedoch zugrunde gehen. Ihre starke Vermehrung bewirkt, daß das Bier einen eigentümlichen Geruch annimmt. Man spricht von „Selleriegeruch“ und „chlorigem“ Geruch. Besonders gefährlich ist es auch deshalb, die Würze unter 40° C. im Spätsommer auf der Kühle zu lassen, weil zu dieser Jahreszeit die süßen Früchte in den Obstgärten reif sind und die Oberflächen der Früchte der Sitz von verschiedenen Hefen, darunter auch Krankheitshefen, sind. Die offenen Kühlschiffe bilden dann den Weg, auf dem diese Unheilstifter gewöhnlich in den Betrieb gelangen. Solange die Bierwürze auf der Kühle ihre höchste Temperatur hat, werden die Hefezellen entweder getötet oder mindestens an ihrer weiteren Entwick-

lung verhindert, und erst beim Sinken der Temperatur können sie ihre Sproßbildung beginnen. Unter den Krankheitshefen versteht man die wilden Hefen und *Saccharomyces apiculatus*, welche durch ihre Entwicklung Geschmacks- und Geruchsfehler im Bier erzeugen.

Nach all dem Gehörten drängt sich die Frage auf, warum auf Grund der jahrhundertlangen Erfahrung das Kühlschiff nicht schon längst beseitigt worden ist. An diesbezüglichen Versuchen, die Würze nur in geschlossenen Apparaten zu kühlen, hat es wohl nicht gefehlt, doch sie wurden alle wieder beseitigt; denn sie konnten einen Zweck der Kühle, das Bier mit Sauerstoff zu sättigen, nicht erfüllen. Schon *Pasteur* hat nachgewiesen, daß die heiße Würze während ihrer Abkühlung aus der Luft Sauerstoff aufnimmt, und daß derselbe zum trefflichen Gedeihen der Hefe im Verlauf der Gärung notwendig ist. Unter normalen Verhältnissen ist die Infektion der Bierwürze auf der Kühle auch nur eine so geringe, daß die in dieselbe gelangten wenigen Organismen bei der darauffolgenden Gärung durch die von der Hefe ausgeschiedenen „Schutz- und Kampfstoffe“, wie *J. Wortmann* sagt, zugrunde gehen.

Die Luft im Gärkeller kann wohl auch Infektionen hervorrufen, namentlich, wenn derselbe ebenso ungünstig gelegen ist wie die Kühle. Gehen seine Fenster auf eine Straße hinaus, die sehr staubig ist, so ist die Gefahr einer Infektion da. Erwiesenermaßen brachten heiße und staubreiche Sommer Brauereien mit so gelegenen Gärkellern starke *Sarcina*-infektion. Als Beweis, daß aber im allgemeinen eine Infektion durch die Luft des Gärkellers nicht gefürchtet wird, ist, daß die Gärung schon seit Jahrhunderten in offenen Gärbottichen durchgeführt wird. Es wird sogar zu Beginn der Gärung die Bierwürze mittels Schöpfern hochgegossen, „aufgezogen“, damit Luft in dieselbe gelange, welche auf das Wachstum der Hefe günstig wirkt. Diese unterdrückt dann im Kampfe die wenigen anderen aus der Luft aufgenommenen Organismen. — Ein unsauber gehaltener Gärkeller kann durch seine Luft wohl die Ursache sein, daß das Bier einen Kellergeschmack annimmt. Die Luft solcher Gärkeller hat einen muffigen Geruch, welcher daher rührt, daß die Wände mit *Schimmelvegetationen* bedeckt sind. Gleiches gilt auch von der Luft des Lagerkellers. Da das Bier hier die Nachgärung in Fässern durchmacht, welche nur die erste Zeit offen, später jedoch mit einem Spund oder anders geschlossen werden, so haben die Organismen der Luft weniger Gelegenheit, in das Bier zu gelangen. Schimmelvegetationen setzen sich leicht um das Spundloch herum an, wenn dasselbe nicht mit der nötigen Sorgfalt von dem überlaufenden Bier gereinigt wird, gehen leicht in Fäulnis über und verderben die Luft des Lagerkellers. Auch wurden *Mykoderma*-arten, welche immer in der Luft vorhanden sind und im lagernden Bier gedeihen, als Erreger von Biertrübungen sowie als Ursache von Geschmacks- und Geruchsverschlechterung des Bieres erkannt. — Wenn auch die Luft solche für das Bier gefährliche Organismen enthält, so wird

die Brauerei doch vor Infektionen bewahrt bleiben, wenn sie darauf achtet, daß im Gär- und Lagerkeller die *peinlichste Sauberkeit* herrscht.

Außer im Wasser und der Luft befinden sich auch auf den *Rohmaterialien* Mikroorganismen verschiedener Art. Was speziell die *Gerste* betrifft, so wurden auf der einzelnen Gerstenfrucht 30 000—80 000 Keime gefunden (Bakterien, Schimmelpilze und wilde Hefen). Deshalb bildet der Staub der Gerstenputzerei eine große Infektionsgefahr für den ganzen Brauereibetrieb. Durch das Waschen der Gerste und durch die darauf folgende Behandlung mit Kalkwasser werden die meisten Keime getötet und die Gerste davor geschützt, daß sich bei deren Keimung Schimmelpilze auf den Körnern entwickeln. Bei warmem Frühlingswetter stellt sich aber trotzdem Schimmel ein, da die Temperatur des Malzkellers (16—18 ° R.) die Schimmelpilze der Luft auf dem Grünmalz reichlich zur Entwicklung bringt. Deshalb sind die Mälzereien genötigt, zu Beginn der warmen Jahreszeit ihren Betrieb einzustellen. Der Schimmel haftet noch auf dem fertigen Darmmalz. Solches Malz oder jenes, von welchem Körner auf der Tenne durch Bakterien in Fäulnis übergegangen waren, gibt dem Bier einen unangenehmen Beigeschmack. Die Schimmelpilze und Bakterien selbst werden jedoch durch das Kochen der Maischen und der Bierwürze getötet. Staub von Malzputzereien, welcher bei entsprechender Windrichtung auf die Kühle oder in den Gär- und Lagerkeller getragen wird, verursacht durch seinen Gehalt an *Sarcina* eine Infektion.

Der *Hopfen* bringt auch eine Menge Organismen mit sich, doch spielen sie bei gesunder Ware keine Rolle, da sie beim Kochen der Würze vernichtet werden. „Rußiger“ Hopfen, dessen Zapfen (Dolden genannt) durch den Rußtaupilz *Fumago salicina* geschwärzt sind, oder der Meltau, hervorgerufen durch *Podosphaera Castagnei*, kann eine Verschlechterung des Biergeschmackes bewirken.

Bekanntlich wird die Gärung der maltosehaltigen Bierwürze durch *Hefe* hervorgebracht, welche der Brauer unter dem Namen „Zeug“ oder „Satz“ verwendet. Derselbe besteht aus einer größeren Zahl verschiedener Kulturhefen und ist mehr oder weniger mit wilden Hefen, Torulaarten und Bakterien, verunreinigt. Da sich die Hefe während der Gärung sehr vermehrt, so gewinnt die Brauerei damit Hefe zu späteren Gärungen und ist auch in der Lage „Zeug“ an andere Brauereien abzugeben. War derselbe aber infiziert gewesen, so werden sich wilde Hefen und Bakterien um so stärker vermehren, je öfter er durch die Gärungen durchgeht. Die andere Brauerei hat sich also mit einem solchen „Zeug“ eine Infektion eingeführt. Doch nehmen wir an, der gekaufte „Zeug“ wäre rein, so muß er noch nicht passen, d. h. namentlich die gewünschte Vergärung des Bierextraktes liefern. Als *Hansen* seine *Reinzuchtmethod*e entdeckt hatte, bei welcher von einer *einzig*en Zelle ausgegangen wird, und durch deren fortgesetzte Vermehrung eine beliebige Menge von *Reinkultur* erhältlich ist, war er in der Lage, zu zeigen, daß es *sehr verschiedene Hefen-*

arten gibt, die sich in ihren Eigenschaften (Höhe des Vergärungsgrades, Bruchbildung usw.) sehr konstant erweisen. Der „Zeug“ stellt demnach eine Mischung derselben dar. Gleichzeitig fand *Hansen*, daß es außer Kulturhefen auch sogenannte wilde Hefen gibt, deren Anwesenheit im „Zeug“ eine unangenehme Bittere des Bieres oder Trübung verursacht. Er stellte nun den Grundsatz auf, daß für jede Bierwürze die Art von Kulturhefe gesucht werden muß, welche die gewünschten Gärungserscheinungen liefert. Hat also eine Brauerei einen ihr zusagenden „Zeug“ empirisch gefunden, so werden nach der Reinzuchtmethod Reinkulturen in einem eigenen *Hefereinzuchtapparat* hergestellt und in den Betrieb eingeführt. Jener „Stamm“, der sich am besten bewährt, wird behalten. Heute verfährt man auch in der Weise, daß man direkt solche „Stämme“ von Versuchsstationen bezieht.

Wenn Hefe öfter durch die Gärungen durchgegangen ist, so tritt selbst bei ganz normaler Ernährung und ohne Infektion die Erscheinung des *Degenerierens* auf, d. h. die Hefe arbeitet nicht mehr in befriedigender Weise und muß durch neue ersetzt werden. Um nun wieder die gleiche Art Reinzuchthefe einzuführen, hat man sich eine kleine Quantität des „Stammes“ im Laboratorium steril aufbewahrt und kann durch deren Vermehrung stets neuen „Zeug“ von denselben Eigenschaften erhalten. Das Reinzuchtsystem hat heute nicht nur in der Brauerei, sondern auch in anderen Gärungsindustrien eine ungeheure Verbreitung gefunden, denn es verbürgt einen sicheren und gleichmäßigen Betrieb.

Vorstehende Zeilen können und wollen auch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie sollen nur den Zweck erfüllen, weiteren Kreisen die Bedeutung der Mikroorganismen für die Brauerei vorzuführen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die Entwicklung der modernen Chemie in Deutschland.

In Heft 37 dieser Zeitschrift gibt Herr *Hans v. Liebig* einen durch anschauliche Klarheit ausgezeichneten Überblick über die neuen Forschungen von *Thomson*. So sehr man sich mit dem sachlichen Teile seiner Ausführungen einverstanden erklären wird, so befremdend müssen die einleitenden Worte der Abhandlung auf den Leser und insbesondere auf den deutschen Chemiker wirken. Es wird dort gesagt: „Der Abschluß der schöpferischen Periode in der deutschen Chemie fällt zeitlich ziemlich zusammen mit dem Tode *Justus v. Liebigs*; es werden in der darauffolgenden Zeit schöne experimentelle Arbeiten geliefert; aber die für eine tiefere Erkenntnis wichtigen Fortschritte kommen von nun an aus dem Auslande.“ Zur Begründung dieser Auffassung wird die Lehre vom asymmetrischen Kohlenstoffatom, die Theorie des osmotischen Druckes (*van't Hoff*), die Entdeckung der Edelgase (*Ramsay-Rayleigh*), die Theorie der elektrolytischen Dissoziation (*Arrhenius*), die Entdeckung des Radiums (*Becquerel-Curie*), die erste Umwandlung eines Elementes in ein anderes (*Ramsay*) angeführt.

Wir glaubten bis jetzt, auf die Entwicklung der modernen Chemie in Deutschland stolz sein zu dürfen und

hielten ihre Leistungen für durchaus ebenbürtig denen anderer Nationen, und nun will uns Herr v. Liebig glauben machen, es sei seit 1873 Schöpferisches in höherem Sinne des Wortes bei uns nicht mehr hervor gebracht worden, unsere Fortschritte beschränkten sich vielmehr auf den Ausbau und die experimentelle Verwertung der in der vorhergehenden Epoche gewonnenen Anregungen. Ja selbst die „methodischen Fortschritte“ — sagt Herr v. Liebig — „werden jetzt bereits der deutschen Chemie vom Auslande geliefert.“

Ständen diese Zeilen in einem chemischen Fachblatte, so wäre es kaum erforderlich, sie zu widerlegen, da aber die *Naturwissenschaften* sich an einen großen Kreis von Lesern aller naturwissenschaftlichen Richtungen wenden, so scheint mir energischer Widerspruch geboten, damit nicht die Meinung, die deutsche Chemie befände sich tatsächlich im Zustande des Niederganges oder der Verflachung, weitere Verbreitung findet.

Herr v. Liebig macht einen prinzipiellen Unterschied zwischen schöpferischer Tätigkeit und Experimentalarbeit, zwischen den „schöpferisch Begabten“ und den „Technikern“. Man könnte danach meinen, er wolle überhaupt nur den Theoretikern den Ehrentitel der „selbständig Denkenden und Erdenkenden“ zugestehen, wenn er nicht selbst reine Experimentalarbeiten, wie die Entdeckung der seltenen Luftgase, unter die schöpferischen Taten rechnen würde. Herr v. Liebig wird also darin mit mir übereinstimmen, daß maßgebend für die wissenschaftliche Bedeutung einer Entdeckung nicht sowohl der Umstand sein kann, ob sie auf spekulativem oder auf experimentellem Wege gewonnen wurde, sondern daß einzig und allein ausschlaggebend ist, welche Wichtigkeit das behandelte Problem für die Vertiefung unserer Kenntnisse besitzt, und welches Maß von Originalität, Scharfsinn, Beobachtungsgabe und Wissen der Autor bei der Bewältigung desselben offenbart hat. Prüft man unter diesen Gesichtspunkten zunächst Deutschlands Produktion auf dem Gebiete der *organischen Chemie*, so genügt es, die Namen *August Wilhelm v. Hofmann*, *Adolf v. Baeyer* und *Emil Fischer* zu nennen, um darzutun, daß wir in den letzten vier Jahrzehnten zum mindesten den Wettbewerb mit den anderen Nationen nicht zu scheuen hatten. Ist das Lebenswerk dieser Männer etwa kein schöpferisches im höchsten Sinne des Wortes? Oder ist Herr v. Liebig geneigt, in den Meisterarbeiten dieser Forscher nur „schöne Experimentalarbeiten“ zu sehen und in den Meistern selbst nur Epigonen, die in den Fußtapfen eines *Liebig* oder *Kekulé* wandeln?

Es ist richtig, daß die anorganische Chemie in demselben Zeitraume in Deutschland keine Entdeckung von so blendendem Glanze aufzuweisen hat, wie etwa die der Heliumgruppe oder des Radiums, aber es darf darauf hingewiesen werden, daß die Entdeckung des *Germaniums* durch *Clemens Winkler* für den Ausbau des periodischen Systems von derselben Bedeutung gewesen ist, wie die des *Galliums* durch den Franzosen *Lecoq de Boisbaudran* und die des *Skandiums* durch die Schweden *Nilson* und *Cleve*. Ferner ist daran zu erinnern, daß in neuerer Zeit *Alfred Werner* durch seine geistvolle Theorie der Konstitution anorganischer Verbindungen und die mit ihrer Hilfe erzielten überraschenden experimentellen Erfolge in die anorganische Chemie eine neue Betrachtungsweise von größter Fruchtbarkeit eingeführt hat. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß diese Forschungen unsere Kenntnisse in wesentlichen Punkten vertieft haben, und daß sie einen wissenschaftlichen Fortschritt ersten Ranges bedeuten.

Schließlich das Gebiet der allgemeinen und physikalischen Chemie: Es will meines Erachtens nicht viel bedeuten, wenn man sagt: „die elektrolytische Dissozia-

tionslehre verdanken wir Schweden“, ohne gleichzeitig den sehr erheblichen Anteil zu erwähnen, den Deutschland an der Entwicklung dieser Theorie beanspruchen darf. *Hittorf* und *Kohlrausch* einerseits und *Clausius* und *Helmholtz* andererseits haben sie vorbereitet. Aber abgesehen hiervon genügt es wohl, den Namen *Nernst* zu nennen, um daran zu erinnern, daß auch in neuester Zeit schöpferische und unsere Kenntnis der chemischen Grundfragen erweiternde Entdeckerarbeit in Deutschland auf diesem Gebiete geleistet wird.

Ohne Schwierigkeit ließe sich noch eine größere Anzahl von Forschungen ähnlichen Ranges nennen, die für den Fortschritt der Wissenschaft von größter Bedeutung gewesen sind, z. B. *Curtius'* Entdeckung der Stickstoffwasserstoffsäure, *Willstätters* Arbeiten über das Chlorophyll, *Buchners* Aufklärung des rein chemischen Charakters der Gärung, *Ehrlichs* Theorie der Toxin- und Antitoxinwirkung, *Habers* Entdeckung der Elektronenemission bei chemischen Reaktionen und die demselben Forscher jüngst gelungene Synthese des Ammoniaks; wie weit wir aber auch gehen wollen, es liegt auf der Hand, daß von einer Dekadenz der deutschen Chemie in den letzten Jahrzehnten nicht die Rede sein kann, und daß der Anteil, den sie im Wettbewerb der Nationen auch heute an der Lösung gerade der tiefsten und wichtigsten Probleme nimmt, kein geringer ist.

Wenn wir die hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen der anderen Kulturnationen freudig anerkennen, so wollen wir uns darum doch nicht die Leistungen der eigenen Nation durch einseitige und mißverständliche Urteile verkleinern lassen.

Berlin, den 12. September 1913.

R. J. Meyer.

Mimikry und verwandte Erscheinungen.

Sie wünschen, daß ich den vielen Fragen und Deutungsversuchen aus Ihrem Leserkreise, die sich mit der rätselhaften Figur einer blüthenachahmenden Heuschrecke auf S. 682 beschäftigen, etwas zu Hilfe kommen möge. Dies glaube ich am schnellsten durch die Wiedergabe einer älteren Abbildung des Insekts (*Hymenopus*



Hymenopus bicornis, eine Fangheuschrecke im Nymphenzustande. (Aus Poulton.)

bicornis) tun zu können, die nach der Natur gezeichnet ist, daher den Tierkörper schärfer heraushebt als die photographische Aufnahme. Wir sehen hier die Heuschrecke mit dem Kopfe nach unten gerichtet sitzen, unter dem die Schenkel ihrer Fangbeine sichtbar werden. Die verbreiterten Oberschenkel der beiden hinteren Bein-

paare sind seitlich abgespreizt, wie Flügel, und stellen dadurch und im Verein mit dem nach oben gerichteten Hinterleibe die nelkenrote Blüte der *Melastoma* dar, der jenes wunderbare Kerbtier so gleicht. Wenn der Leser die neue Figur mit der früheren vergleicht und die Erklärung der letzteren liest, wird ihm die Auflösung des wie ein Scherzbild wirkenden Photogramms gelingen und zugleich der verblüffende Grad von Ähnlichkeit zwischen beiden Naturgebilden von neuem zum Bewußtsein kommen.

Dresden, den 6. September 1913.

A. Jacobi.

Besprechungen.

Centnerszwer, M., Das Radium und die Radioaktivität.

405. Bändchen der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. III, 96 S. u. 33 Abbildungen. Preis geh. M. 1.—, geb. M. 1,25.

Man findet in dem vorliegenden Bändchen in leicht faßlicher Darstellung, die nur die Kenntnis der elementaren Grundlagen der Physik und Chemie voraussetzt, die wichtigsten Tatsachen der Radioaktivität vereinigt. Es werden die physikalischen und chemischen Eigenschaften und Wirkungen der radioaktiven Elemente und ihrer Strahlen, die Theorie der radioaktiven Umwandlungen und zuletzt auch die Anwendungen der neuen Gesichtspunkte in der Geologie und Kosmologie wie auch die medizinischen Anwendungen besprochen.

Leider läßt die Darstellung in einigen Punkten manches zu wünschen übrig. So ist das Zustandekommen des Sättigungsstromes (S. 21) ganz irrtümlich gedeutet. — Daß die γ -Strahlen im Gegensatz zu den Lichtstrahlen nicht reflektiert und nicht gebrochen werden, wird auf Grund der elektromagnetischen Theorie nicht durch den nichtperiodischen Charakter der γ -Strahlen (dieser ist übrigens durchaus nicht sicher gestellt), sondern durch ihre viel kleinere Wellenlänge erklärt. Nicht richtig ist ferner die Angabe (S. 42), daß den γ -Strahlen keine Wärmewirkung zukommt. — Die so wichtige Frage der Abhängigkeit der Masse der β -Strahlen von ihrer Geschwindigkeit ist nicht klar genug dargestellt. Vor allem müßte hervorgehoben werden, daß die Methode der elektrischen und magnetischen Ablenkung der β - als auch der α -Strahlen nicht wie (S. 45, 51) angegeben, deren Ladung, sondern nur das Verhältnis der Ladung zur Masse ergibt. Sonst wird ein unkundiger Leser aus der Darstellung der S. 45 schließen müssen, daß aus den Kaufmannschen Versuchen die Veränderlichkeit der Ladung mit der Geschwindigkeit resultiert. Und es werden ihm dann die Ausführungen der S. 47 über die Abhängigkeit der Masse von der Geschwindigkeit nicht verständlich. Dasselbe gilt von der Angabe S. 51, die Ladung der α -Strahlen sei viel kleiner als die der β -Strahlen, was ja nur für die spezifische Ladung und nicht für die absolute gilt. — Die Tabelle der radioaktiven Elemente auf S. 84 ist wenig glücklich gewählt: sie enthält mehrere rein hypothetische und auch einige unrichtige Angaben. Auch ist die Terminologie der kurzlebigen Produkte der Aktinium- und Thoriumreihe nicht konsequent durchgeführt. Während im Text für beide Reihen und in der erwähnten Tabelle für die Aktiniumreihe die ältere Nomenklatur angewandt wird, ist für die Thoriumfamilie in der Tabelle die neuere Nomenklatur benutzt.

Nach Berücksichtigung der genannten Mängel ist aber das Büchlein zur ersten Einführung in das Gebiet der Radioaktivität recht geeignet.

K. Fajans, Karlsruhe i. B.

Ries, Chr., Die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung des Selens für die Elektrotechnik. Zweite Auflage. Berlin-Nikolassee, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“, 1913. VIII, 189 S. u. 90 Figuren. Preis geh. M. 4.—, geb. M. 5.—.

Das Buch ist gegenüber der ersten Auflage beträchtlich erweitert und stellt eine außerordentlich fleißige Arbeit dar, die insbesondere in bezug auf Vollständigkeit der Literatur über das Selen einzig da steht und infolgedessen für jeden, der sich mit diesem Gebiete beschäftigt, ein unentbehrliches Hilfsmittel sein dürfte. In den ersten Kapiteln werden eingehend die verschiedenen Methoden zur Herstellung von Selenzellen besprochen, wobei es von besonderem Wert ist, daß der Verfasser selbst seit Jahren sich sowohl praktisch wie wissenschaftlich auf diesem Gebiete betätigt hat, so daß er auch aus eigener Erfahrung die einzelnen Methoden in bezug auf ihren Wert kritisch beleuchten kann. In dem dann folgenden Artikel über die Lichtempfindlichkeit des Selens wird diese Eigenschaft nur ganz allgemein und verhältnismäßig kurz besprochen; während die eigentliche Darstellung der zurzeit vorhandenen Theorien über die Ursachen der Empfindlichkeit erst viel später gegen Ende des Buches folgt. Ich glaube, es wäre im Interesse des leichteren Verständnisses für den Leser zweckmäßiger gewesen, dieses spätere Kapitel voranzunehmen, da dann die tiefere Bedeutung der zahlreichen Vorgänge, welche in dem Buche besprochen werden, leichter zu verstehen gewesen wäre als wenn man zunächst vor eine große Reihe von Tatsachen gestellt wird, ohne daß es möglich ist, diese miteinander in Zusammenhang zu bringen. Bei der Darstellung der Theorien selbst scheint mir der Verfasser doch etwas zu sehr für die Erklärung der Erscheinungen auf Grund der Elektronentheorie begeistert zu sein. Es sind doch vorläufig noch zu viel Tatsachen vorhanden, welche zugunsten der Annahme von zwei Modifikationen A und B sprechen, die miteinander in einem bestimmten chemischen Gleichgewicht stehen (*Mare*). Ebensowenig kann ich den Glauben des Verfassers teilen, daß die Aufgabe, einen praktisch brauchbaren „Fernseher“ zu konstruieren, in absehbarer Zeit gelöst werden dürfte, wobei ich mich übrigens spaßhafterweise mit dem Druckfehlerteufel in Übereinstimmung befinde, da dieser die Ansicht des Verfassers in dem nachstehend wiedergegebenen Schlußsatz „so daß die Zeit, welcher die Lösung des Problems eines elektrischen Fernsehers vorenthalten blieb, recht nahe gerückt erscheint“, bereits korrigiert hat, indem er anstatt „vorenthalten“, „vorenthalten“ setzte. Bei den praktischen Anwendungen, die das Selen bisher gefunden hat, ist auch die Verwertung für photometrische Zwecke angegeben. Hier wäre es meiner Ansicht nach sehr interessant gewesen, auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, welche hauptsächlich darin beruhen, daß das Selen ganz etwas anderes mißt als das Auge. Eine Photometrie von Lichtquellen, die Beleuchtungszwecken dienen, hat aber nur so lange einen praktischen Wert, als sie das ergibt, was das menschliche Auge als Licht empfindet. Wenn also jemals ein brauchbares Selenphotometer konstruiert werden sollte, wird es jedenfalls nur mit großer Vorsicht zu gebrauchen sein. In noch höherem Maße gilt dies von dem Vorschlag, das Selen zur Messung der Strahlungsintensität von Röntgenröhren zu verwenden. Hier müßte, bevor man überhaupt an eine praktische Verwendung denken kann, zunächst der sich abspielende Vorgang und das, was die Selenzelle bei Röntgenstrahlen eigentlich mißt, wissenschaftlich exakt festgelegt werden, denn für Röntgenaufnahmen ist nicht nur die Intensität der Strahlung, sondern auch ihre Durchdringungsfähigkeit, je nach der

Härte der Röhre, von Bedeutung. Außer diesen Anwendungen wird neben zahlreichen anderen etwas eingehender noch die Kornsche Fernphotographie behandelt. Ich kann aber diese Besprechung nicht schließen, ohne einer unangenehmen Empfindung Ausdruck zu geben, welche ich bereits beim Lesen der ersten Auflage hatte, daß nämlich der Verfasser seine eigenen Arbeiten, obwohl sie vielfach nur Wiederholungen anderer sind, zu sehr in den Vordergrund stellt, wobei er manchenmal sogar soweit geht, daß er im Text seine Arbeit zuerst bringt und dann erst die Originalarbeit, z. B. bei der Verwendung von Selendampf zur Herstellung dünner Schichten, ein Verfahren, welches erheblich früher als von *Ries* von *Gripenberg* angegeben ist. Das gleiche gilt von der Empfindlichkeitssteigerung elektrolytischer Selenelemente durch Anwendung einer Hilfsspannung. Auch hier ist in der Reinganumschen Arbeit bereits Alles enthalten. Wenn auch der Verfasser sicherlich keine böse Absicht hierbei gehabt hat, so entspricht doch ein derartiges Verfahren nicht den üblichen Gepflogenheiten. Endlich muß ich auch noch einige Bemerkungen anfügen, welche meine eigenen Arbeiten auf diesem Gebiete betreffen, um Mißverständnissen vorzubeugen. Die auf S. 96 geschilderte Methode zur zahlenmäßigen Festlegung der Trägheitskonstanten, welche ich vor einiger Zeit angegeben habe, ist nicht nur auf Selenzellen Giltayscher Bauart, sondern allgemein für jede lichtempfindliche Zelle anwendbar, und ich würde wünschen, daß sie zur zahlenmäßigen Angabe der Trägheitseigenschaften von Zellen in der Praxis recht weitgehend verwendet wird, da man nur dann beim Kauf von Zellen beurteilen kann, ob sie brauchbar sind oder nicht. Die rein qualitative Angabe, mehr oder weniger träge, ist doch etwas zu ungenau. Ferner waren die von mir hergestellten Selenelemente nicht, wie der Verfasser schreibt, *fast* trägheitslos, sondern *vollkommen* trägheitslos. Ich habe ferner in dem von *Korn* und mir herausgegebenen „Handbuch der Phototelegraphie und Telautographie“ in dem zweiten Teil einen größeren Abschnitt über das Selen gebracht. Obwohl nun seinerzeit in der Vorrede zu dem Buche dies ausdrücklich erwähnt ist, zitiert der Verfasser manche Anschauungen und Figuren daraus lediglich unter dem Namen von *Korn*, statt doch mindestens unser beider Namen zu erwähnen. Ich hoffe jedoch, daß der Verfasser diese Beanstandungen, welche, wie ich nochmals hervorheben möchte, den prinzipiellen Wert des Buches in keiner Weise herabsetzen, bei einer späteren Auflage, die wohl bei dem großen Interessentenkreise in absehbarer Zeit zu erwarten ist, beseitigen wird.

Br. Glatzel, Berlin-Charlottenburg.

Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. II, Lieferung 2. (Bogen 11—20). Dresden und Leipzig. Th. Steinkopff, 1913. Preis M. 6,50.

Die zweite Lieferung des zweiten, dem Silicium gewidmeten Bandes (vgl. unser Referat zur ersten Lieferung) beendet die Reihe der Artikel über die natürlichen Kieselsäureverbindungen. Sie enthält den Schluß des Abschnittes „Chemisch-Technisches über Quarzglas“, behandelt dann weiter: *Chalcedon*, die *Achate*, *Tridymit*, *Christobalit*, *Opal* nebst *Triplerde* und *Tabaschir*, endlich *Melanophlogit*. Besonders interessieren wird hiervon der Abschnitt über die Achate von *R. E. Liesegang*, worin die Lagenstruktur der Achate unter dem Gesichtspunkte der bekannten, vom Verfasser entdeckten rhythmischen Fällungen in kolloiden Medien (Ringbildungen in Gallerten) behandelt wird. Die Bildung der Achate vollzog sich danach in der Weise, daß sich zunächst in Hohlräumen Kieselsäuregel absetzte, in diesem sich

durch Hineindiffundieren eisenhaltiger oder anderer Lösungen und infolge rhythmischer Fällung die Lagenstruktur bildete, worauf erst nachträglich (entsprechend den schon etwas älteren Untersuchungen von *Hein*) die Umkristallisation des Gels in Chalcedon und Quarz erfolgte. Auch die übrigen Artikel berücksichtigen mancherlei neuere Ergebnisse, die noch wenig oder nicht in Lehr- und Handbücher übergegangen sind. In dieser Hinsicht sind besonders noch die beiden zwischen den schon genannten Artikeln eingeschalteten Abschnitte „Allgemeines über Kieselsäuren“ (von *A. Himmelbauer*) und „Künstlich dargestellte Kieselsäuren“ (von *G. Tschermak*) zu erwähnen. Der erstere enthält das physikalisch-chemisch, namentlich kolloidchemisch Bemerkenswerte über die Kieselsäuren, was sich sonst teils in der chemischen, teils in der mineralogischen Literatur verstreut findet. Von seinem Inhalt seien erwähnt: Darstellungsmethoden der kolloiden Kieselsäuren, Ausflockung- und Gelatinierung der Kieselsäurehydrosole, Wassergehalt und Theorien über die Bindung des Wassers, Absorption, Molekulargewicht, Acidität und thermochemisches Verhalten der Kieselsäure. Von den Theorien über den Wassergehalt der Kieselsäuregele sind darin namentlich diejenigen behandelt, welche das Wasser als absorbiert oder kapillar festgehalten (*van Bemmelen*, *Zsigmondy* u. a.) annehmen. Dagegen kommt die andere Ansicht, welche in den Kieselsäuren stöchiometrisch definierte Hydrate sieht, durch *G. Tschermak* als ihrem Hauptvertreter in dem Abschnitt „Künstlich dargestellte Kieselsäuren“ zu Worte. Auf diese interessanten Darlegungen kann hier nicht weiter eingegangen werden.

In der vorliegenden Lieferung wird dann weiter die Besprechung der *Silikate* begonnen. Nach den einleitenden Ausführungen *C. Doelters* sollen zuerst die einfach zusammengesetzten Silikate, dann die komplizierteren, welche Aluminium, Eisen, Bor usw. enthalten, behandelt werden. Innerhalb dieser Gruppen findet die weitere Einteilung nicht nach der Art der Kieselsäure statt, da hierin zurzeit noch zu weit auseinandergehende Ansichten herrschen, sondern nach den Metallen. Dadurch werden nun freilich Mineralien, die in eine isomorphe Gruppe gehören, oftmals weit voneinander getrennt, wie denn z. B. die magnesiareichen Olivine unter den Magnesiumsilikaten, die eisenreichen unter den Eisensilikaten behandelt werden. In dieser Lieferung werden die *Berylliumsilikate*, durchgängig seltenere Mineralien, und von den *Magnesiumsilikaten* die *Olivin*- und die *Humitgruppe* erledigt. Dem Text sind wieder zahlreiche Diagramme, Tabellen und Textfiguren beigegeben.

J. Uhlig, Bonn.

Pieron, Henri, Le problème physiologique du sommeil.

Paris, Masson & Cie., 1913. 520 S. Preis Frs. 10,—.

Der Verfasser dieses Werkes, welcher sich eine große Anzahl von Jahren experimentell mit der Erforschung des Schlafes beschäftigt hat, liefert als Ergebnis derselben eine Studie, die eine lichtvolle Darstellung der biologischen und physiologischen Tatsachen, den Schlaf betreffend, und die recht zahlreichen Theorien liefert.

Das, was wir bei Menschen und höheren Tieren als Schlaf bezeichnen, ist ein Erscheinungskomplex, der sich in mannigfachen Variationen und Analogien als ein biologisches Phänomen allgemeineren Vorkommens wiederfindet. Der normale Schlaf des Menschen und der höheren Tiere wird vom Verfasser dahin definiert, daß er in einer Aufhebung der sensorimotorischen Funktionen mitsamt dem mehr oder weniger vollständigen Verschwinden der spontanen Aktivität und der Ausarbeitung der Reaktionen bestehe sowie in einer variablen Herabsetzung der sensorischen Erregbarkeit, so daß selbst niedrige Reflexe (z. B. Abwehrbewegungen) sehr herabgesetzt

sein können. Die vom Autor sehr eingehend beschriebenen physiologischen Begleiterscheinungen, nämlich das Verhalten der Kreislaufs-, Atmungs- und Verdauungsorgane, der Thermogenese und der sensorimotorischen Phänomene, sind an und für sich für den Schlaf nicht charakteristisch. Durch die obengenannte Definition des Schlafes lassen sich gewisse dem Schläfe sehr analoge Zustände, nämlich die verschiedenen komatösen Zustände, die lethargischen und somnolenten Zustände, die Narkose und Hypnose sowie der Winterschlaf, denen allen der Autor eine sorgfältige Analyse angedeihen läßt, vom Schläfe abtrennen.

Gegenüber dieser mehr negativen Seite lassen sich auf experimentellem Wege positive Tatsachen gewinnen. Die wichtigste experimentelle Methode ist die künstliche Verlängerung des wahren Zustandes bei höheren Tieren. Zwei wesentliche Tatsachen werden hierdurch ermittelt. Erstens histologische Veränderungen der Zellen des Großhirns und zweitens die Entstehung einer als „hypnotisch“ bezeichneten Substanz im Blute und in der das Zentralnervensystem umspülenden Flüssigkeit. Was die toxische Substanz anlangt, so bringt der Autor eine Reihe von interessanten Experimenten zum Nachweise derselben sowie zur Abgrenzung gegenüber dem „Ermüdungstoxin“ Weichardts, das muskulären Ursprungs ist, trotzdem ist noch eine kritische Reserve gegen die „hypnotische“ Substanz geboten, genau so wie das bekanntermaßen gegen die histologischen Veränderungen der Hirnzellen der Fall ist.

Der Autor läßt alle im Laufe der Zeit aufgetauchten Theorien des Schlafes Revue passieren. Er selbst begünstigt offenbar die toxische Theorie, hebt aber in sehr kritischer Weise die Bedenken gegen dieselbe hervor und engt auf Grund derselben die Wirkung des Toxins dahin ein, daß es nur die nervösen Hemmungen auslöst, welche die wesentlichen Phänomene des Schlafes bedingen.

Die Tatsache, daß der Schlaf auch nach Ausschaltung des Großhirns zustande kommt und daß in der Tierreihe nicht universell, aber in zahlreichen Einzelbeispielen ein periodischer Wechsel von Tätigkeit und Untätigkeit vorkommt, gibt Veranlassung, das Problem des Schlafes von einem allgemeineren Standpunkt zu behandeln, eine Behandlungsweise, welche in sehr ansprechender Weise das ganze Werk durchzieht.

Leon Asher, Bern.

Terroine, Emil F., La sécrétion pancréatique, Paris, Librairie Scientifique, A. Hermann et fils, 1913. 133 S. Preis Frs. 5.—.

Die Entdeckung von *Ernest H. Starling* (London), daß die Erregung der Pankreassekretion auf chemischem Wege durch eine spezifische Substanz, das „Sekretin“, die im Momente des Bedarfes durch die aus dem Magen in das Duodenum gelangende Salzsäure in der Duodenalschleimhaut gebildet wird, entsteht, ist ein Markstein in der Entwicklung der modernen Physiologie, weil sie den am glänzendsten ausgearbeiteten Fall humoralen Geschehens oder der chemischen Koordination im Organismus darstellt. Deshalb läßt mit Recht *Terroine* in seiner vorzüglichen Monographie über die Absonderung des Pankreassaftes das Sekretin und die Absonderung des Saftes unter dem Einflusse von Sekretin gewissermaßen den Stamm sein, um den sich alles übrige, was von der Absonderung des Pankreassaftes und den Eigenschaften desselben zu sagen ist, rankt. Er zeigt, wie alle Tatsachen sich dahin deuten lassen, daß der unter dem Einflusse von Sekretin abgesonderte Pankreassaft der normale sei, und ebenso daß alle Vorgänge, welche durch Injektion von Sekretin hervorgerufen werden, identisch mit den normalen sind. Es läßt sich höchstens sagen, daß zugunsten der Einheitlichkeit der Darstellung *Terroine* den unstrittig nachweisbaren Einfluß sekre-

torischer Nerven zu sehr zurücktreten läßt. Davon abgesehen, liefert die Monographie eine sehr erschöpfende Beschreibung aller Tatsachen, welche beim Studium der Absonderung der Pankreasdrüse, der wichtigsten Drüse des Verdauungsapparates, zutage gefördert wurden.

Leon Asher, Bern.

Geitel, H., Die Bestätigung der Atomlehre durch die Radioaktivität. Vortrag, gehalten zum 50 jährigen Stiftungsfeste des Vereins für Naturwissenschaft in Braunschweig. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1913. 24 S. Preis M. 0,80.

Der bekannte Verfasser schildert in einer überaus klaren und fesselnden Weise, wie die neueren radioaktiven Forschungen eine direkte experimentelle Prüfung der Voraussetzungen der Atomtheorie ermöglicht haben. Es wird speziell auf die Methode der Zählung der α -Teilchen eingegangen, die auf deren Fähigkeit, Zinksulfid einzeln zum Leuchten zu bringen, beruht. Es soll hier nicht näher auf den Inhalt des Vortrages eingegangen werden, es sei jedermann warm empfohlen das Heftchen im Original kennen zu lernen.

K. Fajans, Karlsruhe i. B.

Neuberg, Carl, Chemische sowie physikalisch-chemische Wirkungen radioaktiver Substanzen und deren Beziehungen zu biologischen Vorgängen. S.-A. aus dem Handbuch der Radium-Biologie und -Therapie. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1913. 23 Seiten.

In der Abhandlung von *Neuberg* sind die Wirkungen zusammengestellt, welche die Strahlen radioaktiver Elemente auf anorganische sowie organische chemische Verbindungen ausüben. Bei den Umwandlungen der anorganischen Stoffe werden die wichtigen Punkte: die der Umwandlung im Licht analoge Zersetzung von Wasser, von Halogenwasserstoffsäuren, Ozonbildung, Zersetzung von Ammoniak, besonders hervorgehoben; auch wird der Umfang der Zersetzungen, soweit bekannt, mitgeteilt. In dem Kapitel über die Beeinflussung organischer Stoffe durch Radiumstrahlen wird mit der großen Zahl widersinniger Angaben, die sich besonders auf Harnsäure und auf Lecithin beziehen, kritisch aufgeräumt.

Größere biologische Bedeutung, als den direkten chemischen Umwandlungen durch Radiumstrahlen, schreibt *Neuberg* den physikalischen Änderungen des umgebenden Mediums durch diese Strahlen bei. Er behandelt eingehend die Löslichkeitsverhältnisse der Emanationen in fettlösenden Lösungsmitteln, die selektive Adsorption von radioaktiven Stoffen durch Suspensionen und Kolloide, die mit der Ionisation der Gase zusammenhängenden Erscheinungen und schließlich auch die Leuchteerscheinungen. Das interessante Schlußwort gebe ich wörtlich wieder:

„Die gelegentlich auftauchende Vorstellung, daß radioaktive Stoffe in den medikamentös verabfolgten Dosen im lebenden Organismus eine Elektrolyse des Wassers, eine Spaltung des Ammoniaks, eine Zerlegung der Chloride, einen direkten Abbau organischen Materials in nennenswertem Umfange bewirken, sind vorläufig von der Hand zu weisen. Am ehesten wird man bei Anwendung in der Biologie an katalytische Effekte der radioaktiven Substanzen und an Beziehungen derselben zu enzymatischen Prozessen denken müssen; denn dabei ist eine Wirkung auch minimalster Quantitäten immerhin vorstellbar.

Die chemischen Wirkungen der radioaktiven Stoffe auf andere Körper zeigen manche Analogien mit den chemischen Reaktionen, welche von verschiedenen Strahlenarten, namentlich von ultraviolettem Licht und von Kathoden- wie Anodenstrahlen, ausgelöst werden. Zu diesen Effekten gesellen sich hauptsächlich noch sekun-

däre Oxydationsprozesse, ferner katalytische Wirkungen und Potentialverschiebungen. Auf die gleichen Faktoren müssen in letzter Linie die biologischen Wirkungen der radioaktiven Substanzen zurückzuführen sein.“

J. Parnas, Straßburg.

Goldstein, R., Über Rassenhygiene. Berlin, Julius Springer, 1913. XI, 96 S. Preis M. 2.80.

Die Schrift, die als Einführung in den Problembereich der Rassenhygiene nur empfohlen werden kann, ist aus einem Vortrage hervorgegangen und enthält daher nur die Hauptgesichtspunkte; gerade dadurch aber gewinnt die Darstellung an Klarheit und wirkt anregend. — Das Problem der Aufbesserung der Menschheit enthält eine biologische und eine ethische Seite; nur die Berücksichtigung beider stellt eine vollständige Bewertung der Rassenhygiene dar. Da in seinen Ausführungen der Verf. die biologischen Fragen in den Vordergrund gestellt hat, betont er einleitend, daß die Grundlage der rassenhygienischen Bestrebungen auf der Sittlichkeit aufgebaut werden müsse. Nachdem die Hygiene und die Rassenhygiene definiert sind — diese als die Schaffung der für die Erhaltung der Gesamtheit günstigsten Lebensbedingungen —, geht Verf. daran, die Rassenbiologie in Kürze darzustellen. Im Anschluß an *Ploetz* bezeichnet Verf. als Rasse eine Gesamtheit, für die und für deren Nachkommen infolge der Ähnlichkeit der Individuen die gleichen günstigen Lebensbedingungen gelten. Im weiteren werden die Gesetze der Rassenerhaltung und -veränderung, Vererbung, Variation, Auslese besprochen. Es fragt sich nun, ob in der Tat Zeichen der Rassenverschlechterung heute nachweisbar sind und ob diese auf Keimverschlechterung oder auf mangelhafter Anpassung beruhen. Die körperliche Minderwertigkeit großer Volksschichten ist nach Verf. wesentlich durch soziale, durch Milieufaktoren bedingt. Auch die von ihm nicht bestrittene Zunahme nervöser Entartungserscheinungen faßt Verf. nicht als den Ausdruck von Keimverschlechterung auf, sondern zum größten Teil als Folgen sozialer Momente, als den Ausdruck einer noch mangelhaften Anpassung an die gewaltigen Kulturfortschritte des 19. Jahrhunderts. (Ref. muß es hier dahin gestellt sein lassen, ob die Beweisführung Verfassers zwingend ist; es sei aber etwa auf die entsprechenden Abschnitte in *Kraepelins* Lehrbuch der Psychiatrie (Bd. I, S. 175 ff.) verwiesen.) Schließlich behandelt Verf. die Rassenhygiene, die Maßnahmen zur Erhaltung und Fortentwicklung der Rasse. Die interessanten Gedanken, insbesondere zur Frage der Vervollkommnung, entziehen sich leider der referierenden Wiedergabe.

Rudolf Allers, München.

Botanische Mitteilungen.

(Traumatropische Krümmung von Wurzeln.)

Chemotropismus an Pflanzenteilen ist verschiedentlich beobachtet. Man versteht darunter Richtungsbewegungen, die durch ungleichmäßige Verteilung von Stoffen in der Umgebung der Pflanze veranlaßt sind. Solche Erscheinungen waren vor allem für die Pollenschläuche und Pilzhyphe bekannt, bei denen ein Aufsuchen optimaler Konzentrationen und ein Vermeiden schädlicher Stoffe den Effekt der Chemotropismen auszumachen pflegt. Nun ist Ähnliches auch von Wurzeln aus *Darwins* u. a. Untersuchungen bekannt. Wesentlich Neues und Exaktes darüber haben aber jüngst die Untersuchungen *Porodkos* zutage gefördert (Jahrb. f. wiss. Bot. 1912, Botan. Ges. 1912 u. 1913). Die Methode besteht dabei vielfach darin, daß man von dem zur Unter-

suchung heranzuziehenden chemischen Körper eine Lösung mit Agaragar oder Wasser bereitet und diese einseitig auf die Wurzel an bestimmter Stelle wirken läßt, indem man Agarstückchen oder mit Lösung getränkte Fließpapierstückchen mittels Pinsels aufträgt. Die Wurzelspitze kann dann im Horizontalmikroskop hinsichtlich ihrer Abweichung von der normalen Wachstumsrichtung leicht kontrolliert werden. An den von *Porodko* vorgenommenen Wurzeln von *Lupinus* und *Helianthus* ist der chemotropische nahe dem Optimum liegende Reiz stark genug, um den Geotropismus zu überwinden. Er tritt an jungen lebhaft wachsenden Wurzeln am besten ein, an älteren unter Umständen gar nicht. Es erfolgt in den meisten Versuchen eine negative Krümmungsreaktion, bei Beginn allerdings oft eine schwache positive. Ist der Reiz sehr schwach, so findet ein schief abwärts gerichtetes Wachstum statt, und zwar sowohl bei Anwendung zu schwacher Konzentration als auch zu kurzer Einwirkungsdauer. Bei sehr hoher Konzentration oder sehr giftigen Stoffen kommt eine ausgesprochen positive chemotropische Krümmung zur Beobachtung. Diese Erscheinung kann *Porodko* nur darauf zurückführen, daß die streng lokalisierte Reizung selbst bei Agarstückchen von geringster Ausdehnung kaum möglich ist, weil durch Diffusion die Stoffe sich über verschiedene Zonen der Wurzel schnell verbreiten und auch durch das Wachstum Verschiebungen der aufgelagerten den Reiz enthaltenden Körper stattfinden. *Die chemotropische Reaktion der Wurzelspitze ist nämlich eine rein negative*, in der Wachstumszone aber, die hinter der Spitze folgt, kann auf chemotropischen Reiz hin positive Krümmung eintreten.

Porodko untersuchte 55 Verbindungen auf ihre chemotropische Wirkung hin. Sie schwanken meist in Konzentrationen von 0,01 bis 0,1 Grammäquivalenten Substanz pro Liter. Es sind darunter Anorganika und Organika, Säuren und Basen, Salze, Alkohole usw. Es wirkten aber keineswegs alle untersuchten Körper chemotropisch. Überblickt man diese letzteren, so fällt auf, daß eine Beziehung zwischen chemotropischer Wirkung und Eiweißkoagulationsvermögen besteht. Die Stoffe, die am stärksten reizen, sind die energischsten Koagulatoren für Eiweiß (Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure, viele Schwermetallsalze, Salze von Al, Cr, Ce). Von diesen genügten schon sehr geringe Konzentrationen zur Erzielung guter Reaktion. Schlecht reizen dagegen Alkohole, Farbbasen, organische Basen, die alle schwache Koagulatoren sind. Sie wirkten nur bei hoher Konzentration.

Es läßt sich deshalb vermuten, daß die erste durch den Reiz bewirkte Veränderung eine Koagulation des plasmatischen Eiweißes ist. Solche Veränderungen sind nun allerdings mikroskopisch nicht nachweisbar gewesen, sie können aber viel wahrscheinlicher in inneren, höchstens ultramikroskopisch feststellbaren Zustandsänderungen beruhen.

Hinsichtlich des Zusammenhanges zwischen der Konzentration des Chemotropikums und der Berührungsdauer auf der Wurzel hat *Porodko* in genauesten Messungen die Gültigkeit des Energiemengesetzes gefunden: Für den Eintritt der (negativ chemotropen) Krümmung ist die Menge der chemischen Energie maßgebend. Der Berührungsdauer ist die Menge des eingedrungenen Stoffes proportional, und aus einer empirisch gefundenen Präsentationszeit bei bestimmter Konzentration lassen sich die entsprechenden Zeiten für alle andern Konzentrationen berechnen.

In weiteren Studien hat *Porodko* sodann (Bot. Ges. 1912) sich dem *Thermotropismus der Wurzeln* zugewendet. Man versteht darunter die durch Temperaturdifferenz veranlaßten Krümmungsreaktionen, soweit sie

dauernde und Wachstumserscheinungen sind. Auch die thermotrope Krümmung ist negativ, die Erscheinung also der chemotropen durchaus parallel, nur daß der einseitige Reiz durch einen Wärmestrom hervorgerufen wird. *Porodko* bediente sich dazu eines mit warmem Wasser gefüllten Kolbens (Erlenmeyer-Kolbens), der bis auf eine kleine Stelle mit Filz umwickelt war. Diese Stelle, mit der die Wurzelspitze in Berührung gebracht wurde, erregte den thermotropen Reiz. Die Temperatur der Kolbenwand wurde aus der des eingefüllten Wassers berechnet. Da die Versuche im Dunkeln ausgeführt wurden, und die Berührung mit der Kolbenwand dann keinen Effekt hat, wenn das Wasser Zimmertemperatur hat, so sind Fehler nach Möglichkeit ausgeschlossen. Der Verlauf der Reaktion im einzelnen und die Bedingungen enthalten vielfache Übereinstimmung mit den Erscheinungen des Chemotropismus. Auch hier ist die Menge der thermischen Energie maßgebend für den Eintritt der Krümmung, d. h. bei höherer Temperatur genügt geringere Berührungsdauer (z. B. bei 70° 5 Sek., bei 50° 60 Sek., bei 40° 270 Sek. usw.). Die Analogie zwischen thermotropischer und chemotropischer Reaktion ist eine so weitgehende, daß auch bei der ersteren sich als direkter Reizeffekt der Erwärmung eine thermische Koagulation des plasmatischen Eiweißes in den Zellen der Wurzelspitze vermuten läßt. Dafür spricht sehr, daß die Eiweißkoagulation nach den Untersuchungen der Physiologen *Chick* und *Martin* in ähnlicher Weise von der thermischen Energie abhängt, d. h. daß die Zeiträume, die zur Koagulation bestimmter Eiweißmengen zwischen 60° und 77° nötig sind, nach einer entsprechenden Formel berechnet werden können, wie die Erregungszeiten (Präsentationszeiten) bei der negativen thermotropischen Krümmungsreaktion der Wurzeln.

Endlich ging *Porodko* noch (Bot. Ges. 1912) auf die mechanischer Verletzung von Wurzeln folgenden Krümmungsreaktionen ein. Ein Anschneiden mit dem Messer ist wegen der möglicherweise dabei stattfindenden chemischen Reizung nicht angebracht, es wurde deshalb eine Verletzung durch die Kante eines Deckgläschens gewählt. Die Reaktionen sind an sich den chemo- und thermotropischen ähnlich. Zur Erhärtung der Analogie mit diesen und der Feststellung, ob der Effekt ein eiweißkoagulierender sei, wurde die mechanische Verletzung an Wurzeln untersucht, die vorher mit koagulationshemmenden oder koagulationssteigernden Stoffen behandelt waren. Es ergab sich, daß koagulationssteigernde Einwirkungen die Empfänglichkeit der Wurzeln für Verletzungsreiz erhöhen. Nach solcher Behandlung rufen Anschnitte an den Wurzeln dreimal so starke Krümmung hervor als an den unbehandelten. Umgekehrtes gilt bei Vorbehandlung mit koagulationshemmenden Stoffen.

Es besteht somit auch im besonderen Verlauf, wie im allgemeinen, eine große Analogie zwischen den wohl am besten als *Traumatropismus* der Wurzeln zusammengefaßten Krümmungsreaktionen, bei denen entweder chemische oder thermische oder mechanische Energie das auslösende Reizmittel vorstellt.

Einige ergänzende Beobachtungen hierzu liefert *Günther* (Berliner Dissertation 1913), aus denen hervorgehoben sei, daß die empfindlichste Zone 1 mm hinter der Spitze liegt, von wo die Empfindlichkeit in beiden Richtungen abnimmt. Es reagieren aber auch 1,5 mm dekapierte Wurzeln noch auf Verletzung durch traumatropische Krümmung, jedoch schwächer. Bei schwacher Äthernarkose wird die Reaktion geringer, bei stärkerer oft völlig unterdrückt; sie tritt nach Aufhebung der Narkose nachträglich mit verlängerter Reaktionszeit noch ein.

F. T.

Astronomische Mitteilungen.

Über einen Fixstern mit starker Eigenbewegung berichtet in Nr. 4674 der *Astronomischen Nachrichten* E. F. *Bellamy* nach den Ausmessungen des astrophotographischen Sternkatalogs der römischen Sternwarte auf dem Vatikan. Es handelt sich dabei um den Stern 914 des Helsingforscher Katalogs, dessen jährliche Eigenbewegung in Deklination fast 0,4 Bogensekunden und in Rektaszension beinahe $\frac{1}{4}$ Zeitsekunden beträgt. Als Eigenbewegung jenes Sterns, im Bogen größten Kreises für hundert Jahre berechnet, leitet *Bellamy* den hohen Betrag von + 157 Bogensekunden ab. —

Wie entstehen die elektrischen Kräfte auf der Sonne? Über diese wichtige und interessante Frage liegt eine Untersuchung von Dr. J. A. *Harker* in den *Monthly Notices* der Königl. Englischen Astronomischen Gesellschaft vor, die auf Laboratoriumsversuchen beruht, aber auch im Zusammenhange mit den ausgezeichneten Sonnenmessungen auf der nordamerikanischen Bergsternwarte Mount Wilson steht. Aus den Untersuchungen, die Dr. *Harker* im Verein mit Dr. *Kaye* anstellte, folgt, daß bei sehr hohen Temperaturen Gase und Dämpfe sehr stark elektrisch leitend werden, und daß ferner manche gasförmige Substanzen bei sehr hohen Temperaturen gewaltige elektrische Ströme aussenden. Nach den Feststellungen der beiden englischen Forscher würde z. B. Kohlenstoff bei 3000° C allein imstande sein, eine so große elektrische Wirkung auszuüben, daß sie zur Erklärung der von Professor *Hale* (Mount-Wilson-Sternwarte) bei Sonnenflecken gefundenen magnetischen Felder völlig ausreicht. —

Ein neuer Komet ist Anfang September d. J. von dem Astronomen *Metcalf* auf der nordamerikanischen Sternwarte Winchester entdeckt worden. Die ursprüngliche Annahme, daß dieser Komet 1913 b, der zweite im laufenden Jahre entdeckte (1912 wurden vier, 1911 acht Kometen aufgefunden), mit dem periodischen Kometen von *Westphal* identisch sei, hat sich noch nicht als endgültig richtig erwiesen. Nach Beobachtungen von *Antoniazzi* (Padua) stand der Komet 1913 b am 3. September in Rektaszension auf 6h 48m 15s und in Deklination 57° 25'6" nördlich vom Himmelsäquator. Seine Bewegung war nordwestlich und betrug in Deklination täglich fast 34 Bogenminuten nach Norden. Die Helligkeit des Kometen war etwa von der 10. Größenklasse, so daß jener Haarstern auch in mittleren Fernrohren sichtbar ist. —

Neue photographische Aufnahmen von Nordlichtern, die auch für die Beziehungen der Astronomie zur Erdphysik von großer Wichtigkeit sein werden (Höhe der Atmosphäre, elektromagnetische Fernwirkung der Sonne usw.), hat auf einer besonderen Nordlichtexpedition nach Bossekop der norwegische Forscher Professor *Störmer* (Christiania) im Frühjahr d. J. ausgeführt. Im ganzen gelangen etwa 850 photographische Nordlichtaufnahmen, und zwar zumeist auf zwei Stationen, die in nordsüdlicher Richtung 27½ km voneinander entfernt waren. Auf diese Weise wird es möglich sein, durch Parallaxenwirkung an den Endpunkten einer ziemlich großen Basis sehr genaue Feststellungen der Polarlichthöhen zu erhalten. Nach Angaben von Professor *Störmer*, der schon früher bei Wahl einer kleineren Basis von nur 4½ km sehr brauchbare Höhenbestimmungen von Nordlichtern (bis zu etwa 400 km Höhe über dem Meeresniveau) erzielen konnte, dürfte das Material der neuen Nordlichtexpedition mehr als 4000 sichere Höhenbestimmungen für das Phänomen der Nordlichter liefern. Nach Mitteilungen von Professor *Störmer* in der *Meteorologischen Zeitschrift* (Augustheft 1913) sind alle wesentlichen Nordlichtformen photographisch aufgenommen worden,

ja, es gelang sogar eine Reihe kinematographischer Aufnahmen des Polarlichts, wobei jedes Bild etwa 4 Sekunden belichtet wurde. Von ganz besonderem Interesse ist die Anordnung des photographischen Apparates zur Nordlichtaufnahme nach Professor *Störmer*. Einmal waren die photographischen Apparate mit einer Einrichtung versehen, durch welche das Bild einer beleuchteten Uhr genau gleichzeitig mit dem Nordlicht auf der Platte festgelegt werden konnte. Dadurch ließ sich auf der entwickelten photographischen Platte nicht nur der Zeitpunkt der Aufnahme, sondern auch die Belichtungsdauer an dem vom Sekundenzeiger beschriebenen Sektor unmittelbar ablesen. Eine entsprechende ebenso sinnreiche Einrichtung dürfte auch bei manchen astronomischen Aufnahmen (Finsterniserscheinungen usw.) von Bedeutung sein. Vor allen Dingen aber gelang es mit Hilfe eines Objektivprismas, gleichzeitig mit den Nordlichtphotogrammen noch mehrere andere Photographien aufzunehmen. So sieht man z. B. auf einigen Platten sogar Sternspektren mit einigen nebeneinander liegenden Bildern des Nordlichts je nach den verschiedenen Spektrallinien dieser Lichterscheinung. Dieses Verfahren ist bei systematischer Durchführung auch von der größten Bedeutung für das Studium der höheren Atmosphärenschichten mit den verschiedenen denselben entsprechenden Gasen.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Die erste Diesel-Lokomotive. Auf der Strecke Berlin—Mansfeld wird, wie die *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure* schreibt (1913, 34, S. 1325), seit kurzem die erste mit Dieselmotoren betriebene Lokomotive ausprobiert. Die Diesellokomotive vertritt einen ganz neuen Typus, der ebenso mit der elektrischen wie mit der gewöhnlichen Dampflokomotive in Konkurrenz tritt. Sie vermeidet den Nachteil der elektrischen Vollbahnlokomotive der Zentralisierung der Kraftquelle, die bei irgendwelchen Störungen die ganze Linie in Mitleidenschaft zieht, und ebenso den Nachteil der mit Akkumulatoren angetriebenen Lokomotive, deren Kraftquelle nur für verhältnismäßig geringe Strecken ausreicht. Der gewöhnlichen Lokomotive ist die Diesellokomotive weit überlegen, weil sie fast 35 % der Brennstoffenergie ausnützt — und zwar bei der Verwendung ganz billiger Brennstoffe (Schweröle, Rohöle) —, die gewöhnliche Lokomotive aber höchstens 13—14 %. Dazu kommt, daß die neue Lokomotive den Brennstoff für sehr große Strecken mit sich führen kann.

Wenn man trotzdem erst spät an die Verwirklichung des Gedankens einer Diesellokomotive gegangen ist, so liegt das ebenso sehr an der Kompliziertheit des Antriebes, wie an den durchaus neuen Konstruktionsbedingungen, die die hohen Temperaturen in den Zylindern und der ungewohnte Antrieb an den Konstrukteur stellen. Die eigentliche Lokomotivmaschine ist ein auf die Triebachsen direkt wirkender 4-zylindriger Dieselmotor. Außer dieser Triebmaschine ist eine hiervon vollkommen unabhängige Hilfsmaschine vorhanden, ein 2-zylindriger Dieselmotor (250 PS), die etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ so viel wie die Triebmaschine leistet, und die zur Erzeugung von Druckluft dient, mit der die Triebmaschine beim Anfahren betrieben werden kann. Durch den Druckluftbetrieb allein wird der Zug bis auf eine Geschwindigkeit von 8 bis 10 km/Std. beschleunigt, erst dann wird auf den normalen Brennstoffbetrieb umgeschaltet.

Der motortechnische Teil der Lokomotive stammt, wie die *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure* schreibt, von Gebr. *Sulzer* in Winterthur. Bei der Durchbildung des Lokomotivgestelles ergab sich eine Reihe von Aufgaben, deren Bearbeitung der Firma *A. Borsig*, Berlin-Tegel, übertragen wurde, von der auch die Konstruktion und die Ausführung dieses Teiles stammt. Die ersten Probefahrten (Ende März zwischen Winterthur und Romanshorn) fielen so günstig aus, daß die Lokomotive nach Berlin gefahren wurde. Die Überführung vollzog sich ohne Störung am 31. März von Winterthur über Basel bis Straßburg. Von Straßburg ging die Fahrt über Ludwigshafen a. Rh., Worms, Hanau, Elm, Eichenberg, Nordhausen nach Berlin. Die Strecken Basel—Straßburg und Ludwigshafen—Worms wurden im Eilgüterzug zurückgelegt, wobei die Diesellokomotive zeitweise den ganzen Zug einschließlich der Dampflokomotive zog und 70 km/Std. erreichte. Die Geschwindigkeit wechselte fahrplanmäßig zwischen 20—100 km/Std.

E.

Glas besitzt manche Eigenschaften, die von denen der festen Körper im allgemeinen weit abweichen. So hat *Warburg* gezeigt, daß mittels des elektrischen Stromes Metalle durch Glas wie durch einen Elektrolyten hindurchwandern. Von *Heydweiller* und *Kopfermann* ist festgestellt, daß auch ohne Wirkung eines elektrischen Stromes Silber aus geschmolzenem Silbernitrat durch Diffusion in Glas eintritt. *G. Schulze* hat diese Erscheinung quantitativ untersucht und ermittelt, daß bei Temperaturen über 250 Grad Silber in der Form freier Ionen aus geschmolzenem Silbernitrat in **Thüringer Glas einwandert**, so daß für jedes in das Glas eintretende Silberion ein Natriumion aus dem Glas in die Schmelze austritt. Die Leitfähigkeit des Glases wird hierdurch auf das 1,5fache erhöht. Die diffundierende Silbermenge ist den Quadratwurzeln aus der Diffusionsdauer und aus der Leitfähigkeit des Glases proportional. Die Konzentration des Silbers im Glase nimmt mit zunehmender Tiefe geradlinig ab. *Ann. d. Phys.* 40, 340, 1913.

Mk.

Keine chemischen Zerlegungen im magnetischen Kraftfelde. Nicht geringes Aufsehen machten vor einigen Jahren die Veröffentlichungen von *J. Rosenthal* über die angebliche Zerlegung hochkomplizierter chemischer Verbindungen mit asymmetrischen Kohlenstoffatomen durch ein magnetisches Kraftfeld. Von vornherein war, nachdem man z. B. den Zeemaneffekt kennen gelernt hatte, bei der Verwandtschaft zwischen Elektrizität und Magnetismus die Möglichkeit einer solchen Wirkung nicht von der Hand zu weisen. So sollten Verbindungen wie Stärke, Rohrzucker, Eiweiß in einfachere Bestandteile sich zerlegen lassen, wenn eine bestimmte Frequenz eines magnetischen Feldes auf sie angewendet wird. *Roman Cegiel'skij* hat in Verbindung mit *E. L. Lederer* im Physikalischen Institut der Universität Czernowitz die Versuche des Herrn *Rosenthal* nachgeprüft. Diese neuen Versuche haben sich allerdings nur auf Stärke und Zucker erstreckt, aber mit Lösungen von verschiedenem Gehalt unter Anwendung von Schwingungszahlen innerhalb beträchtlicher Grenzen. *Die Ergebnisse fielen ausnahmslos negativ aus*, so daß die angeblichen Zerlegungen, sofern nicht vielleicht noch bestimmte Nebenbedingungen zu erfüllen wären, zweifellos nicht eintreten. (*Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*, 1913, 13, S. 566 f.)

—2.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 40.

3. Oktober 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges. Von *Dr. Hugo Wolff, Berlin*. S. 945.

Das Aronssche Chromoskop. (Farbenweiser.) Von *Dr. Bruno Borchardt, Charlottenburg*. S. 949.

Die ärztliche Röntgenuntersuchung des Magens und des Darmes. Von *Dr. Alban Köhler, Wiesbaden*. S. 953.

Das Gehirn des Homo Neandertalensis sive primigenius. Von *Dr. Stefanie Oppenheim*. S. 955.

Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichts in Deutschland. Von *Ernst Feige, Gießen*. S. 958.

Über die Koagulationsgeschwindigkeit kolloidaler Lösungen. S. 960.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen. Von *Prof. A. Pütter, Bonn*. S. 961.

Besprechungen. S. 962.

Kleine Mitteilungen. S. 966.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig und Berlin

Lehrbuch der Biologie für Hochschulen

von

M. Nußbaum, G. Karsten, M. Weber

Mit 186 Abbild. im Text. XI, 529 S. Gr. 8. Geh. M. 12.—; in Leinen geb. M. 13.25

Dies Lehrbuch besteht aus zwei Hauptteilen: einer Darstellung der experimentellen Morphologie und einer Biologie der Tiere und Pflanzen. Die erste, von Nußbaum bearbeitete Abteilung gibt die Tatsachen aus verschiedenen Abschnitten der Entwicklungsmechanik locker aneinandergereiht wieder. Karstens Übersicht der pflanzlichen Biologie zeichnet sich durch äußerst klare Disposition und Darstellung aus, während an Webers Bearbeitung der tierischen Biologie vor allem die Fülle der zusammengetragenen und gesichteten Tatsachen erfreut. . . . Auch dieses Buch ist ein erfreuliches Symptom dafür, wie die lange getrennt marschierenden Schwesterwissenschaften Zoologie und Botanik jetzt immer mehr sich wechselseitig durchdringen und zu einer einheitlichen Biologie verschmelzen.;

Münchener Medizinische Wochenschrift.

Die Darstellung ist außerordentlich anregend und lebendig.

. . . . Mit Abbildungen ist das Lehrbuch reichlich versorgt, unter ihnen, besonders im pflanzenbiologischen Abschnitt, zahlreiche und vorzüglich ausgeführte Originale.

Zentralblatt für Normale Anatomie und Mikrotechnik.

Abschließend sei nur noch gesagt, daß das ganze Buch einen guten Begriff von dem Stand der modernen biologischen Forschung gibt und also mit Vorteil benutzt werden wird.

Zeitschrift für Botanik.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Hefes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

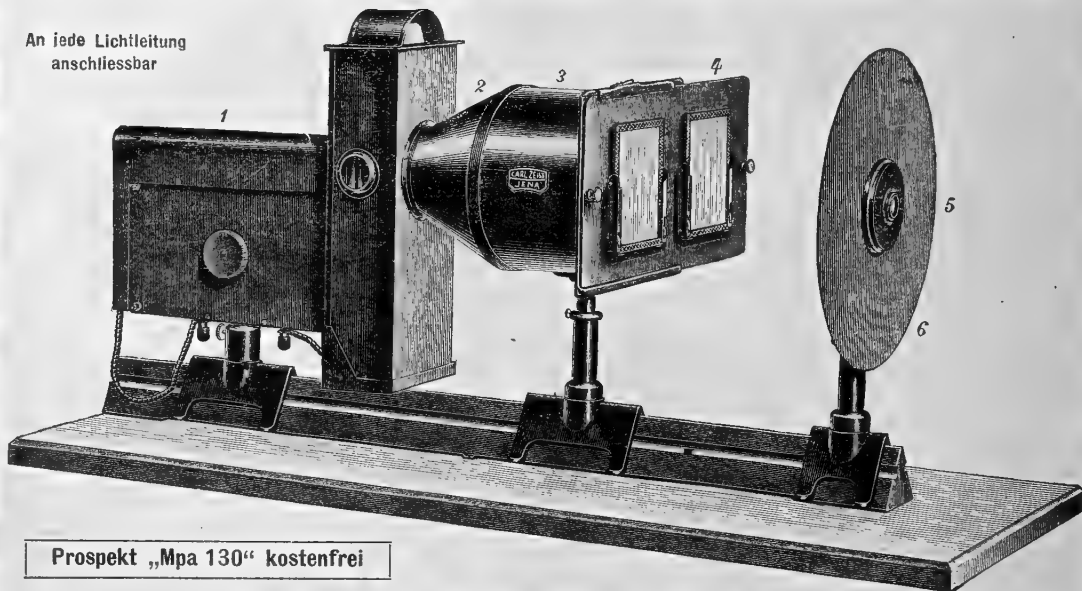
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIV

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



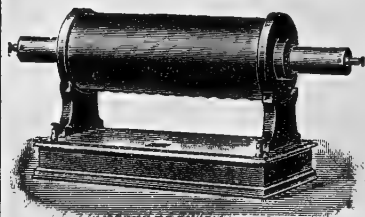
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke
bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite III — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Die Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges.

Von Dr. Hugo Wolff, Berlin.

Das *menschliche Auge* ähnelt einer kugelförmigen photographischen Kamera mit — individuell verschiedenem — festem Bildabstande. Als *Aufgangsschirm* dient der hintere Pol der kugelig um den durchsichtigen gallertartigen Glaskörper herumgespannten Netzhaut, bei ruhendem Auge einem Visierwinkel von rund etwa 110° entsprechend. Allerdings wird nur der zentrale Teil dieses Gesichtsfeldes scharf abgebildet. Das *Objektiv* wird durch die brechenden Medien — vorn die durchsichtige, gewölbte, etwa 1 mm dicke Hornhaut und etwas weiter dahinter die Linse (Fig. 3 und 4) — dargestellt und seine *Öffnung* wird durch die jeweilige Pupillenweite bestimmt.

Ebenso wie das menschliche Auge Bilder der Außenwelt auf seiner Netzhaut entwirft, sollte es seine Netzhaut (Fig. 4 a) mit allen darin sichtbaren Dingen — dem Sehnervenquerschnitt, den zahllosen Blutgefäßverästelungen, dem zentralen gelben Fleck und ihren krankhaften Veränderungen — reziprok in der Außenwelt auf einer photographischen Platte (Fig. 4 b) abbilden können, woran die ophthalmologische Wissenschaft und wissenschaftliche Mitteilung natürlich ein großes Interesse hat.

Der menschliche Augenhintergrund ist *nicht selbstleuchtend* und man kann ihn nur durch die Pupille hindurch wirksam beleuchten — also vom Bildraum her und durch dieselbe Öffnung, in welcher rückwärts die diffus von der Netzhaut (Fig. 4 a) zurückstrahlenden abbildenden Lichtbüschel ebenfalls passieren müssen —, deren Weite nach Einträufelung eines Tropfens einer 1prozentigen Homatropinlösung auf einen Durchmesser von nur etwa 8 mm vorübergehend sich vergrößert.

Die zu beseitigenden Hindernisse beruhen nun darin, daß die drei Trennungsf lächen jener brechenden Medien (Hornhaut, vordere und hintere Fläche der Linse, s. Fig. 3 und 4) des Auges einen Teil des hindurchfallenden — zur Beleuchtung des dunklen Augengrundes notwendigen — Lichtes (L' in Fig. 3 und 4) in den Bildraum zurückspiegeln (R_l und R_c in Fig. 3). Hierdurch entstehen mehr oder minder große sehr störende weiße Flecke im Bilde, in deren Bereich jegliches Detail verschwindet. Durch große Übung und Geschicklichkeit konnte der Ophthalmologe mit dem v. Helmholtz'schen Augenspiegel dennoch neben ihnen vorbei das Augeninnere beobachten. Auf die Beseitigung dieser gefürchteten *Lichtreflexe* ist bereits seit der Erfindung des Augenspiegels durch v. Helmholtz (1851) eine umfangreiche wissenschaftliche und experimentelle Arbeit verwendet worden.

Die Bestrebungen zur reflexfreien Abbildung des

menschlichen Augengrundes sind die Vorbedingung zu dessen photographischer Fixation, letztere kann somit nur im Zusammenhange mit ersterer dargestellt werden.

Die *beständigen* Anteile des Problems sind die *regelmäßigen Lichtreflexe*, welche an jenen drei katadioptrischen Systemen entstehen und von welchen die durchsichtige Hornhaut und vordere Linsenfläche zugleich als erhabene Spiegel, die durchsichtige hintere Linsenfläche zugleich als Hohlspiegel wirken.

Schon bei *unvollständiger Lösung* des Problems — Beachtung nur der beiden erhabenen Spiegel der Hornhaut und vorderen Linsenfläche — gelang es, den Augengrund reflexfrei abzubilden.

Kurz sei hier dasjenige Verfahren erwähnt, bei welchem sogar nur die Lichtreflexion der ersten Trennungsf läche, der Hornhaut, berücksichtigt und durch die Vorschaltung einer — an der Vorderfläche durch eine Glasplatte abgeschlossenen — Wasserkammer ganz *aufgehoben* wurde. Auf diesem Wege hat O. Gerloff¹⁾ die ersten reflexlosen Photogramme des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges erhalten.

Nur nach der *resultierenden Verwirklichungsweise* kann man dieses Verfahren als die *Immersionmethode* und die folgenden als die *Polarisationsmethode* (Fr. Fuchs), die *dioptrische oder rechtläufige Methode* (Thorner), die *katoptrische oder rückläufige Methode* (Wolff) benennen. Das Kennzeichen der Immersionmethode wäre die *Aufhebung* des Lichtreflexes der ersten Trennungsf läche durch Fortfall der Spiegelung überhaupt. Die Polarisationsmethode wäre gekennzeichnet durch die *Zweiteilung der Pupille in eine Beleuchtungs- und eine Abbildungshälfte*. Das Kennzeichen der dioptrischen oder rechtläufigen Methode wäre die *Verdeckung* der restierenden — im Abbildungssystem rechtläufig dioptrisch mitabgebildeten — Lichtreflexe durch halbmondförmige Blenden *innerhalb* des Abbildungs- bzw. Beleuchtungssystems. Das Kennzeichen der katoptrischen oder rückläufigen Methode wäre die *Ablenkung* aller vorhandenen Lichtreflexe, durch einen geeigneten Incidenz- und Reflexionswinkel, *außerhalb neben* die Eintritts- bzw. Austrittspupille des Abbildungssystems. Wir folgen der *historisch-genetischen* Behandlung des Problems.

Der Vater des Gedankens, welcher auf den Weg führte, war Friedrich Fuchs (Bonn 1882)²⁾. Der Plan seines stabilen reflexlosen Augenspiegels bestand aus einem Beleuchtungsrohr und einem Abbildungsrohr, deren Enden spitzwinklig zusammen-

¹⁾ O. Gerloff, Photogramme des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges. Zehender Klin. Mon.-Bl. 1891.

²⁾ Friedrich Fuchs, Vorschlag zur Konstruktion eines Augenspiegels mit neuer Reflexions- und Polarisationsvorrichtung. Z. f. Instrkde. 1882, Heft 9, S. 305—310.

stießen und deren Öffnungen je vor einer Pupillenhälfte des untersuchten Auges lagen. An der Vereinigungsstelle der beiden Rohre, dicht vor dem untersuchten Auge, war ein einziger Nicol angebracht, welcher zugleich den Spiegel vertritt. Hierdurch wurde die strengere Scheidung der Pupillenhälften des untersuchten Auges gesichert, indem durch die *Beleuchtungshälfte* der Pupille nur ordinäre, durch die *Abbildungshälfte* nur extraordinäre Strahlen verlaufen. Das Beleuchtungsrohr entwarf mittels eines Linsensystems ein Bild der Lichtquelle in einer Pupillenhälfte des untersuchten Auges. Das Abbildungsrohr erzeugte durch eine Linse, in deren Brennpunkt die Pupillenebene des untersuchten Auges lag, ein reelles umgekehrtes Augengrundbild, welches durch eine zweite Konvexlinse von gleicher Brennweite, in deren Brennpunkt die Pupille des Beobachters zu liegen kam, betrachtet wurde. Der Plan kam indes nicht zur Ausführung.

hintergrundes seinen erstaunten Fachgenossen vorzuführen. *Thorner* hat mit seinem Instrument auch Photographien des Augengrundes hergestellt.

Wolff (Berlin)¹⁾ zeigte mit seinem elektrischen Handaugenspiegel, daß jene Spiegelungen an der Hornhaut und vorderen Linsenfläche, besonders aber auch die an der konkaven Hinterfläche der Linse (s. u.) unschädlich gemacht werden, wenn die Grenze des reflektierten Beleuchtungskegels bzw.

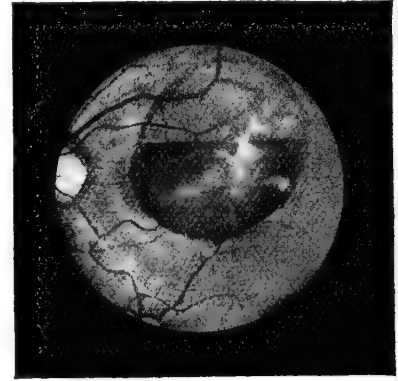


Fig. 1 a. *Dimmer*, Netzhautblutung bei einem 26 jähr. Mädchen (nach Wien. Klin. Wchschr. 1911).

Lichtfocus (L' in Fig. 3 und 4) in der einen Pupillenhälfte des untersuchten Auges sich mindestens 1 mm von der Achse entfernt hält. Dies wird allein durch eine geeignete Neigung des kleinen Beleuchtungsspiegels (S in Fig. 3 und 4) erreicht. Die Einführung eines in der Pupillenebene des untersuchten Auges gelegenen *Glühfadenbildes* als *Lichtquelle* wurde hierbei von grundlegender Bedeutung. Denn wegen dessen Kleinheit konnte man nunmehr über den weitaus größten Raum in der Pupille zur *Beobachtung* verfügen.

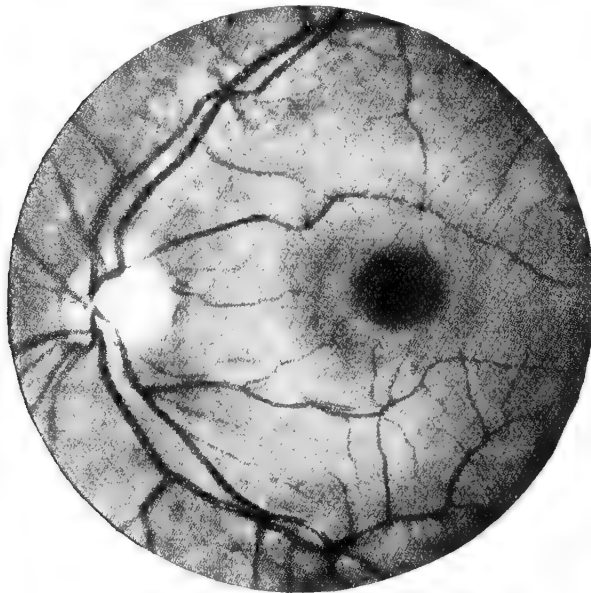


Fig. 1. Photogramm des normalen Augengrundes eines 13 jährigen Mädchens nach *Dimmer*, in etwa 12 facher Vergrößerung (nach einem kleineren Originalnegativ), 1907 l. c. Taf. XIV.

Walter Thorner hat mit seinem stabilen reflexlosen Augenspiegel zuerst (1899 Berlin)¹⁾ einen ähnlichen Plan zur Verwirklichung geführt, wobei — unter Ersatz des Nicols durch ein total reflektierendes Prisma — im Beleuchtungsrohr die Hälfte der Lichtquelle und im Beobachtungsrohr die Hälfte des Okulars durch je eine halbmondförmige Blende verdeckt wurde. Diesen beiden Blenden ist die Schutzwirkung gegen jene nicht beseitigte, an der konkaven Linsen hinterfläche entstehende Lichtreflexion zuzuschreiben. Ihm gelang es so zuerst, das reflexfreie Bild des lebenden menschlichen Augen-

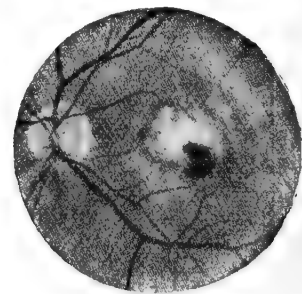


Fig. 1 b. *Dimmer*, schwere senile Veränderungen im gelben Fleck bei einer 80 jähr. Frau (nach Zeitschr. f. Augenhkde., Bd. 24, Taf. X, Fig. 3, 1910).

In den Jahren 1901—1902 hat *Friedrich Dimmer*²⁾ (Wien) seine hervorragenden Photographien des menschlichen Augenhintergrundes mit seinem von der Firma *Carl Zeiß* in Jena erbauten Apparat

¹⁾ *Walter Thorner*, Ein neuer stabiler Augenspiegel mit reflexlosem Bilde. Z. f. Psychologie und Physiologie d. Sinnesorgane Bd. 20, S. 294—315. Ferner: Die Theorie des Augenspiegels und die Photographie des Augenhintergrundes. Berlin, A. Hirschwald, 1903.

¹⁾ *Hugo Wolff*, Über eine neue Untersuchungsmethode des Augenhintergrundes mit einem neuen elektrischen Augenspiegel. Berl. Klin. Wochenschr. 1900, Nr. 16, und Zeitschr. f. Augenhkde. 1901, Bd. 5, S. 101—109.

²⁾ Bericht d. Heidelb. ophthalmol. Versammlung. 1901, S. 162—169, und 1902, S. 285—290.

hergestellt, wobei er das Beleuchtungsprinzip des Wolffschen elektrischen Augenspiegels mit dem Prinzip des Thornerschen Abbildungssystems vereinigte. Dimmer gelang es, einen ganzen Atlas von normalen und krankhaften Befunden des lebenden menschlichen Augengrundes zusammenzustellen (s. Fig. 1, 1a, 1b). Als Lichtquelle diente elektrisches Bogenlicht von 30 Amp. mit Momentverschluß¹⁾.

Bei vollständiger Berücksichtigung aller Anteile des Problems, auch jener letzten Lichtreflexion am Hohlspiegel der hinteren Linsenfläche des Auges, ergibt sich eine neue Lösung.

Diese führt zur *katoptrischen Methode der zentrischen reflexfreien Abbildung des Augengrundes* (Fig. 3 und 4)²⁾. Wenn man den bei der Licht-

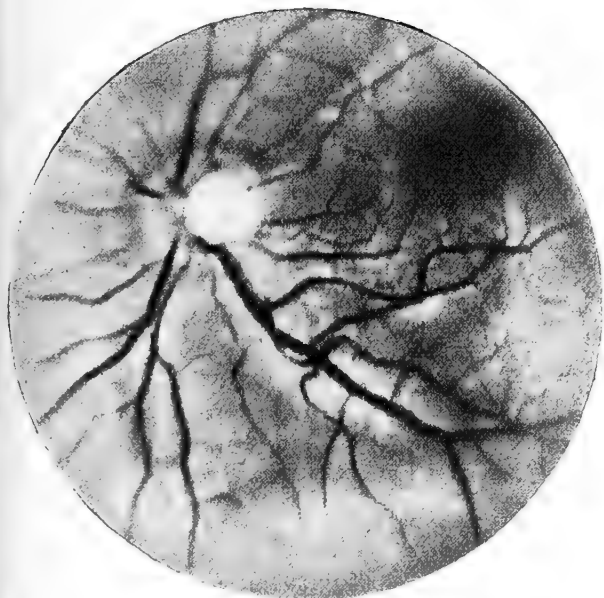
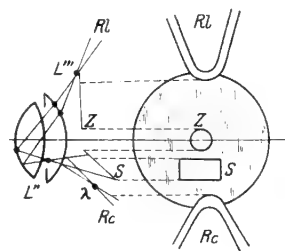


Fig. 2. Wolff, Selbstaufnahme meines rechten Augenhintergrundes, mit nach theoretischen Grundsätzen hergestellter Versuchsanordnung, ohne vorherige Einstellung. Etwa 12fache Vergrößerung (nach einem kleineren Originalnegativ). Nach Arch. f. Augenheilkde., Bd. 59, Taf. IV, 1908.

reflexion an jenen drei katadioptrischen Systemen nachweisbaren und beobachtbaren Tatsachen nachgeht, also den induktiven Weg einschlägt, so ergibt sich nach den gewöhnlichen Reflexionsgesetzen, daß, wenn man den Beleuchtungsfocus in der einen Pupillenhälfte (Fig. 3, L'') achsensenk-

recht von der Achse des untersuchten Auges nach dem Pupillenrande hin wandern läßt, die störenden *regelmäßigen Lichtreflexe* mit zunehmendem Incidenz- und Reflexionswinkel mehr und mehr zur Seite neben den Strahlenkegel des Augengrundbildes (vgl. Fig. 4, a, b) hin entweichen. Und zwar: von dem Hohlspiegel der Linsenhinterfläche, deren Mittelpunkt *vor* der Krümmungsfläche liegt, katoptrisch kollektiv nach dem gegenüberliegenden Raum neben der Achse (Fig. 3, L'' , RL); von den erhabenen Spiegeln der Hornhaut und Linsenvorderfläche, deren Mittelpunkte *hinter* der Krümmungsfläche dem Objektraum gegenüberliegen, nach der Seite des Lichteinfalls (Fig. 3, λ). Hierdurch wurde ein *endlicher, um die Achse herum gelegener Raum für die Beobachtung frei und somit die zentrische reflexfreie Abbildung des Augengrundes wesentlich ermöglicht*. Die Lage des Beleuchtungsfocus in der Pupille wird durch eine geeignete Spiegelneigung (S in Fig. 3 und 4) hergestellt. Zu der (Fig. 3, L'' und Fig. 4, L'') dargestellten möglichst weitesten Entfernung des Beleuch-



a Sagittalschnitt, b Flächenansicht.

Fig. 3. (Natürl. Größe.) Schema der katoptrischen Beseitigung der Hornhaut- und Linsenreflexe: katoptrische Methode der zentrischen reflexfreien Ophthalmoskopie von Wolff, 1903, 06, 08, 12. a Sagittalschnitt, b Flächenansicht. RL Reflex der konvexen Linsenhinterfläche. Rc Hornhautreflex (beide zeigen wegen der Aberration des menschlichen Auges das Lichtquellenbild in kissenförmiger Verzerrung). Z zentrische 3 mm-Blende, Eintrittspupille des Abbildungssystems. S Planspiegel. L'' Bild der Lichtquelle. L''' katoptrisches Bild des Beleuchtungsfocus, von der konvexen Linsenhinterfläche reflektiert. λ katoptrisches Bild des Beleuchtungsfocus, von der Hornhaut reflektiert. Die gleichgerichtete, aber katoptrisch *dispansive* Abbildung des Beleuchtungsfocus durch die konvexe Linsenvorderfläche ist, um die Figur nicht zu verwirren, nicht gezeichnet.

tungsfocus von der Achse bis nahe zum Rande der — durch Einträufelung eines Tropfens einer 1 proz. Homatropinlösung maximal erweiterten — Pupille kommt man durch den Umstand, daß die katoptrische Abbildung infolge der bekannten optischen Fehler des menschlichen Auges keine ganz reine ist.

Nach der Natur der brechenden Medien des Auges, welche ja nicht aus Glas, sondern aus durchsichtigen organischen Formelementen bestehen, an deren Wandungen Diffraction des Lichtes stattfindet, kommt dem Problem der reflexfreien Ophthalmoskopie noch ein Anteil in der *diffusen Reflexion* zu. Die vom Beleuchtungskegel (L'' in Fig. 3 und 4) getroffenen winzigen Stellen der brechenden Systeme werfen infolgedessen das erborgte Licht nach allen Seiten zurück, verhalten

¹⁾ Friedrich Dimmer, Die Photographie des Augenhintergrundes, Wiesbaden, I. F. Bergmann, 1907. Ferner: R. Hesse, Embolie der Zentralarterie, Zeitschr. f. Augenheilkde. 1908, Bd. 19, S. 440; Drusen der Chorioidea ibid. 1910, Bd. 24, S. 219; Präretinale Blutungen ibid. S. 327.

²⁾ Hugo Wolff, Über Mikro-Ophthalmoskopie und über die Photographie des Augengrundes. Ophthalmol. Klinik 1903 Nr. 10, 1906 Nr. 15 und 18. — Zur Photographie des menschlichen Augenhintergrundes, Archiv f. Augenheilkde. 1908, Bd. 59, S. 115—142. — Über die zentrische reflexlose Mikro-Ophthalmoskopie, Ztschr. f. Augenheilkde. 1912, Bd. 28, S. 307—324. — Über neue ophthalmoskopische Untersuchungsmethoden, 1913, Zeitschr. f. Augenheilkde. Bd. 29, S. 224—236.

sich somit wie selbstleuchtende Körper. Gegen dieses Nebenlicht wirkt der undurchsichtige Teilspegel (*S* in Fig. 3 und 4) gleichzeitig als Schutzblende.

Hieraus ergibt sich folgende *Verwirklichungsweise*. Die *Beleuchtungsröhre* (1906/08 l. c.) bildet die Lichtquelle (Fig. 4, *L*) durch ein Linsensystem zunächst in einer zentrischen Blende (Fig. 4, *L'*) ab und dieses Lichtbild wird durch ein orthoskopisches Okular unter Vermittlung des Planspiegels (Fig. 4, *S*) am Pupillenrande des untersuchten Auges (Fig. 4, *L''*) aplanatisch abgebildet. Das beleuchtete Gesichtsfeld von $7\frac{1}{2}$ mm Durchmesser (Fig. 4, *a*) wird durch die brechenden Medien (*Linse und Hornhaut*) des Auges selbst kombiniert und mit einer dicht davor gesetzten *Recoßlinse* (Fig. 4, *R*) und in Luft zwischengeschalteter zentrischer physischer Blende von 3 mm Durchmesser als *Objektiv* direkt (in *b*, Fig. 4) abgebildet.

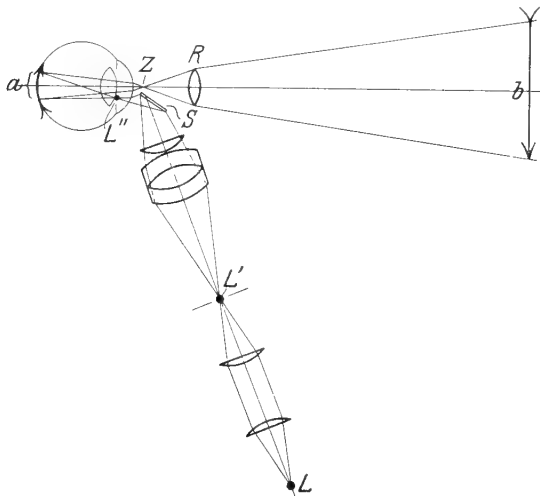


Fig. 4. Zentrische reflexfreie Abbildung des Augengrundes von Wolff, 1903, 06, 08, 12. Größe: 1 : 2. *L* Lichtquelle, *L'* erstes Bild des Glühfadens in zentrischer Blende, *S* Planspiegel, *L''* Beleuchtungsfocus, *a* beleuchtetes Gesichtsfeld, *Z* zentrische 3 mm-Blende (Eintrittspupille des Abbildungssystems), *R* Recoßlinse, *b* direktes umgekehrtes Augengrundbild.

Handelt es sich nur um eine klinische Untersuchung des Auges, so dient als Lichtquelle (Fig. 4, *L*) eine kleine Glühfadenlampe von 4 Volt Spannung und das Objektivbild *b* (Fig. 4) wird mit einem Mikroskopokular betrachtet. Dieses *Ophthalmomikroskop nach Wolff* (1903/1912 l. c.) ist erst kürzlich von der Firma Carl Zeiß in Jena gebaut worden und zeigt das reflexfreie Bild des Augengrundes in einer 33,5 bis 63 fachen Vergrößerung.

Zur *photographischen Aufnahme des Augengrundbildes* wurde (1906/08 l. c.) an den Ort des letzteren (Fig. 4, *b*) eine orthochromatische Momentplatte (von Kranseder & Co., München) gebracht. Als *Lichtquelle* diente das Bogenlicht einer Siemens-Schuckert-Lampe (30 Amp., 1200 Kerzen) mit Momentverschluß. Die Blendung des untersuchten Auges ist bei der Kürze der Expositionszeit so geringfügig, daß sie keiner Beachtung bedarf (s. Fig. 2).

Die sphärischen und chromatischen Fehler einer Einzellinse sind den *Recoßlinsen* (Fig. 4, *R*) wegen ihrer Dünne und Kleinheit nur in geringem Grade eigen. Die Chromasie entfällt fast aus der Betrachtung, da es sich hier vorwiegend um eine monochromatische Abbildung durch rotes Licht handelt; sodaß nur die an sich geringen und durch das Öffnungsverhältnis (ca. $\frac{1}{20}$) stark eingeschränkten sphärischen Fehler verbleiben.

Mittels eines Satzes von auswechselbaren Recoßlinsen können alle menschlichen Augen, deren optischer Bau individuell sehr variiert, nach vorheriger Untersuchung leicht auf den festen *Bildabstand* (50 mm) der photographischen Kamera (Fig. 4, *R, b*) eingestellt werden. Somit kann die Einstellung des Apparates vor der Aufnahme fast ganz nach theoretischen Grundsätzen bewirkt werden. Der Untersuchte hat hierauf (bei Rauchglasbelichtung) nur in die Beleuchtungsröhre hineinzublicken und der Beobachter sich lediglich vom Vorhandensein des Bildes im Apparat zu überzeugen, während eine peinlich genaue Korrektur der Einstellung nur in seltenen Fällen notwendig wird und eine Verschiebung der photographischen Platte von 0 bis 2,5 mm erfordern würde. Dann wird die Momentbelichtung in Tätigkeit gesetzt.

Die *Bildqualität* ist — besonders bei richtiger Auswahl der Reproduktionstechnik oder Abdruck auf Tafeln — derartig, daß sie der wissenschaftlichen Mitteilung bereits volle Dienste leistet. Zu ihrer Weiterentwicklung ist in der gezeichneten Versuchsanordnung der Weg gegeben. Denn erstens ist die Abbildung eine zentrische; zweitens bedingt der — durch die in Luft zwischengeschaltete zentrische Blende (Fig. 4, *Z*) bewirkte — gestrecktere Strahlenverlauf im Objektiv eine höhere optische Leistung; drittens resultiert aus dem geringen Öffnungsverhältnis (1 : 20) eine größere Tiefenschärfe des Bildes; viertens sind, einen richtigen Betrachtungsabstand vorausgesetzt, die Aufnahmen — weil die Objektivöffnung gleich der physiologischen Pupillenweite des menschlichen Auges (3 mm) ist — naturgetreuer¹⁾ und endlich läßt das Güteverhältnis — Verhältnis der verbrauchten Energien zu den nutzbaren Energien, Mindestanzahl der Übergänge aus Luft in Glas im Abbildungssystem — eine noch weitere Verkürzung der Expositionszeit zu.

Zum Zweck der *gleichzeitigen photographischen Aufnahme zweier stereoskopischer Halbbilder des Augengrundes* wählt man statt der zentrischen Blende (Fig. 4, *Z*) 2 exzentrische Eintrittspupillen. Man kann dann entweder mit einer Drünerschen Kamera (von Zeiß, Jena) im *direkten* umgekehrten Augengrundbilde (Fig. 4, *b*) photographieren oder zunächst durch eine größere v. Rohrsche deformierte Ophthalmoskoplinsen²⁾ (von 40 mm Durchmesser

¹⁾ Vgl. A. Gleichen, Grundzüge der naturgetreuen photographischen Abbildung, Halle a. S. 1910. Derselbe: Grundriß der photographischen Optik auf physiologischer Grundlage, Berlin 1913, Verlag „Der Mechaniker“.

²⁾ v. Rohr, Über neuere Bestrebungen in der Konstruktion ophthalmologischer Instrumente. Bericht der Heidelberger ophthalmol. Ges. 1912, S. 53, I. F. Bergmann, Wiesbaden.

und 60 mm Brennweite), in deren Brennpunkt die Pupillenebene des untersuchten Auges liegt, ein *Zwischenbild* erzeugen. Von diesem fängt man durch eine Stereoskopkamera, deren Doppelobjektiv mit einer Henker-v. Rohrschen Binokularlupe¹⁾ (ohne Okulare) kombiniert wird, 2 Halbbilder auf, worauf wir an anderer Stelle (1913, l. c.) eingegangen sind.

Das Aronssche Chromoskop. (Farbenweiser).

Von Dr. Bruno Borchardt, Charlottenburg.

Eine einwandfreie Benennung der Farben ist eine Aufgabe von hohem theoretischen und praktischen Interesse, deren Lösung sowohl in den Kreisen der Künstler und Techniker wie in denen der reinen Wissenschaft wiederholt angeregt und versucht worden ist. Aus dem Fehlen genügender Farbenbezeichnungen in älteren Sprachen sowie bei Naturvölkern hat man zuweilen auf das Fehlen der entsprechenden Farbenempfindungen, auf die mangelhafte Farbentüchtigkeit der Augen älterer Völker sowie von Naturvölkern schließen wollen, so daß die Farbenempfindung sich erst im Laufe der Zeiten entwickelt habe. Auch bei den Kindern wird aus demselben Grunde eine Entwicklung der Farbenempfindung angenommen. „Das Kind weiß nicht, was Grün und Blau bedeutet, wenn es schon Gelb und Rot kennt“, sagt z. B. v. Preyer (Die Seele des Kindes) und schließt, daß die Empfindung für kurzweilige Farben sich erst allmählich zur vollen Empfindungsstärke entwickelt. Es ist das ein ebenso unberechtigter Schluß, wie der auf die Blaugelbblindheit der alten Griechen aus dem Umstande, daß für reines Gelb und reines Blau keine eindeutigen griechischen Ausdrücke existierten und Blau, Grün und Violett häufig mit demselben Ausdruck bezeichnet werden. Ein sehr lehrreiches Beispiel, wie stark entwickelt das Unterscheidungsvermögen für Farben sein kann, ohne daß doch die Möglichkeit besteht, einen sprachlichen Ausdruck für die verschiedenen Farbensnuancen zu finden, führt Arthur König an (Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane 1893 in einem Referat über *Blümner*. Die Farbenbezeichnungen bei den römischen Dichtern). Er erzählt, wie er im äußersten Westen von Canada das Farbenempfindungs-, Unterscheidungs- und Benennungsvermögen eines Indianers untersuchte: „Ich hatte seine Sehschärfe geprüft und ließ mir dann mit Hilfe eines Dolmetschers die Bezeichnung für die verschiedenen, an den von seinen Stammesgenossen angefertigten Holzschnitzereien vorkommenden Farben angeben. Alle Antworten erfolgten ganz glatt und sicher; da bemerkte ich, daß unter den vielen Pigmenten kein

gesättigtes Blau vorkam. Ich zog einen so gefärbten Karton aus der Tasche und fragte nach der Bezeichnung dieser Farbe. Der Indianer stutzte, sah mich einen Augenblick ratlos an, als wenn er gar nicht verstehen könne, wie ich zu einer solchen Frage käme. Als ich diese dann wiederholte, ging er schweigend in einen Nebenraum, wo sich eine Ausstellung der in seiner Heimat vorkommenden Vögel befand; nach wenigen Augenblicken kehrte er wieder zurück mit einem Vogelbalge in der Hand und breitete dessen Flügelfedern über meinen Karton aus: die Farbe war genau dieselbe. Ein Wort für die Farbe hatte er nicht, vermutlich, weil es kein so gefärbtes Pigment oder keinen so gefärbten, im alltäglichen Leben seiner Stammesgenossen verwendeten Stoff gab; wohl aber konnte er die Farbe sicher von allen anderen unterscheiden, denn er suchte unter vielen ähnlichen (wovon ich mich nachher überzeugte) die gleiche heraus.“ Der Indianer „kannte“ also die Farbe sehr gut. Aus dem Mangel eines sprachlichen Ausdrucks darf eben nicht ohne weiteres auf den Mangel des Empfindungs- und Unterscheidungsvermögens geschlossen werden, denn „neben dem Wissen, das mit Begriffen arbeitet und deshalb des Ausdrucks in Worten fähig ist, besteht noch ein anderes Gebiet der Vorstellungsfähigkeit, welches nur sinnliche Eindrücke kombiniert, die des unmittelbaren Ausdrucks durch Worte nicht fähig sind. Wir nennen es im Deutschen Kennen.“ (Helmholtz.)

Im gewöhnlichen Leben wird man sich mit verhältnismäßig wenigen Farbenbezeichnungen begnügen können; praktisch unerhebliche Unterschiede vernachlässigt man und kommt im allgemeinen mit den Ausdrücken Weiß, Schwarz, Grau, Braun, Rot, Grün, Blau, Gelb und ihren Zusammensetzungen und den aus ihnen abgeleiteten Worten aus und hilft sich überdies mit der Bezugnahme auf farbige Naturobjekte, wie Himmelblau, Seegrün, Rosenrot, Kastanienbraun, Golden, Silber usw. Eine genauere Bezeichnung verlangen allerdings die Techniker, die mit Farben zu tun haben, wie die Färberei, die Weberei, die Konfektion, die Malerei usw., die die Farben nach Farbstoffen benennen (Cochenille, Safran, Indigo) oder nach Orten der Herkunft von Farbstoffen (Pariser Blau, Schweinfurter Grün) oder auch einfach nach Konvention (Solferino, Magenta, Königsblau). Auch die Maler, Handwerker und Künstler bedienen sich naturgemäß der technischen, ihnen aus der Praxis vertrauten Farbenbezeichnungen. Alle derartigen Bezeichnungen können aber für die Wissenschaft, speziell für die Naturwissenschaft, nur als ein ganz unzureichender Notbehelf dienen. Hier ist eine so genaue Bezeichnung einer Farbenempfindung, daß sie nach Farbenton, Sättigung und Helligkeit vollkommen eindeutig bestimmt erscheint, ein ganz natürliches, sich von selbst ergebendes Bedürfnis. Daß ihm mit obigen Bezeichnungen nicht gedient sein kann, liegt auf der Hand, ganz abgesehen davon, daß ein Farbenmuster, das etwa als Normalstück einer derartigen Farbenbezeichnung gelten soll, mit der Zeit Veränderungen der Farbe ausgesetzt ist.

¹⁾ O. Henker und M. v. Rohr, binokulare Lupen schwacher und mittlerer Vergrößerung, Zeitschr. f. Instrumentenkde. 1909, S. 280—286.

Verschiedentlich sind Versuche in der Richtung einer wissenschaftlich einwandfreien Farbenbezeichnung gemacht worden, so in umfassender Weise von *Chevreul* in seinem Werke „Exposé d'un Moyen de définir et de nommer les couleurs“, 1861, worin er sicher und endgültig die Frage beantwortet zu haben glaubt, „de savoir s'il est possible d'assujettir les couleurs à une nomenclature raisonnée en les rapportant à des types classés d'après une méthode simple, accessible à l'intelligence de tous ceux qui s'occupent des couleurs soit à un point de vue purement scientifique soit à un point de vue d'application“. Eine zahlenmäßige Angabe der Farben kann das Werk aber nur durch den Hinweis auf Farbtafeln geben, und diese leiden an dem Übelstand, daß sie gegenüber der schier endlosen Fülle von Farbennuancen, die in der Natur auf uns einströmen, doch nur verhältnismäßig wenige Farben enthalten können, und zweitens an dem noch viel größeren Übelstand, daß die Farben auf Farbtafeln mit der Zeit nicht unveränderlich, sondern sehr starken Einwirkungen des Lichtes ausgesetzt sind. Nur für die reinen Spektralfarben bietet sich in den Wellenlängen resp. Schwingungszahlen eine unveränderliche Maßbestimmung ganz von selbst dar. Aber die reinen Spektralfarben spielen in der Natur und im Kunstgewerbe wie in den verschiedensten Techniken fast gar keine Rolle, für die hier uns entgegentretende reichhaltige Fülle von Farben konnte ein unveränderlicher Maßstab um so weniger gefunden werden, als ja nicht nur der Farbenton, sondern auch die Helligkeit und die Sättigung für die Farbenempfindung von entscheidender Bedeutung sind.

Eine Lösung der Aufgabe scheint nun in dem von *Arons* konstruierten Farbenweiser (Chromoskop) vorzuliegen, der in seiner endgültigen Form in den *Annalen der Physik* (4. Folge, Band 39, 1912) beschrieben wird. In seinem umfassenden Aufsatz über „das theoretische und praktische Problem der Farbenbenennung“ stellt *Waetzold* drei Grundforderungen für eine zukünftige Farbenbezeichnung auf (*Zeitschrift für Ästhetik und allgemeine Kunst IV*, 1909): 1. Die Farbenbenennungen müssen von internationaler Verständlichkeit sein. 2. Sie müssen von individueller Verständlichkeit sein, d. h. die Vorstellung der Farben, zu denen sie gehören, möglichst sicher und leicht zu wecken vermögen. 3. Ihr Umfang muß wenigstens annähernd dem der malerischen Palette entsprechen. Die Forderungen zwei und drei widersprechen einander, wie *Waetzold* selbst betont: „Entweder man versucht die Aufstellung einer die beiden ersten Bedingungen erfüllenden Nomenklatur, dann widerspricht der kleine Wortschatz dem Reichtum der tatsächlich sich anbietenden Farben oder: man verfaßt ein umfangreiches Farbenwörterbuch. Wird es dann zwar dem dritten Wunsche verhältnismäßig gerecht zu werden vermögen, so kann es doch nicht von allgemeiner Verständlichkeit und Anwendbarkeit sein.“ Hinzuzufügen ist den Forderungen von *Waetzold* noch die Unveränderlichkeit der mit der Benennung verbundenen Farbe, die immer wieder dieselbe Empfindung auslösen muß.

Der Aronssche Apparat läßt die zweite Forderung gänzlich unberücksichtigt und sucht lediglich den andern Forderungen gerecht zu werden. Sein Prinzip ist kurz folgendes:

Bekanntlich entstehen bei Beleuchtung mit gewöhnlichem weißen Licht in einem senkrecht zur optischen Achse geschnittenen Quarzplättchen in einem Polarisationsapparat, also zwischen Polarisator und Analysator, die allerverschiedensten Farben, je nach der Dicke des Plättchens und der Stellung der beiden als Polarisator und Analysator dienenden Nicolschen Prismen. Der Quarz dreht die Polarisationssebene und zwar in verschiedenem Maße je nach der Wellenlänge, so daß die Schwingungsebene des langwelligen roten Lichtes am wenigsten, die des kurzwelligen violetten am stärksten gedreht wird. Der Analysator läßt von jeder Lichtart nur eine seiner eigenen Polarisationssebene entsprechende Schwingungskomponente hindurch, so daß also eine Mischfarbe entsteht, die mit der Stellung des Analysators und Polarisators sich ändert. Dreht man die Polarisationssebene des Analysators aus der Parallelstellung zum Polarisator in die gekreuzte (um 90°), so wird eine zu der ersten komplementäre Farbe entstehen, und bei weiterer Drehung um 90° wird die anfängliche Farbe wieder erscheinen. Im Drehungsgebiet von 180° werden dagegen stets verschiedene Farben erscheinen. Außerdem hängt der Betrag der Drehung der Polarisationssebene und damit die zur Erscheinung kommende Farbe von der Dicke des Quarzplättchens ab, sie ist direkt proportional der Dicke des durchstrahlten Plättchens. Durch Plättchen von verschiedener Dicke erhält man also bei derselben Stellung von Polarisator und Analysator ebenfalls verschiedene Farben.

Durch die Dicke des Quarzplättchens, die in Millimeter angegeben ist, und den Neigungswinkel der Schwingungsebenen der beiden Nicolschen Prismen (Polarisator und Analysator) in Winkelmaß ist die Farbe festgelegt und zwar *absolut*. In der Möglichkeit dieser absoluten Bestimmung der Farbe dürfte für den Physiker die hauptsächlichste Bedeutung des Apparates liegen.

Fig. 2 zeigt den in Fig. 1 photographisch abgebildeten Apparat in schematischer Darstellung. Die Drehung des Analysators, des Nicolschen Prismas *A*, ist am oberen Teilkreis ablesbar; zwischen ihm und dem Polarisator *P* sind sieben Quarzplättchen von den Dicken $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4, 8 und 8 mm durch Hebel bequem ein- und ausschaltbar. Mit diesem „einfachen“ Chromoskop würden sämtliche Quarzdicken von $\frac{1}{4}$ bis $23\frac{3}{4}$ mm in Stufen von $\frac{1}{4}$ mm Abstand herstellbar sein, also 95 verschiedene Quarzdicken. Würde man die Drehung des Nicols *A* von Grad zu Grad ablesen — die Genauigkeit der Ablesung ist in dem Apparat weiter getrieben —, so würde man $95 \times 180 = 17\,100$ verschiedene Farbennuancen erhalten. Trotz dieser Reichhaltigkeit wird dem praktischen Bedürfnis damit nicht Genüge geleistet, namentlich zeigt sich in den Farben des Farbenweisers ein auffallender Mangel an roten Tönen. *Arons* wiederholt deshalb das Prinzip des Appara-

tes, indem er an dem vorderen Ende einen Hilfspolarisator P' mit den Hilfsquarzplatten $Q_I - Q_{IV}$, ebenfalls durch Hebel ein- und ausschaltbar, anbringt. Die Hilfsplatten haben die Dicken 1, 2, 4, 8 mm, können also zu 15 verschiedenen Dicken von 1—15 mm in Stufen von je 1 mm Abstand kombiniert werden. Die Drehung des Hilfspolarisators ist an dem unteren Teilkreis ablesbar. Die Zahl der in diesem „vervollständigten“ Chromoskop herstellbaren Farbnancen wächst bei Ablesung von Grad zu Grad auf $17\,100 \times 15 \times 180 = 4\,617\,000$, also auf über $4\frac{1}{2}$ Million, eine Reichhaltigkeit, wie sie durch Tafeln niemals erzeugt werden kann, und jede einzelne dieser zahllosen Farbnancen ist durch die

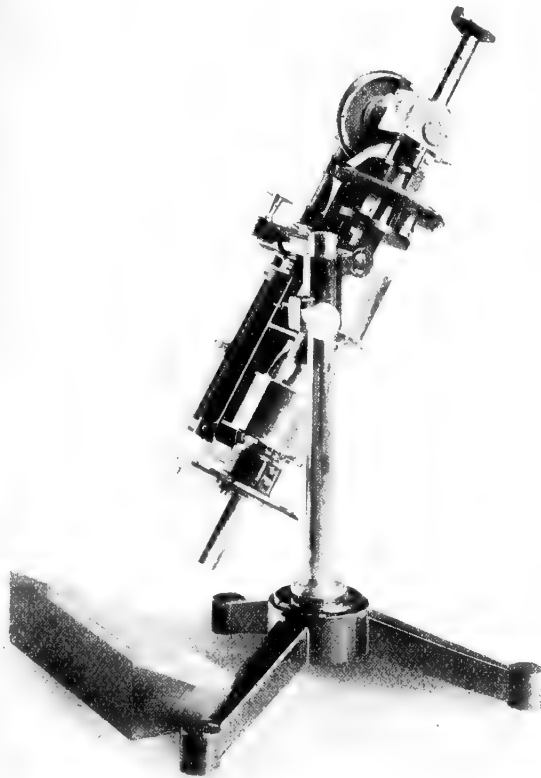


Fig. 1.

ihr entsprechenden Quarzdicken und Nicoldrehungen vollständig „absolut“ und an jedem Orte und zu jeder Zeit wieder herstellbar bestimmt.

Dem Bedürfnis nach absoluter Farbenbestimmung wäre mit dem im bisherigen beschriebenen Apparat, der im wesentlichen mit dem von Arons bereits im Oktober 1910 in den Annalen der Physik beschriebenen übereinstimmt, wohl Genüge getan, die Zahl der herstellbaren Farben ist außerordentlich groß, die Bezeichnung jeder einzelnen Nuance ist vollkommen eindeutig und genügt der Forderung allgemeiner internationaler Verständlichkeit. Aber für die Praxis genügt es nicht, Vergleichsfarben immer wieder in genau derselben Weise eindeutig herstellen zu können; die Farbenempfindung ist auch von der Helligkeit der Farbe sowie in sehr

starkem Maße von der Beleuchtung des Untergrundes abhängig, auf dem die Farbe erscheint, ja dadurch allein, daß eine Farbe auf einem mehr oder weniger hellen weißen oder mehr oder minder hellen farbigen Untergrunde erscheint, ist überhaupt erst eine wirkliche Beurteilung der Farbe möglich, eine einzige Farbe im Gesichtsfeld entzieht sich der Beurteilung, wie gerade im Farbenweiser überraschend schön und einfach zu demonstrieren ist.

Um zunächst die Helligkeit der Farbe des Chromoskops ändern zu können, befindet sich, wie an Fig. 2 ersichtlich, am unteren Teile des Apparats noch ein weiteres Nicolsches Prisma P'' . Wird mit den unteren Quarzplatten nicht gearbeitet, sondern nur mit den oberen $Q_I - Q_7$, so stellt man P'' mittels einer Klemmschraube am unteren Teilkreis fest, so daß P' und P'' nur ein einziges Nicol bilden. Durch Drehung dieses Nicols gegen den Polarisator P werden offenbar Schwächungen der Lichtintensität bewirkt, die von einer weißen mit dif-

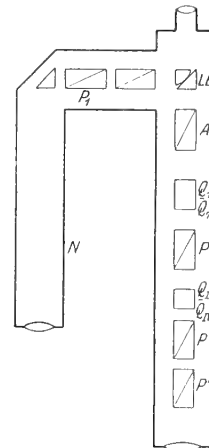


Fig. 2.

fusum Tageslicht beleuchteten Porzellanplatte herführt, die auf einem Tischchen vor dem Rohr des Apparates liegt; für absolute Angaben benutzt Arons Platten, die über verbrennendem Magnesium mit einer gleichmäßigen Schicht von Magnesia überzogen sind, wodurch gleichzeitig eine etwa 25 % größere Helligkeit erreicht wird. Sind auch die unteren Quarzplatten $Q_I - Q_{IV}$ eingeschaltet, so macht man P'' gegen P' drehbar und erreicht durch Drehung von P'' Änderung der Helligkeit, während P' und die unteren Quarzplatten bewirken, daß bereits gefärbtes Licht in den Polarisator P eintritt.

Damit die Farbe des Chromoskops im Gesichtsfeld nicht allein erscheint, sondern auf einem mehr oder weniger hellen weißen oder zur Vergleichung mit der zu bestimmenden Farbe eines Gegenstandes farbigen Untergrunde, besitzt der Apparat neben dem Hauptrohr noch ein zweites, das Nebenrohr N , von dessen oberem Ende das Licht — auf den Gang der Strahlen von einer vor dem Rohr befindlichen weißen Porzellanplatte, der durch eine Anzahl Linsen geregelt wird, braucht hier nicht näher einge-

gangen zu werden — mittels eines total reflektierenden Prismas in das Hauptrohr geworfen wird, wo ein Lummer-Brodhunscher Photometerwürfel *LB* sich über dem Analysator befindet. Durch die mittlere, kreisförmige Berührungsfläche der beiden Teile dieses Würfels geht das im Hauptrohr aus dem Analysator kommende Licht ungehindert hindurch, während das neben dieser Fläche auftreffende Licht nach der absorbierenden Fassung des Rohrs reflektiert wird, so daß das Gesichtsfeld als kleiner Kreis erscheint; das vom Nebenrohr kommende Licht geht gerade in diesem mittleren Teil durch die Berührungsfläche nach der absorbierenden Rohrwand, während das rings um die Berührungsfläche auf den Würfel auffallende Licht nach dem Okular reflektiert wird, so daß das Gesichtsfeld für das aus dem Nebenrohr kommende Licht als ein größerer Kreisring erscheint, in dessen Mitte sich das farbige Gesichtsfeld des eigentlichen Chromoskops befindet. An der Zeichnung sieht man, daß das aus dem Nebenrohr kommende Licht noch zwei Nicolsche Prismen durchsetzen muß, von denen das eine, P_1 , an einem Teilkreis drehbar ist. Man erkennt ohne weiteres, daß durch Drehung dieses Nicols eine Lichtschwächung eintreten muß. Man hat also die Möglichkeit, den Grund, auf dem die Farbe des Chromoskops erscheint, nach Belieben lichtstärker oder -schwächer zu machen. *Arons* bezeichnet daher die im Chromoskop erscheinende Farbe stets nicht nur durch die Quarzdicke und den Winkel zwischen Polarisator und Analysator, sondern fügt stets noch die Stellung des unteren Hilfspolarisators P' sowie die von P_1 hinzu, von denen die erstere die Helligkeit der Chromoskopfarbe, die letztere die Helligkeit des umgebenden Grundes anzeigt. Wie wichtig dies für die Beurteilung der Farbenempfindung ist, ist schon oben kurz bemerkt worden, an dem Apparat tritt es ganz überraschend hervor. So erscheint z. B. die durch 4 mm Quarzdicke und eine Neigung des Analysators gegen den Polarisator um 140° bestimmte Farbe als kräftiges Dunkelgelb, wenn P' auf 90° steht und P_1 auf 25° gebracht wird. *Arons* bezeichnet die Stellung der ersteren Prismas mit H , die des letzteren mit D , so daß die vollständige Bezeichnung dieses kräftigen Dunkelgelb in der für das Chromoskop sich ergebenden Schreibweise ist:

4 mm 140° H 90 D 25.

Läßt man jetzt D allmählich bis 90° wachsen, so erfolgt dabei ein Übergang des Gelb in Braun, obwohl an der Chromoskopfarbe absolut nichts geändert wird. Wird bei D 90 noch H von 90° herunter auf kleinere Werte gebracht, so wird das Braun immer dunkler, bis es schließlich in Schwarz übergeht. In Wirklichkeit ist bei dem Vorgange weder der Farbenton noch die Sättigung der Farbe irgendwie geändert worden, es handelt sich lediglich um Helligkeitsänderungen, ja anfangs, solange H 90 ist, nur um relative Helligkeitsänderungen, indem die Helligkeit der Chromoskopfarbe dieselbe bleibt und nur die des umgebenden Kreisrings geändert wird. Trotzdem ändert sich scheinbar auch der Farbenton und zwar so stark, daß die Sprache zu

einem anderen Namen gegriffen hat — Braun statt Gelb. Ähnlich, wenn auch nicht ganz so auffällig, ist der Übergang von violetten Farbtönen zu blauen. Sehr schön kann man bei den Versuchen mit der Helligkeitsänderung auch beobachten, wie sich die Farben im Chromoskop teils als schwere Deckfarben, teils als durchscheinende (Lazur-) Farben darstellen, je nachdem der äußere weiße resp. graue Ring heller oder dunkler ist als der innere Kreis.

Statt einer weißen Porzellanplatte kann man auf das Tischchen vor dem Nebenrohr auch einen farbigen Gegenstand bringen, dessen Farbe bestimmt werden soll. Die Chromoskopfarbe erscheint dann nicht auf einem mehr oder minder stark abgeschwächten weißen resp. grauen Grunde, sondern auf einem farbigen. Die Einstellung des Gesichtsfeldes des Hauptrohres auf diese Farbe ist außerordentlich scharf, sie kann mit solcher Genauigkeit geschehen, daß für wenig geübte Augen eine Trennungslinie zwischen der Farbe des Chromoskops und der des umgebenden farbigen Ringes überhaupt nicht vorhanden ist. Ihre Bezeichnung geschieht, wenn auch die Benutzung der unteren Quarzplättchen sich notwendig macht, durch 6 Zahlen, z. B.

4 mm 41° H 90 }
10 mm 83° D 40 },

wobei sich die oberen Zahlen auf die unteren Quarzplatten und Nicols beziehen (Q_I — Q_{IV} , P' , P''), die unteren auf die oberen Quarzplatten Q_1 — Q_7 , den Analysator A und das Nicol P_1 im Verbindungsstück des Haupt- und Nebenrohres.

Trotz der schier unübersehbaren Fülle von Farben, die im Farbenweiser nicht nur nach dem Farbenton, sondern auch nach Helligkeit und Sättigung zur Erscheinung gebracht und zahlenmäßig bestimmt werden können, versagt er gegenüber sehr reinen Farben, namentlich im Rot: Will man auch diese Farben erhalten, so kann man dem von der Weißplatte in den Apparat eintretenden Licht durch gefärbte Normalgläser einen bestimmten Ton geben. Die Farbenbestimmungen sind dann nicht mehr „absolut“, doch erscheint es nicht ausgeschlossen, daß man die Farben der Normalgläser selbst mit dem Chromoskop „absolut“ bestimmen könnte. Ob sich das Arbeiten mit solchen Normalgläsern empfiehlt, muß der Entscheidung der Praktiker überlassen bleiben.

Die Anwendung des Farbenweisers ist mit der Bestimmung und Messung von Farben keineswegs erschöpft. An Stelle des Analysators A kann ein in der schematischen Zeichnung nicht dargestelltes sogenanntes Wollastonsches Prisma, d. i. ein aus Kalkspat und Glas hergestelltes doppelbrechendes Prisma, in den Strahlengang eingeschaltet werden. Wird es benutzt, so schaltet man den Lummer-Brodhunschen Würfel aus und arbeitet nur mit dem Hauptrohr. Tritt weißes Licht in den Apparat ein, so müssen — bei Benutzung nur der oberen Quarzplatten — die beiden farbigen Bilder im Gesichtsfeld komplementäre Farben zeigen. Das Prisma ist so beschaffen, daß die beiden Bilder im Gesichtsfeld sich zum Teil

überdecken, dieser gemeinsame Teil erscheint stets weiß, während die Farben der nicht gemeinsamen Bestandteile bei der Drehung der Prismen wechseln, jedoch stets komplementär bleiben. Der Apparat erleichtert also das Studium der komplementären Farben sehr wesentlich und ebenso das der Zusammensetzung von Farben. Legt man nämlich vor das Hauptrohr statt der Weißplatte eine farbige Fläche, so erscheint der Teil des Gesichtsfeldes, in dem die beiden Bilder sich überdecken, stets in der Farbe dieser Fläche (Grundfarbe), während die beiden nicht gemeinsamen Teile je nach der Dicke der eingeschalteten Quarzplatten und der Stellung der Nicols andere und andere Farben ergeben, die sich jedoch stets zu der gemeinsamen Grundfarbe ergänzen. Besonders schön werden diese Zusammenstellungen, wenn man solche Zerlegungen wählt, bei denen die beiden Außenfelder ungefähr gleich hell erscheinen. Mit Benutzung beider Quarzsysteme kann man jede der durch das untere System allein erhaltenen beiden Farben noch einmal zerlegen und so vier Farbtöne erhalten, die miteinander und mit der gegebenen Grundfarbe in harmonischer Beziehung stehen. Durch Einschalten verschiedener Quarzdicken kann man so die mannigfaltigsten Farbenharmonien zu einer Grundfarbe auffinden. Für Farbstoffmischungen kann man hieraus freilich keinen unmittelbaren Nutzen ziehen, weil es sich dabei ja nicht um additive Farben wie hier handelt, sondern um Subtraktionsfarben, da ja ein Gemisch von Farbstoffen nur den Rest von Licht hindurchläßt resp. reflektiert, der von den einzelnen Bestandteilen nicht absorbiert wird. Mittelbar allerdings wird auch für jeden, der sich mit Farbstoffen beschäftigt, das Studium der Wirkungen von Farbenzusammensetzungen auf das Auge zweifellos von Nutzen sein. Kunstgewerber waren überrascht von der Fülle schöner Farbenzusammenstellungen, die sich mit dem Farbenweiser ergeben. Der Farbenweiser kann also, wie sein Erfinder hofft, „außer zur nüchternen Farbenbestimmung oder Messung, die gerade der vornehmsten Schönheit, dem Spiel der Farbe auf dem Stoff, nicht gerecht werden darf, doch auch zu ästhetisch wertvoller Tätigkeit benutzt werden“.

Die ärztliche Röntgen-Untersuchung des Magens und des Darmes.

Von Dr. Alban Köhler, Wiesbaden,
Spezialarzt für Röntgenologie.

Obwohl die Entdeckung der Röntgenstrahlen und ihre Verwendung zur Erkennung von Krankheiten bereits älter als siebzehn Jahre ist, obwohl man in den ersten Jahren nicht etwa nur die Knochen mit den neuen Strahlen untersuchte, sondern bereits ein bis zwei Jahre nach der Entdeckung *Röntgens* (Dezember 1895) auch bereits Weichteile, wie Herz und Lungen, zuweilen mit gutem Erfolg durchleuchtete, kann man den Magen und Darm erst seit neun Jahren (seit 1904) mit *Röntgenstrahlen* sichtbar machen. Das kam daher: Die *Röntgenstrahlen* geben von allen Gegenständen, so auch von den einzelnen Organen des menschlichen Körpers nur dann ein

Bild, wenn der betreffende Gegenstand, der dargestellt werden soll, einen anderen Absorptionskoeffizienten für Röntgenstrahlen hat als seine Umgebung. Je größer der Unterschied in der sogenannten Röntgendichte zweier Körper, um so deutlicher wird das Röntgenbild. Der Unterschied in der Dichte von Metallen und den Weichteilen des Körpers ist ein ungemein großer, daher die leichte Darstellung der metallischen Fremdkörper (abgebrochenen Nadeln, verschluckten Münzen usw.) in den Weichteilen des Körpers. Nicht ganz so dicht, aber immerhin verhältnismäßig dicht gegenüber den Weichteilen sind die Knochen; daher die brillanten Röntgenbilder von Knochen. Alle Weichteile aber des tierischen (d. h. auch menschlichen) Körpers, also auch die Eingeweide, haben nun ungefähr den gleichen Absorptionskoeffizienten, einer wie der andere; also die Milz hat ungefähr die gleiche Röntgendichte wie die Leber, wie die Nieren, wie das Herz, wie die Bauchspeicheldrüse, wie die Harnblase und wie auch der Magen und Darm. Nur wenige Ausnahmen gibt es, und die sind das Fett und die lufthaltigen Partien, vor allem also die Lungen; die lufthaltigen Lungen lassen die Röntgenstrahlen ungemein leicht, fast ohne jedes Hindernis, passieren, während die vorhin genannten Eingeweide, Leber, Milz, Herz usw. die Röntgendichte des Wassers haben, die ungefähr 20 mal größer ist wie die der Luft, der Gase. Daher kommt es denn auch, daß sich Herz und Lungen so deutlich im Röntgenbilde wiedergeben lassen, eben weil hier zwei Organe mit größtem Dichtigkeitsunterschied aneinander grenzen. Darum auch die bereits bis in das erste und zweite Jahr der Röntgenära zurückreichende Untersuchung von Lungen und Herz mit Röntgenstrahlen. Die eben geschilderten Verhältnisse lassen es aber auch gleich erklärlich erscheinen, daß im Unterleib kein Organ mittelbar mit X-Strahlen zu sehen sein wird, denn alle Organe des Unterleibes haben gleiche *Röntgendichte*, Leber, Milz, Nieren, Bauchspeicheldrüse, Harnblase und Darm. *Spuren* von Luft resp. Gas, was dasselbe ist, finden sich nur in den Därmen, die sogenannten Darmgase, und eine kleine Menge oben am Eingang des Magens, die sogenannte Magenblase. Diese kleinen Mengen treten natürlich im Röntgenbilde hervor, aber damit kann für eine erfolgreiche ärztliche Untersuchung so gut wie nichts angefangen werden. Nun bestand vor der Röntgenära eine Art der Größenuntersuchung des Magens darin, daß man den Magen mit Luft resp. Gasen (Brausepulvermischung) aufblähte, damit man seine Größe von außen sehen oder abklopfen konnte. Ideal ist dieses Verfahren nie gewesen, da unter anderem die elastischen Magenwände dem Druck des Gases mehr als erwünscht nachgaben und so falsche Größe des Magens vorgetäuscht werden konnte. Außerdem waren Ohnmachtsanfälle während dieser Prozedur keine Seltenheit. Obgleich es nun gewissermaßen nahe lag, den künstlich gasgeblähten Magen auch zur Röntgenuntersuchung zu benutzen, so ist doch niemals systematisch Gebrauch davon gemacht worden, eben wegen der vielen, zum Teil recht großen Nachteile dieser Methode.

Da aber, wie eingangs erwähnt, und wie jeder Laie seit den ersten Tagen der Röntgenwissenschaft aus jeder Tageszeitung weiß, Metalle am schwersten durchlässig für Röntgenstrahlen sind, so legte man sich die Frage nahe, ob nicht nach Einnehmen von schweren Metallsalzen, die man in der Magenbehandlung schon längst anwandte, wie das Bismutum subnitricum, sich brauchbare Resultate erzielen ließen. Aber Bismutum subnitricum galt für giftig und es war im allgemeinen üblich, nicht mehr als drei Gramm zu verabreichen. Diese kleine Menge Wismut, vom Patienten eingenommen, ist nun tatsächlich mit Röntgenstrahlen gut zu sehen, sie liegt wegen ihrer Schwere natürlich auf dem Magenrunde.

Man konnte also auf diese Weise nicht die ganze Gestalt des Magens kenntlich machen, sondern nur seinen tiefsten Punkt. Damit war nicht viel gewonnen, aber immerhin ein Schritt weiter getan, denn bei einer Reihe Magenleiden kommt es oft viel darauf an zu wissen, ob die Beschwerden von einer Senkung des Magens herrühren oder nicht. Viel weiter kommt man aber mit diesem Verfahren nicht, höchstens daß man durch Verabreichung des Wismutes in schweren und leichten unlöslichen Kapseln auf die Menge der Magensaftsekretion schließen kann: die schweren Kapseln sinken auf den Boden des Magens, die leichten schwimmen oben auf der Magensaftoberfläche; oder daß man durch Verabreichung von im Magensaft löslichen Kapseln voll Wismut die verdauende Kraft des Magensaftes mehr oder weniger sicher nachweist.

Da tat Professor *Rieder* (München) 1904 einen ganz großen Schritt vorwärts, indem er nach entsprechenden Tierexperimenten, aus denen hervorging, daß Wismutsalz, selbst in ganz großen Mengen genommen, keinen Schaden bringe, selbst dreißig und noch mehr Gramm Bismutum subnitricum in Griesbrei oder Mehlbrei ver-

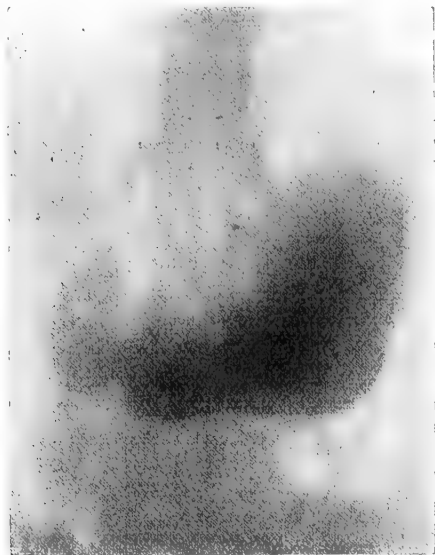


Fig. 1. Röntgenbild des Magens.

mischte Einnahme und daraufhin, als es auch bei ihm keine nachteiligen Folgen hatte, diese Untersuchungsart mit großem Wismutbrei bei seinen Patienten anwandte. Die ersten derartig aufgenommenen Röntgenbilder wirkten auf die medizinische Welt geradezu verblüffend. Man konnte den ganzen Magen in seiner Gestalt und Lage sehen und entsprechende Zeit nach der Wismuteinnahme Teile des Dünndarms, den Dickdarm und den Mastdarm, und zwar nicht etwa schwarz angedeutet auf dem Röntgenbilde, sondern markant, kontrastreich zur Umgebung, „wie mit Blei ausgegossen“ (s. die beiden diesem Aufsatz beigegebenen Bilder). Mit einem Male war jetzt ein ganz ungeheuer großes neues Forschungsfeld für den Arzt erschlossen und Hunderte von Röntgenspezialisten und Magenärzten haben seit 1904 bis jetzt an dem weiteren Ausbau dieser Untersuchungsart gearbeitet. Die weitere technische Vervollkommnung der Röntgenapparate, die ein ruhiges, intensives Licht liefern, erlauben dem Arzte seit Jahren, nicht nur Lage und Gestalt des Magens am Durchleuchtungsschirm deutlich zu beurteilen, sondern auch die verdauenden Bewegungen der Magenwand zu verfolgen. Und während

es in den ersten Jahren dieser Untersuchungsart nur möglich war, den Magen auf der Röntgen-(photogr.)-Platte mit etwas unscharfen Konturen wiederzugeben (weil es zur photographischen Röntgenbelichtung mehrerer Sekunden bedurfte und die verdauenden Wellen der Magenwand sich in dieser Zeit weiter verschoben), gelingt es jetzt mit den üblichen Apparaten in Bruchteilen einer Sekunde ein absolut scharfes Bild des Magens zu schaffen. Immerhin bleibt die Durchleuchtung am Schirm die Hauptsache bei der Untersuchung, aber die photographische Fixierung bleibt unentbehrlich, um die charakteristischen Zeichen des Krankheitsbildes objektiv festzuhalten.

Statt des Bismutum subnitricum sind im Laufe der Jahre eine Reihe anderer sogenannter „Kontrastmittel“ für die beschriebenen Röntgenuntersuchungen angegeben worden. Es war nämlich folgendes geschehen: Nachdem



Fig. 2. Röntgenbild des Dickdarmes.

in der ganzen Welt schon Tausende von Röntgenuntersuchungen auf geschilderte Weise vorgenommen worden waren, starben einmal zwei Kinder in den ersten Lebensjahren, denen zwecks Untersuchung des Mastdarmes oder des Dickdarmes Bismutum subnitricum in Form eines Einlaufes gegeben worden war. Es wurde nun von manchen Seiten behauptet, es müsse sich bei diesem Fall um Wismutvergiftung handeln, während von anderer Seite behauptet wurde, es könne sich nur um Nitritvergiftung handeln. Es wurde lange gestritten und während dieser Zeit Ersatz für das Wismut empfohlen, so das Zirkonoxyd, Thoriumoxyd, Aktinophor (ein Certhorium-Präparat), Baryum sulfuricum, Eisenoxyduloxyd (Magnet Eisenstein) u. a. Die Verfechter der Ansicht, daß es sich nicht um Wismutvergiftung bei den erwähnten Todesfällen handeln könne, hatten inzwischen ein anderes Salz des Wismuts empfohlen, das ungiftig sei,

das Bismutum (*carbonicum* (subcarbonicum)). Dieses kohlen saure Wismut ist nun in einer Reihe von Jahren in aller Welt doch sicher bei mehr als hunderttausend Magen-Darm-Röntgenuntersuchungen gebraucht worden ohne jeden Unfall. Und da das Wismut, wenn auch etwas teurer als einige der anderen Kontrastmittel, den bei weitem dichtesten Schatten gibt, so ist es hier nicht gelungen, das, wie jetzt endgültig feststeht, absolut ungefährliche kohlen saure Wismut zu verdrängen.

Das Gehirn des Homo Neandertalensis sive primigenius.

Von Dr. Stefanie Oppenheim.

Die in den letzten Jahren durch *Schwalbe*, *Klaatsch*, *Boule* und andere vorgenommenen Studien des Schädels von *Homo primigenius* haben eine ganz verschiedene Schädelform gegenüber derjenigen des rezenten Menschen aufgedeckt, so daß man dem Wunsche nachging, auch das Gehirn kennen zu lernen, das dieser Schädel barg. Es ist selbstverständlich ausgeschlossen, jemals ein Gehirn dieser ausgestorbenen Menschenformen zu finden. Es lag daher nahe, durch Schädelausgüsse wenigstens ein annäherndes Bild von der Oberflächengestaltung, Größe und Form ihrer Gehirne zu bekommen. Über ihre Größen sind wir allerdings einigermaßen durch die Außenmaße des Schädels orientiert, wenn auch die Längenbreiten-Indices des Schädels und Gehirns nicht die gleichen Werte ergeben können, da die Knochenauflagerungen besonders in der Vorder- und Hinterhauptsgegend, ebenso wie die Stirnhöhlen das Längenmaß des Schädels mehr vergrößern als das Breitenmaß. Das Bild des Gehirnausgusses deckt sich ferner auch nicht genau mit der Gehirnsform; man muß noch die Hirnhäute samt der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit abziehen. Trotzdem aber prägen sich nicht nur die größeren Hirnteile, sondern auch einzelne Windungen des Gehirns durch die Hirnhäute hindurch deutlich an der Innenfläche der Schädelwand ab und hinterlassen dort ihre „Impressiones“.

Es ist *Schwalbes* Verdienst, gelegentlich seiner Nachprüfung der Gallschen Lehre gezeigt zu haben, daß das Windungsrelief in bestimmten Regionen des Schädels zum Teil sogar äußerlich sichtbar wird. *Schwalbe* betont jedoch hierbei, „daß ein Lappen- und Windungsrelief nur an den Teilen der Schädelkapsel auftritt, welche von kräftigen Muskeln bedeckt sind“, wodurch gleichzeitig bewiesen wird, daß jede hindernde Wirkung auf das wachsende Gehirn durch Muskeldruck ausgeschlossen ist. Diese Erkenntnis ist um so wichtiger, als man annehmen muß, daß die Muskelmasse der fossilen Menschen diejenige des rezenten bei weitem übertroffen hat.

Boule und *Anthony* haben nun mittels der Methode des Gehirnausgusses die Gehirnoberfläche der beiden zuletzt gefundenen ausgezeichnet erhaltenen Schädel von *Homo primigenius*, denjenigen von La Chapelle-aux-Saints und von La Quina studieren können. Der erstgenannte Fund wurde bekanntlich in einer Grotte von La Chapelle-aux-Saints im Département Corrèze gehoben, der letztere im Département Charente. Beide gehören dem mittleren

Pleistozän, dem sogenannten Hoch-Moustérien, an. Die genannten Autoren versuchten auf Grund ihrer eingehenden Studien die Stellung der beiden fossilen Individuen zu den Anthropoiden und dem rezenten Menschen festzulegen und sind zu interessanten Resultaten gekommen¹⁾

Was nun zunächst die Größe des Gehirnschädels betrifft, so ist diejenige des *Homo* von La Chapelle und von Neandertal bedeutender als die von La Quina und Gibraltar. Hauptsächlich aus diesem Grund hält *Anthony* den Schädel von La Quina für weiblich; ebenso findet *Keith* weibliche Eigenschaften am Schädel von Gibraltar, während die beiden Skelete von La Chapelle und Neandertal männlichen Geschlechts sein sollen. So viel steht aber fest, daß alle diese vier Funde dem gleichen Rassentypus angehören. Die größte Länge des Hirnausgusses von La Chapelle beträgt 185 mm, die seines Schädels 208 mm (die rechte Hemisphäre ist um 3 mm länger als die linke); die größte Breite des Ausgusses beträgt 145 mm, die des Schädels 156 mm (die linke und kürzere Hemisphäre ist um 7 mm breiter als die rechte). Die Basion-Bregma-Höhe des Gehirns ist 126 mm groß, die des Schädels 131 mm. Vergleichen wir die Längenbreiten-Indices des *Homo* von La Chapelle mit denjenigen von La Quina, so finden wir für den ersteren 78,3 (Schädel 75), für den letzteren dagegen nur 73,8 (Schädel 68,2 n. *H. Martin*). Der Längenhöhenindex²⁾ des *Homo* von La Chapelle erreicht 68,1 (Schädel 62,9), und der Breitenhöhenindex 86,8 (Schädel 83,9).

Die Kapazität dieses letztgenannten Schädels erreicht nach *Boule* ca. 1600 ccm und überschreitet damit die mittlere Kapazität des rezenten Mannes um ca. 150 ccm. Für *Pithecanthropus* nimmt man eine Kapazität von 855 ccm, für den Schädel von Neandertal eine solche von 1230 ccm an. *Boule* erhielt durch Berechnung aus der Länge, Breite und Höhe des Schädels für den Neandertaler eine Kapazität von 1408 ccm, für den Schädel von La Quina 1367 ccm, für den von Gibraltar dagegen nur 1296 ccm.

An den Gehirnausgüssen fallen zunächst die deutlichen Abdrücke von Gefäßen auf. Der Sinus longitudinalis superior ist weniger ausgebildet als sonst gewöhnlich beim rezenten Menschen; der Abdruck des Confluens sinuum hat die Form eines umgekehrten T, und die Sinus laterales sind deutlicher sichtbar, ebenso wie der sogenannte Sinus de Breschet, der auch beim Neandertaler gefunden wurde. Beim *Homo* von La Quina scheint der rechte Sinus lateralis, wie beim rezenten Menschen, etwas entwickelter zu sein als der linke. Die Arteria meningea media ist links markanter als rechts; es finden sich zudem noch Spuren ihrer Reste. Hier wie beim Neandertaler konnten in der Gegend des Gyrus frontalis ascendens und am Be-

¹⁾ *Boule, M.*, L'homme fossile de La Chapelle-aux-Saints, Extrait des Annales de Paléontologie. Paris, 1911—1913.

Anthony, R., L'encéphale de l'homme de La Quina. Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. VI. Ser., Tome IV, Fasc. 2, S. 117, 1913.

²⁾ Höhe = Basion-Bregma-Höhe.

ginn des ersten Gyrus frontalis Pacchionische Granulationen, die nach *Bluntschli* (1909) kolbenartige Auswüchse der Arachnoidea und normale Bildungen sind, festgestellt werden. Sie sind in der ganzen Primatenreihe vorhanden, aber in den einzelnen Gruppen verschieden ausgebildet.

Betrachtet man die *Gehirnoberfläche* des Homo von Chapelle-aux-Saints als Ganzes, so fällt zunächst ihre große Einfachheit auf. Die Gyri sind massig und grob, weit mehr noch als diejenigen des Homo von La Quina. *Boule* konnte unter den rezenten menschlichen Gehirnausgüssen nur denjenigen eines Australiers der anthropologischen Sammlung des Jardin des Plantes und etwa noch den der Hottentottenvenus als annähernd ähnlich mit dem Fund von La Chapelle vergleichen. Näher steht dieses

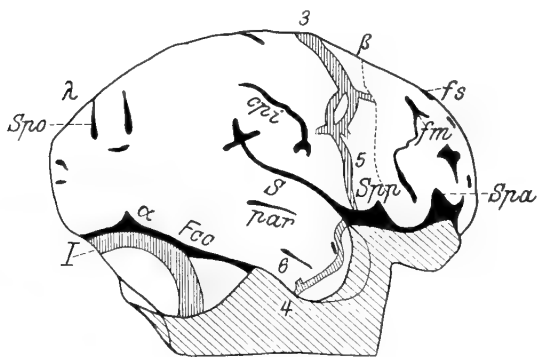


Fig. 1. Topographie der rechten Norma lateralis des Schädelausgusses des Homo von La Chapelle-aux-Saints. ca. $\frac{3}{10}$ n. G. α = Asterion; I = Incisura praeeccipitalis; fs = Sulcus frontalis superior; fmi = Sulcus frontalis medialis; cpi = Gyrus parietalis inferior; Fcc = Fissura cerebro-cerebellaris; S = Fissura Sylvii, längs dieser: Incisurae parietales Brocae; spa = Ramus anterior horizontalis; Spp = Ramus anterior ascendens; Spo = Fissura parieto-occipitalis; 3 = Sinus de Breschet; $4, 5, 6$ = Art. meningeae media; λ = Lambda; β = Bregma (n. *Boule* 1913. L'Homme fossile de la Chapelle-aux-Saints).

fossile Gehirn in verschiedenen Merkmalen denjenigen der großen Anthropoiden und menschlichen Mikrokephalen. So z. B. erscheint ähnlich wie bei den Anthropomorphen durch die geringere Frontallappenentwicklung bei beiden Ausgüssen die Öffnung der Sylvischen Spalte klaffend. Andererseits zeigt der Bau des Operculum fronto-parietale bei diesen fossilen Gehirnen menschliche Verhältnisse. Dieses Operculum existiert bei allen Primaten; die Opercula frontalia und orbitalia sind aber nur beim Homo entwickelt und charakterisieren ihn. Der einzige Ramus praesylvicus der Affen hat nichts gemein mit den beiden Rami (anterior horizontalis und anterior ascendens) der Fissura Sylvii des Menschen. Bei den Homines von La Chapelle und La Quina finden sich deutlich die beiden letztgenannten Rami (ebenso beim Neandertaler), durch die ja die eben genannten Opercula abgegrenzt werden; nur ist der Ramus anterior horizontalis des Homo von La Quina nicht wie beim rezenten Menschen horizontal, sondern deutlich vertikal, was einen primitiven Charakter darstellt und mit der Platykephalie zusammenzuhängen scheint. Dieser Ramus

ist beim Homo von La Chapelle rechts 38 mm, links 35 mm vom vorderen Ast der Arteria meningeae media entfernt, was für ein langgestrecktes Gehirn spricht. Der Ramus posterior Fissurae Sylvii soll bei Hylobates nicht, bei Gorilla schwach vorhanden sein und bei Schimpanse und Orang-utan klar zum Ausdruck kommen; er vertieft sich aber auch hier noch nicht bis zur Insula. Bei unseren beiden fossilen Gehirnen ist der Ramus posterior deutlich sichtbar. Das hintere Ende der Fissura Sylvii ist links und rechts am Ausguß deutlich. Berechnet man die Länge der Fissura Sylvii im Verhältnis zur Länge der sogenannten Krümmung der Hemisphären, so erhält man für den rezenten Menschen

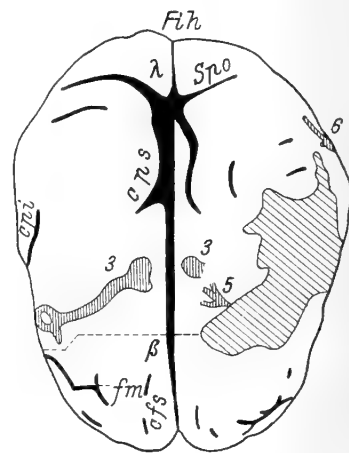


Fig. 2. Topographie der Norma verticalis des Schädelausgusses des Homo von La Chapelle-aux-Saints. ca. $\frac{3}{10}$ n. G. Fih = Fissura interhemisphaerica; Spo = Fissura parieto-occipitalis; cfs = Gyrus frontalis superior; fmi = Sulcus frontalis medialis; cpi = Gyrus parietalis inferior; cps = Gyrus parietalis superior; = Sut. coronalis; ■ = fehlender Teil der Gehirnoberfläche; β = Bregma; λ = Lambda; 3 = „Sinus de Breschet“; $5, 6$ = Art. meningeae media. (n. *Boule* 1913. L'Homme fossile de La Chapelle-aux-Saints).

einen mittleren Index von 26,1, für La Chapelle von 25,7, während man bei Schimpanse und Orang-utan Indices von 30,2 und 35,0 findet. Der Homo von La Chapelle verhält sich also durchaus menschlich. Sein Sylvischer Winkel (n. *Cunningham*) nähert sich dagegen mehr dem Verhalten bei den Anthropoiden als beim Menschen.

Was nun die Fissura Rolandi betrifft, so hat *Boule* wegen der geringen und undeutlichen Spuren, die sie auf dem Ausguß hinterläßt, zwei Möglichkeiten ihrer Lage angenommen. Bei Dolichocephalen ist die Distanz Bregma—Fissura Rolandi größer als bei Brachycephalen; beim Homo von La Chapelle beträgt die Distanz je nach Annahme der Lage der Fissur entweder 47 oder 51 mm. Da nun der Schädelausguß mesocephal ist und sich sogar der unteren Grenze der Brachykephalie nähert, sowie aus anderen schwerwiegenden Gründen, die die Funktionen betreffen, neigt *Boule* zur Annahme des Punktes, der dem Bregma zunächst liegt, als Ausgangspunkt der Fissura Rolandi. Die Länge der ganzen Fissur würde in diesem Falle 90 mm betragen, im anderen 80 mm; das Verhältnis der Länge zur sagittalen

Fronto-Occipital-Krümmung beträgt beim rezenten Menschen im Mittel 39,3, bei Homo von La Chapelle rechts 40,7, links 38,8. Der Chapelle-Mensch nimmt also in dieser Beziehung ebenso wie derjenige von La Quina eine Mittelstellung zwischen rezentem Menschen und Anthropomorphen ein.

Gehen wir zum Winkel über, den die Fissura Rolandi mit der Fissura interhemisphaerica bildet. Dieser beträgt nach *Cunningham* für den rezenten Menschen im Mittel 71,7° (nach *Hare*, der in situ gemessen hat, 67°); beim Homo von La Chapelle findet sich ein Winkel von 67°, bei Schimpanse und Orang-utan wurden Winkel von 68° gefunden. Nach *Horsley* soll dieser Winkel mit steigendem Längenbreiten-Index zu-, mit fallendem abnehmen.

Die Fissura parieto-occipitalis ist auf dem Ausguß wenig deutlich; sie verläuft ziemlich genau in der Richtung der Sutura lambdoidea. Sie stellt sich hier als eine rinnenförmige Depression dar, die die Trennungslinie zwischen dem Parietal- und Occipitalappen bildet. Der Winkel dieser Fissur mit der Fissura interhemisphaerica beträgt rechts 58° und links ungefähr 55°. Auf dem Schädelausguß des Neandertalers ist die Fissura parieto-occipitalis noch weniger deutlich als auf dem des Homo von La Chapelle. Eine Verwechslung dieser Spalte mit dem Sulcus lunatus (Affenspalte), der klar zutage tritt, ist zwar nicht möglich, aber ihr Verlauf kommt der Lage des Sulcus lunatus der Anthropoiden nahe. Die Affenspalte ist bei dem Ausguß von La Quina noch deutlicher sichtbar und gilt als primitives Merkmal.

Um nun ein exaktes Bild der einzelnen Hirnlappen zu geben, hat *Boule* einen Index berechnet, der jeweils die Oberfläche des betreffenden Lobus zur ganzen Hirnoberfläche in Beziehung bringt; der Index frontalis wird demnach berechnet:

$$\frac{\text{Frontallappenfläche} \times 100}{\text{ganze Hirnoberfläche}}.$$

Es ist interessant aus diesem Index zu sehen, daß die Menschen von La Chapelle und La Quina (35,7) eine Mittelstellung einnehmen zwischen dem rezenten Menschen (Australier 41—43, Süddeutscher 45,4) und den Anthropoiden (Hylobates 31, Gorilla 32,8, Schimpanse 32,2). Bei anderer Auffassung der Lage der Fissura Rolandi nimmt der Index frontalis des Homo von La Chapelle noch zu und steigt im Mittel (aus den beiden Hemisphären berechnet) auf 38,3. Im Gegensatz zum Frontallappen ist der Occipitalappen bei den Anthropoiden etwas stärker entwickelt als beim Menschen (Gorilla 11,3, Süddeutscher 8,7). Hier zeigen die fossilen Gehirne einen sehr primitiven Charakter, denn der Occipital-Index des Homo von La Chapelle beträgt 12,05, und derjenige des Homo von La Quina sogar 13,10. Die Parietotemporal-Region ist bei den Anthropoiden relativ entwickelter als beim Menschen; bei ersteren finden sich Indices von 55,8—58,5, bei letzterem von 45,9—50,1 (Australier). Der Homo von La Chapelle besitzt einen Index von 52,2, derjenige von La Quina von 51,2; beide übertreffen also hierin den rezenten Menschen und nehmen abermals eine Mittelstellung zwischen diesem und den Anthropoiden ein.

Bei diesen Indices der Hirnflächen springt nun deutlich heraus, daß bei Homo von La Chapelle und von La Quina, wenn auch nicht in dem Grade wie bei den Anthropoiden, die motorischen Rindenfelder (Teile der Parietotemporal- und Occipital-Region) einen größeren Raum einnehmen als die sensorischen.

Gehen wir zu den *Gyri* der einzelnen Regionen über, so findet man, daß die Frontalwindungen des Gehirns von La Chapelle deutlich unterscheidbar sind. Die obere zeigt dieselben Merkmale wie beim Neandertaler, die zweite weist bei diesem deutlichere und zahlreichere Spuren auf als beim Chappellemenschen, die dritte wiederum gleicht besonders im vordersten Abschnitt bedeutend derjenigen des Homo Neandertalensis. Auch am Temporalappen lassen sich deutlich die drei Windungen unterscheiden, die ihn bilden; die erste erscheint gerade verlaufend, einfach und massig, wie es bei den Anthropoiden und selbst auch beim Menschen vorkommt; die zweite und dritte dagegen sind gewunden und haben viele Seitenfurchen, ohne daß man Einzelheiten unterscheiden kann. Die Windungen des Parietallappens sind ebenfalls sichtbar und zeigen wieder dem Neandertaler ähnliche Verhältnisse. Die Occipitalwindungen sind beim Neandertaler viel klarer als beim Homo von La Chapelle. Im ganzen scheinen sich aber beide in dieser Hinsicht den Anthropoiden zu nähern.

Es sind hier noch zwei Besonderheiten zu erwähnen, die für den Hirnausguß des Homo von La Chapelle charakteristisch sind und ihn den Anthropoiden näher bringen als dem rezenten Menschen. Die eine betrifft die Verjüngung der vorderen medialen Partie der beiden Hemisphären, die durch das starke Hervortreten der oberen Orbitalränder und das schwach entwickelte Frontalhirn zustande kommt. Man findet diesen *Hirnschnabel*, von den Franzosen „bec encéphalique“ genannt, deutlich bei Hylobates, etwas weniger bei den großen Anthropoiden, aber ebenfalls bei menschlichen Mikrokephalen; beim normalen Menschen kann wegen der Größe seines Frontalhirns dieser Hirnschnabel nicht zur Entfaltung kommen. Der Homo von La Chapelle nimmt auch in diesem Punkt eine Mittelstellung zwischen Mensch und Affe ein.

Die zweite Besonderheit, die sich ebenfalls, aber weniger auffallend beim Homo von La Quina herausstellte, ist das *starke Überhängen des Lobus occipitalis*, das in dieser Ausbildung weder beim rezenten Menschen, noch bei allen übrigen Primaten zu finden ist. Ähnliches kennt man nur bei Hapale. Bei Lemuren liegt das Kleinhirn in der Verlängerung des Großhirns; bei den Primaten bedeckt das Großhirn das Kleinhirn, in welcher Weise, dafür gibt *Boule* einen Index des Überhängens des Occipitalappens, wonach sich bei den Anthropoiden Indices von 0—7,1, bei dem rezenten Menschen von 3,5—11,1 und bei dem Homo von La Chapelle von 13,3 finden. Ein Hirn, das sich, wie das des modernen Menschen, mehr in Höhe und Breite entwickelt, kann occipitalwärts nicht so stark überhängen. Nach *E. Smith* ist eine

starke Entwicklung der Occipitalregion ein Zeichen von Inferiorität.

Was das *Kleinhirn* betrifft, so ist dessen vordere Region beim Homo von La Chapelle stark in die Breite entwickelt, beim rezenten Menschen dagegen reduziert. Sie ist hier noch vorspringender als bei den Affen. Dieses seitliche Vorspringen scheint in gewissem Grad die stärkere Abplattung der posterioren Partien der Parietallappen zu kompensieren. Eine weitere anthropoide Eigenschaft besteht beim Ausguß von La Chapelle in dem Spalt zwischen den beiden Kleinhirnlappen, wodurch der *Wurm*, wie dies bei den Affen der Fall ist, sichtbar wird. *Vogt* hat diese Bildung auch bei Mikrokephalen beobachtet.

Nun sei schließlich noch das *verlängerte Mark* erwähnt. Dieses scheint eine schrägere Richtung beim Homo von La Chapelle gehabt zu haben, als wir es beim modernen Menschen finden, aber immerhin ist es weniger schräg gestellt als dasjenige der Anthropoiden.

Was endlich die *Funktion* dieses Gehirns anlangt, so kann aus dem durch den Hirnaustritt gegebenen auf eine sehr rudimentäre Intelligenz geschlossen werden; dasselbe gilt für die Psyche dieses Individuums, wie überhaupt der ganzen Neandertalgruppe; wenn sie auch noch höher sein mag als diejenige der rezenten Anthropoiden, so steht sie doch noch bedeutend tiefer als bei den modernen Menschen. Nach *Boule* hat der Homo von La Chapelle eine rudimentäre Sprache besessen. Das glaubt er aus der von ihm angenommenen, doch nicht sicher feststehenden Lage der Fissura Rolandi entnehmen zu dürfen. Ferner schließt er aus der Gehirnasymmetrie auf Rechtshändigkeit des Individuums. Die Asymmetrie des La Quina-Austrittes ist weniger ausgesprochen.

Aus der ganzen Untersuchung dieser fossilen Gehirne geht deutlich ihre Stellung in der Primatenreihe hervor, und man darf als menschliche Merkmale des Homo von La Chapelle-aux-Saints hervorheben: sein absolutes Gehirnvolumen, der Besitz eines Ramus anterior horizontalis, eines Ramus anterior ascendens Fissurae Sylvii und eines dem unsrigen ähnlichen Opercularsystems. Das gleiche fand *Anthony* in bezug auf den Homo von La Quina.

Die Affenmerkmale des Homo von La Chapelle-aux-Saints und solche, die ihn zwischen Mensch und Affe stellen, sind: allgemeine Form und Einfachheit der Gehirnwindungen, Lage und Richtung der Fissurae Sylvii und Rolandi, Länge der Fissura parieto-occipitalis, Reduktion der Frontallappen, besonders des vorderen Teiles mit dem Hirnschnabel, primitiver Charakter der dritten Frontalwindung, Anwesenheit einer Affenspalte, Klaffen der Kleinhirnlappen, Exposition des Wurms und Richtung des verlängerten Marks. Für den Homo von La Quina gilt nach *Anthony* fast das gleiche, nur ist der Gehirnschädelraum bedeutend kleiner als derjenige von La Chapelle, die Großhirnwindungen weniger grob, die Platykephalie geringer, die transversale Hirnaustrichung etwas schwächer, sodaß das Gehirn mehr in die Länge gestreckt und flacher erscheint.

Alles in allem sind die fossilen Individuen von La Chapelle und La Quina schon menschliche Wesen in Anbetracht des großen Volumens ihres Gehirns. Aber dieser Masse fehlt noch die höhere Organisation, die den rezenten Menschen charakterisiert.

Anhangsweise sei hier noch der Fund von *Piltown* erwähnt, über welchen jetzt eine ausführliche Publikation vorliegt¹⁾. Auch von diesem fossilen Menschen ist der Schädelaustritt untersucht worden und es stellte sich eine große Ähnlichkeit zwischen ihm und denjenigen von Gibraltar und La Quina heraus. Er ist ebenso lang, schmal und flach wie diese, aber noch kleiner, und hat ein noch primitiveres Aussehen, als irgendein bis jetzt bekanntes menschliches Gehirn. Die größte Länge der linken Hemisphäre, die etwas länger ist als die rechte, beträgt nur 163 mm, und die größte Breite des Austrittes 130 mm. Diese relative Kleinheit der Maße läßt auf ein weibliches Individuum schließen.

Auffallend ist auch die noch abgeflachtere und geringere Frontal- und Parietalregion des Piltown-austrittes gegenüber den andern fossilen Menschen. Auch in bezug auf die Sulci besteht bei ersterem eine sehr primitive Anordnung. Besonders tief ist ferner die Furche zwischen dem hinteren Pol der Temporalregion und dem Kleinhirn, die mit der starken Verschmälerung der Temporalregion zusammenhängt. Soweit man nach der Zeichnung urteilen darf, scheint der Anfangsteil der Fossa Sylvii noch klaffender zu sein als beim Homo von La Chapelle und La Quina.

Auf Grund seiner gesamten Untersuchung kommt *Elliot Smith* zum Schluß, daß das Gehirn des Piltownmenschen als das primitivste und affenähnlichste zu betrachten ist, das bis jetzt gefunden wurde.

Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichts in Deutschland.

Von Ernst Feige, Gießen.

Die Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichts hat in Deutschland nicht gleichen Schritt gehalten mit der praktischen Entwicklung im allgemeinen, obwohl die Landwirtschaft, ökonomisch betrachtet, eine der wichtigsten Grundlagen unseres gesamten Staatsbetriebes bildet.

Das Studium der Landwirtschaft verläuft ähnlich demjenigen der Medizin oder der Technik insofern, als es eine Zweiteilung in ein Studium der Grundwissenschaften und der Fachdisziplin erfahren muß. Dem entsprechen in den deutschen Staaten auch die diesbezüglichen Studienvorschriften, jedoch scheint die Unterrichtsverwaltung vor den gleichen Konsequenzen, wie sie für die anderen beiden Studienfächer gezogen sind, zurückzuschrecken. Während viele Hochschullehrer einer weitgehenden Spezialisierung und Heraussetzung der pflichtmäßigen Studiendauer das Wort reden, sind die

¹⁾ Dawson, C., and Smith Woodward, A., On the Discovery of a Palaeolithic Human Skull and Mandible in a Flint-bearing Gravel overlying the Wealden (Hastings Beds) at Piltown, Fletching (Sussex). With an Appendix by G. Elliot Smith, Preliminary Report on the Cranial Cast. Quarterly Journal of the Geological Society, 1913, vol. LXIX, pag. 117 and 145.

amtlichen Prüfungsvorschriften von einer geradezu ängstlichen Bescheidenheit erfüllt.

Wie bereits hervorgehoben wurde, zerfällt das Studium der Landwirtschaft in das der Grund- und Fachwissenschaften; als Ziel ist am Schlusse der Studienzeit von den Staatsprüfungen das Diplom-(Zwischen-) und das eigentliche Staatsexamen (Landwirtschaftslehrer- oder Tierzuchtinspektorexamen) ins Auge zu fassen.

Das sogen. Diplomexamen soll dem Wunsche der Praxis entgegenkommen, bei möglichst kurzer Studierendauer einen gewissen Abschluß auf Grund eines Examins zu bieten. Als Mindestmaß der Studienzzeit sind hierbei in Preußen und Hessen 4 Semester vorgesehen, Württemberg und Bayern beginnen mit dem gänzlichen Abbau dieses Diploms, während Baden über keine landwirtschaftliche Hochschule verfügt. Nach den amtlichen preußischen Prüfungsvorschriften¹⁾ sind Prüfungsfächer für das Diplomexamen:

1. Ackerbaulehre, 2. Tierzuchtlehre, 3. Betriebslehre, 4. Chemie, 5. Physik, 6. Botanik und Pflanzenphysiologie, 7. Zoologie und Tierphysiologie, 8. Mineralogie und Geologie, 9. Volkswirtschaftslehre.

Für die Landwirtschaftslehrerprüfung kommt 10. Landwirtschaftsrecht hinzu. Als Grundlagen für Erreichung der erforderlichen Kenntnisse schlagen die betreffenden landwirtsch. Institute folgenden — nicht obligatorischen — Studienplan für 4 Semester vor²⁾:

- | | |
|--|-------------------|
| 1. Experimentalphysik | (2 Vorlesungen) |
| 2. Experimentalchemie | desgl. |
| 3. Mineralogie | desgl. |
| 4. Geologie | desgl. |
| 5. Botanik, allgem. | desgl. |
| 6. Pflanzengeographie; Angiospermen | desgl. |
| 7. Zoologie u. vergl. Anatomie | desgl. |
| 8. Nationalökonomie | (3 Vorlesungen) |
| 9. Betriebslehre | (2 Vorlesungen) |
| 10. Tierzucht | desgl. |
| 11. Acker- und Pflanzenbaulehre (ca. 4—5 Vorlesung.) | |
| 12. Agrikulturchemie | (2 Vorlesungen) |
| 13. Gärungsgewerbe | (2—3 Vorlesungen) |
| 14. Anatomie und Physiologie der Haustiere. | |

Hierzu treten noch die unumgänglichen praktischen und seminaristischen Übungen.

Es bricht sich immer mehr die Überzeugung Bahn, daß das in der angegebenen Prüfungsordnung vorgezeichnete Ziel in einem viersemestrigen Turnus nicht zu erreichen ist, ebenso wenig wie im Durchschnitt das philologische Staatsexamen nach sechs Semestern erreicht wird oder in der Medizin eine vollkommene Ausbildung in einer so kurzen Zeit erfolgen kann. Folgerichtig hat Württemberg für die Erlangung seines „Hohenheimer Diploms“ eine Studienzzeit von mindestens sechs Semestern eingeführt und das alte Diplom nach vier Semestern durch einfache Semestralprüfungen in den einzelnen Fächern ersetzt, deren Ergebnis dann in ein Abgangszeugnis aufgenommen werden kann. Staatsseitig wird durch das landwirtschaftliche Studium der Zweck verfolgt, Landwirtschaftslehrer für die mittleren und niederen Lehranstalten (Landwirtschafts- und Winterschulen) heranzubilden sowie wissenschaftliche Beamte zur Förderung einzelner Zweige der Landwirtschaft (Tierzucht- bzw. Saatzuchtinspektoren bei den Landwirtschaftskammern und im Kolonialdienst). Da die gegenwärtige Organisation des landwirtschaftlichen Hochschulwesens angesichts der engumgrenzten Prü-

fungsvorschriften nicht von vornherein eine derartige Spezialisierung zuläßt, wie dies z. B. bei der Ausbildung der Ingenieure möglich ist, kommt es darauf an, hauptsächlich die wichtigsten Grundlagen zu vermitteln und mit deren Hilfe ein wirkliches Können zu erreichen, das dann individuell eine fruchtbare Spezialarbeit ermöglicht, sei es in der Praxis als Betriebsleiter oder auf einem der vielen landwirtschaftlichen Sonderzweige. Selbstverständlich gibt die seit längerer oder kürzerer Zeit erfolgte Zulassung der Landwirtschaft als Dissertationsgegenstand die Möglichkeit, ein besonderes Lieblingsthema zu bearbeiten, doch ist hier die Wahl oft durch den Mangel an geeigneten Referenten eingeengt, da die Landwirtschaftslehre an den Universitäten — wo sie überhaupt vertreten ist — oft sehr summarisch behandelt werden muß.

Von den Universitäten des Deutschen Reiches besitzen zurzeit Einrichtungen für das landwirtschaftliche Studium nur Breslau, Königsberg, Kiel, Leipzig, Göttingen, Halle, Gießen, Bonn und Rostock; außerdem ist der Technischen Hochschule in München eine landwirtschaftliche Abteilung angegliedert, ferner bestehen besondere landwirtschaftliche Hochschulen in Hohenheim bei Stuttgart, Weihenstephan und Berlin. Es ist dies auch in wissenschaftlicher Hinsicht bedauerlich, da die akademischen Lehrstätten bei uns sehr zur Förderung wissenschaftlicher Errungenschaften beitragen und insbesondere für unser Spezialgebiet die genaueste Erforschung der einzelnen Gegenden von weitgehendster Bedeutung ist. Die Universität bildet wohl auch für die Landwirtschaft die idealste Bildungsstätte, da auf ihr auch die Grundwissenschaften mit der wünschenswerten Vertiefung betrieben werden müssen; die landwirtschaftlichen Hochschulen vermögen angesichts ihrer reichlicheren Fachausstattung vielleicht den Spezialgebieten ein erhöhtes Interesse zuzuwenden, jedoch läuft die Gefahr der Vernachlässigung der Grundwissenschaften und allgemeinen Ausbildung leichter unter, ein Punkt, wegen dessen die Absonderung der technischen Hochschulen auch schon öfters kritisiert wurde.

Das landwirtschaftliche Hochschulstudium in seiner heutigen Form ist durch den unvergeßbaren *Julius Kühn* in Halle begründet worden. Er führte eine der neuzeitlichen Entwicklung der Landwirtschaftswissenschaft entsprechende Teilung der Lehrfächer ein, vernachlässigte allerdings seinem Standpunkt gemäß die Wirtschaftslehre. In den achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts wurde dann die gegenwärtig größte landwirtschaftliche Hochschule in Berlin teilweise durch Übernahme der aufgelösten Akademie Proskau gegründet, später wurden auch die Lehrinrichtungen in Breslau, Göttingen usw. erweitert. Gegenwärtig ist die Organisation im allgemeinen derart, daß besondere Lehrkräfte (Ordinarien, Extraordinarien oder Lektoren) für die drei Hauptfächer: Acker- und Pflanzenbau, Tierzucht und Agrikulturchemie (Tierphysiologie, Pflanzenernährung) vorhanden sind, während die anderen Zweigdisziplinen an den verschiedenen Hochschulen verschieden behandelt werden.

Die Wirtschaftslehre wird außer an den Hochschulen in Berlin und Hohenheim gesondert vertreten, z. B. in Breslau, Bonn, München und in Halle (durch einen Privatdozenten), während ihre Behandlung an den anderen Orten mit einem der Lehrstühle für Produktionswissenschaft verbunden ist. Besser ausgestattet ist in dieser Hinsicht die Veterinärwissenschaft, die allenthalben durch besondere Fachgelehrte vertreten ist. Auch die übrigen Hilfszweige: Maschinenkunde, Kulturtechnik, Gärungsgewerbe, Phytopathologie erfahren nicht überall eine ausreichende Vertretung. Am besten ausgestattet sind die Einrichtungen in Halle und Berlin,

¹⁾ Erlaß des Landwirtschaftsministers vom 20. III. 1909.

²⁾ Programm für das Studium der Landwirtschaft in Breslau, hrsgg. von Prof. K. von Rümker. 5. Aufl., Breslau 1911.

was auch in der hohen Frequenz dieser Lehrstätten zum Ausdruck kommt (400 bzw. 800 Studierende durchschnittlich), auch Leipzig erreicht eine nicht bedeutend hinter Halle zurückbleibende Frequenz, während die Besuchszahl der anderen Institute zwischen 100—200 schwankt (ausgenommen Gießen mit etwa 60 Studierenden der Landwirtschaft mit einem kleinen Lehrkörper: 1 Ordinarius und zwei Privatdozenten).

Im großen und ganzen bestehen an den Universitäten in Preußen die landwirtschaftlichen Institute aus Einzelabteilungen unter Leitung eines Institutsdirektors (so in Göttingen, Halle, Königsberg usw.), nur in Breslau besteht eine den medizinischen Instituten angepaßte Organisation, indem dort die einzelnen Abteilungen zu selbständigen Instituten umgeformt sind, womit man auch sehr gute Erfahrungen gemacht hat. Es sei hier die durch K. v. Rümker begründete Einteilung der einzelnen Institute mitgeteilt:

1. Institut für Wirtschaftslehre des Landbaus (Direktor Prof. Dr. Aereboe),
2. Institut für landwirtschaftliche Pflanzenproduktionslehre (Direktor Prof. Dr. Berkner),
3. Institut für landwirtschaftliche Tierproduktionslehre (Direktor Prof. Dr. Holdefleiß),
4. Agrikulturchemisches und bakteriologisches Institut (Direktor Prof. Dr. Th. Pfeiffer),
5. Landwirtschaftlich-technologisches Institut (Direktor Prof. Dr. F. Ehrlich),
6. Kulturtechnischer Apparat (Direktor Prof. Dr. Lüdecke),
7. Veterinärinstitut (Direktor Prof. Dr. Casper).

Es ist dieses Schema ausführlich mitgeteilt worden, weil es zugleich eine Übersicht des in Frage kommenden rein landwirtschaftlichen Lehrganges geben kann. Diese Einteilung kann vorbildlich genannt werden, jedoch genügt die Besetzung mit den erforderlichen Lehrkräften noch nirgends den zu machenden Ansprüchen. Es ist bisher wenigstens so viel erreicht worden, daß an fast allen mit landwirtschaftlichen Instituten versehenen Hochschulen eine diesem Schema mindestens nahe kommende Teilung der Lehrfächer durchgeführt worden ist, jedoch sind selbst die Einzeldisziplinen noch eines zu großen Ausbaues fähig, als daß sie von je einer einzelnen Lehrkraft gründlich übersehen werden können. So hat sich neuerdings nach langem Drängen die preußische Unterrichtsverwaltung (bzw. das Landwirtschaftsministerium) entschlossen, einen besonderen Lehrstuhl für Pflanzenzüchtung einzurichten. Doch damit allein ist nicht geholfen; nach der gegenwärtigen Übung sind die Gebiete der Tierphysiologie und Pflanzenernährung, ja manchmal sogar noch der landwirtschaftlichen Technologie als „Agrikulturchemie“ wegen der rein äußerlichen Übereinstimmung vereinigt, wozu sich auch oft noch die Bodenkunde gesellt. Welchem Zweig damit am meisten geholfen sein soll, ist nicht ganz klar.

Auch besondere Lehrstühle für Vererbungslehre, natürlich mit den notwendigen Forschungsmitteln ausgestattet, wären von großer Wichtigkeit; leider fehlt in Deutschland die private Initiative, die in den Vereinigten Staaten schon so Hervorragendes geleistet hat. Daß ein Bedürfnis für gut eingerichtete landwirtschaftliche Hochschullehrstätten vorhanden ist, beweisen die wenigen oben angegebenen Frequenzfiguren; hoffentlich werden die vorhandenen Lehrstätten auch weiterhin dem Ausbau der Wissenschaft entsprechend ausgestattet und auch die Universitäten ohne landwirtschaftliche Institute nach und nach mit solchen versehen.

Über die Koagulationsgeschwindigkeit kolloidaler Lösungen.

Die Tatsache, daß viele kolloidale Lösungen durch Elektrolyte gefällt werden, ist bereits seit langem bekannt, und ebenso ist schon seit langem bekannt, daß diese Fällung nicht wie die Ionenreaktionen ein fast momentan verlaufender Vorgang ist, sondern ein Vorgang, dessen Geschwindigkeit eine bequem meßbare Größe bildet. Trotzdem scheinen Messungen der Koagulationsgeschwindigkeit erst in allerneuester Zeit ausgeführt worden zu sein. So maß *Mecklenburg* die Geschwindigkeit der Koagulation kolloidaler Zinnsäurelösungen durch Natriumsulfat, indem er zu gleichen Mengen der Zinnsäurelösung verschiedene Mengen von Natriumsulfatlösung setzte und die Zeit bestimmte, innerhalb deren die sich infolge des Elektrolytzusatzes trübende Lösung einen bestimmten Trübungsgrad erreichte. Ein typisches Bild der Erscheinung gibt die Abbildung 1 (S. 961). Setzt man zu einer Zinnsäurelösung sehr kleine Mengen einer Natriumsulfatlösung, so tritt überhaupt keine Koagulation ein, die Zinnsäurelösung koaguliert vielmehr erst dann, wenn die Konzentration des Elektrolyten einen bestimmten Minimalwert erreicht hat, dessen Größe durch den Schnittpunkt der Abszisse mit der auf ihr senkrecht stehenden Geraden gegeben ist, der sich die eigentliche Fällungskurve asymptotisch nähert. Mit Überschreitung dieses Minimalwertes, des von *Guido Bodländer* bei der Untersuchung der Fällung von Tonsuspensionen durch Elektrolyte entdeckten „Schwellenwertes“, wächst die Koagulationsgeschwindigkeit rasch von Null bis zu großen Werten an, um dann allmählich langsamer und langsamer zuzunehmen, wie es die Kurve zeigt. Verringerung der Kolloidkonzentration bewirkt Verlangsamung der Koagulation.

Wesentlich tiefer als *Mecklenburg*, für den die Messung der Koagulationsgeschwindigkeit nur ein Hilfsmittel zur Klarlegung anderer Erscheinungen war, drang *H. H. Paine*, dessen Untersuchung der Koagulationsgeschwindigkeit Selbstzweck war, in das Problem ein. Als Versuchsmaterial diente *Paine* eine Lösung von kolloidalem Kupferoxyd, das durch elektrische Zerstäubung von Kupfer unter Wasser nach der bekannten Methode von *Bredig* und spontane Oxydation der zunächst entstandenen kolloidalen Lösung von elementarem Kupfer zu Kupferoxyd gewonnen war. Die Koagulation der Kupferoxydsole geschah durch Zusatz von Natriumchlorid- oder meist von Natriumsulfatlösung. Die durch den Elektrolytzusatz koagulierten Kupferoxydteilchen konnten durch Umrühren der Flüssigkeit oder durch rasche Erhitzung bis fast zum Sieden zu schnellem Absetzen veranlaßt werden, so daß die über dem Bodensatz stehende klare Lösung abpipettiert und ihr Gehalt an noch nicht koagulierte Kupferoxyd analytisch bestimmt werden konnte. Da die Koagulation im allgemeinen sehr lange dauerte, das Absetzen des bereits Koagulierten aber durch die angegebenen Methoden rasch bewirkt werden konnte und das Umrühren oder die Erhitzung nach den Angaben des Verfassers die Koagulationsgeschwindigkeit nicht wesentlich beeinflusste, so konnte, indem von einer im Stadium der Koagulation befindlichen Vorratslösung in angemessenen Zeitabständen Proben entnommen und zum Absetzen veranlaßt wurden, der Gang der Koagulation in derselben Lösung leicht verfolgt werden.

Die Versuche ergaben nun, daß die Koagulation nicht sogleich nach Zusatz des Elektrolyten zu der kolloidalen Lösung beginnt, sondern daß der eigentlichen Koagulation, wie auch aus dem einer näheren Erklärung nicht bedürftigen Diagramm (Abb. 2) hervor-

geht, eine Inkubationsperiode AB vorausgeht, nach der die Koagulation zuerst rasch einsetzt und dann in allmählich verlangsamtem Tempo verläuft: BC .

Nachdem *Paine* in der skizzierten Weise den allgemeinen Gang der Koagulation festgestellt hatte, untersuchte er erstens den Einfluß, den bei der Koagulation derselben Kupferoxydlösung die Konzentration des zugesetzten Elektrolyten, und zweitens den Einfluß, den unter sonst gleichen Bedingungen die Anfangskonzentration des Kupferoxyds auf den Vorgang ausübt. Selbstverständlich wurde für die verschiedenen Versuchsreihen immer dieselbe Kupferoxydstammlösung benutzt, da ja die mit verschiedenen kolloidalen Lösungen erhaltenen Resultate in der Regel nicht miteinander vergleichbar sind.

Wurde nur die Konzentration des Elektrolyten verändert, alle anderen Bedingungen aber konstant gehalten, so erwiesen sich die entstehenden Koagulationskurven als ähnlich oder affin, d. h. für zwei beliebig herausgegriffene Kurven war das Verhältnis der zu derselben

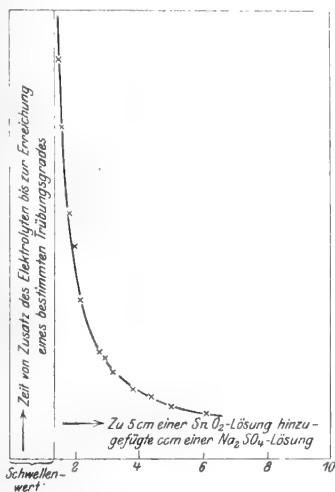


Fig. 1. Koagulation von Zinnsäure durch Na_2SO_4 nach Mecklenburg.

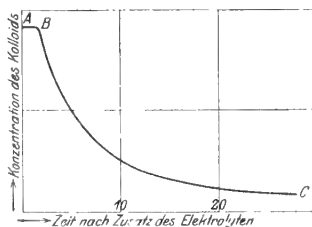


Fig. 2. Koagulation eines wässrigen Kupferoxydsols durch Elektrolyte nach H. H. Paine.

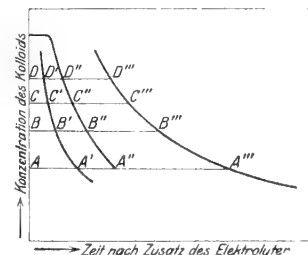


Fig. 3. Koagulation eines wässrigen Kupferoxydsols durch Elektrolyte bei verschiedener Konzentration des Elektrolyten nach Paine.

Ordinate gehörigen Abszissen konstant. In der Abbildung 3, die diese Gesetzmäßigkeit graphisch wiedergibt — die Einzelkurven entsprechen natürlich einer um so höheren Elektrolytkonzentration, je kleiner bei derselben Ordinate ihre Abszisse ist —, verhält sich also

$$AA' : AA'' = BB' : BB'' = CC' : CC'' = DD' : DD'' = \dots$$

und

$$AA' : AA''' = BB' : BB''' = CC' : CC''' = DD' : DD''' = \dots$$

Wählt man daher eine beliebige Kurve zur „Einheitskurve“, so braucht man für eine beliebige andere Kurve nur ihre „Konstante“, d. h. die Zahl anzugeben, mit der man die Abszissen der Einheitskurve multiplizieren muß, um die zu derselben Ordinate gehörige Abszisse der zweiten Kurve zu erhalten. Der Einfluß der Elektrolytkonzentration auf die Koagulationsgeschwindigkeit hat also sein exaktes — relatives — Maß in den einzelnen Kurvenkonstanten.

Auch durch eine mathematische Formel konnte *Paine* seine Versuche wiedergeben. Ist m die Konzentration des Kolloids zur Zeit t , so ist die Koagulationsgeschwindigkeit

$$v = - \frac{dm}{dt} k \cdot c^p,$$

wenn c die Konzentration des Elektrolyten¹⁾ in der Lösung und k und p Konstanten sind²⁾.

Die Versuche mit wechselnder Anfangskonzentration des Kolloids führten zu der Erkenntnis der einfachen Gesetzmäßigkeit, daß die Koagulationsgeschwindigkeit v dem Quadrat der Konzentration m des Kolloids zur Zeit t proportional ist:

$$v = - \frac{dm}{dt} = k' \cdot m^2,$$

eine Gesetzmäßigkeit, die nur ein Ausdruck des Massenwirkungsgesetzes ist und daher bei reversiblen Kolloiden, also dann, wenn sich zwischen Koagulation und Peptisation ein Gleichgewicht einzustellen strebt, nicht gelten kann.

Schließlich ist die Koagulationsgeschwindigkeit kolloidaler Lösungen vor kurzem auch im Freundlichschen Laboratorium von *N. Ishizaka* gemessen worden. Als Versuchsmaterial dienten hier kolloidale Lösungen von Aluminiumoxydhydrat, deren durch verschiedene Elektrolyte bewirkte Koagulation durch von Zeit zu Zeit vorgenommene Messung der mit dem Fortschreiten der Koagulation regelmäßig zunehmenden Zähigkeit der Flüssigkeiten verfolgt werden konnte. Die Versuchsergebnisse *Ishizakas* können als eine Bestätigung der *Paineschen* Versuche angesehen werden, denn auch *Ishizaka* hat die der eigentlichen Koagulation vorhergehende Inkubationszeit, die nach ihm „stark und regelmäßig von der Konzentration des Elektrolyten ab-

hängt“, beobachtet, und auch bei ihm sind die Koagulationskurven, die mit derselben Kolloiddlösung unter den gleichen Versuchsbedingungen, aber bei wechselnden Konzentrationen des fällenden Elektrolyten erhalten worden sind, einander ähnlich.

Literaturnachweise: *Werner Mecklenburg*, Zeitschr. f. anorg. Chem., 74, 207, 1912; *H. H. Paine*, Proc. Cambridge Philosoph. Soc., vol. 16, part. 5, pag. 430, 1912; Kolloidchem. Beihefte, 4, 24, 1912; *N. Ishizaka*, Zeitschr. f. physik. Chem. 83, 97, 1913. u.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen.

Zu der Arbeit, die *R. E. Fuchs* in Nr. 38 und 39 dieser Zeitschrift veröffentlicht hat, möchte ich mir einige Bemerkungen erlauben.

¹⁾ Die Größe c bedeutet hier die wirkliche Konzentration des Elektrolyten in der Lösung, d. h. die Gesamtmenge minus der von dem Kolloid adsorbierten Menge.

²⁾ Über den weiter oben definierten „Schwellenwert“, bei dessen Unterschreitung der Elektrolyt überhaupt nicht koagulierend wirken soll, gibt die Gleichung nichts an.

Was die Kritik anlangt, die *Fuchs* an der alten Theorie der Schutzfärbung übt, so kann diese wohl der vollen Zustimmung aller derer gewiß sein, die auf Grund der Untersuchungen von *C. v. Heß* zu der Überzeugung gekommen sind, daß allen Wirbellosen und unter den Wirbeltieren den Fischen die Fähigkeit fehlt, getonte Farben zu rezipieren. In bezug auf den positiven Teil der Arbeit werden aber einige Bedenken nicht ganz zu unterdrücken sein. *Fuchs* legt Wert darauf, daß einerseits nur poikilotherme Tiere im Besitz der typischen Organe des Farbenwechsels sind, und daß andererseits unter den Arthropoden nur die im Wasser lebenden Crustaceen, nicht dagegen die luftlebenden Insekten Farbenwechsel zeigen. Hieraus leitet er die Vermutung ab, das Farbenspiel habe etwas mit der Wärmeregulation zu tun und entfalte besonders dort seine Leistungen, wo die Möglichkeit eines anderen Mechanismus der Entwärmung, wie ihn die Lufttiere in der Wasserverdunstung haben, ausgeschlossen sei, was für alle Wassertiere der Fall ist.

Bei expandierten Chromatophoren sind die Tiere dunkel bis schwarz, während sie bei Retraktion des Pigmentes hell erscheinen. Dementsprechend muß sich auch das Wärmeabsorptions- und Strahlungsvermögen der Tiere ändern, indem die dunklen Tiere weniger Wärme ausstrahlen und mehr absorbieren als die hellen. Diese physikalische Grundlage der Fuchsschen Theorie ist unbestreitbar; das Wesentliche scheint mir aber die Frage, ob es bei den Wassertieren mit Farbenwechsel jemals zu einer derartigen Überwärmung kommt, und die weitere Frage, ob die Veränderungen im Strahlungsgleichgewicht, die ja sicher durch die Veränderungen der Färbung bewirkt werden, quantitativ irgendeine Rolle gegenüber den Prozessen der Wärmeleitung und Konvektion spielen können, durch die die Temperatur der Wassertiere fast ausschließlich beherrscht wird.

Was die Frage nach den Abweichungen der Temperatur der Wassertiere von der Temperatur des Wassers anlangt, so haben die vorliegenden Beobachtungen stets nur minimale Differenzen ergeben, was in Anbetracht des Wärmeleitungsvermögens des Wassers, das 28mal so groß ist, als das der Luft, nicht wundernehmen kann. Nur bei besonders großen und vor allem besonders lebhaften Fischen, wie z. B. dem Thunfisch, kommen erhebliche Übertemperaturen vor, wenn sie sich heftig bewegen. Wie rasch poikilotherme Tiere die Temperatur des sie umgebenden Wassers annehmen, zeigen die Untersuchungen von *Soetbeer*¹⁾. Der Tatsache gegenüber, daß bei Wassertieren eine Überwärmung ebensowenig wie eine Unterkühlung in irgendeiner merkbarer Weise vorkommt, hat die Annahme besonderer Organe der physikalischen Wärmeregulation bei ihnen wohl kaum irgendwelche Wahrscheinlichkeit.

Anders liegen die Dinge für die in der Luft lebenden Reptilien, soweit ihnen die Fähigkeit der Entwärmung durch Wasserverdunstung fehlt. In bezug auf den Wärmehaushalt der Reptilien scheint dem Verfasser eine wichtige Arbeit entgangen zu sein, in der die Bedeutung des Farbenwechsels für ein Reptil (*Uromastix*) von *Krehl* und *Soetbeer*²⁾ durch Versuche festgestellt ist. Die Wüsteneidechs: *Uromastix* erwärmt sich in der Sonne stark über die Lufttemperatur, *Krehl* und *Soetbeer* sagen (l. c. S. 623): „Während der Erwärmung färben sich die vorher grauweißen Tiere dunkel, fast schwarz, sie beför-

dern dadurch ihre eigene Wärmeabsorption in hohem Grade. Wächst nun die Temperatur über 41°, so wird die Haut hell, fast weiß, d. h. sie setzt nun weiterer Erwärmung den größtmöglichen Widerstand entgegen und schützt das Tier dadurch vor Überwärmung. Aus der Sonne in den Schatten an kühlere Orte gebracht, werden die Tiere schnell wieder dunkel — sie strahlen also nur wenig Wärme aus — und bleiben noch stundenlang wesentlich höher temperiert als ihre Umgebung . . .“ „Danach dürfte der Farbenwechsel des *Uromastix* im Dienste des Wärmehaushalts stehen . . .“ In diesem Falle ist also die Bedeutung der Chromatophoren als Organe der Wärmeregulation von *Krehl* und *Soetbeer* in demselben Sinne festgestellt worden, in dem *Fuchs* ihn vermutet. Dieser Mechanismus ist aber durchaus nicht allgemein bei den Reptilien verbreitet, und *Fuchs*' Angabe, daß den Reptilien die Fähigkeit der Wärmeregulation durch Verdunstung von der Hautoberfläche fehlt, ist nicht ganz zutreffend. Bei *Uromastix* und auch bei *Lacerta* ist allerdings keine Wasserabgabe, weder durch die Haut noch durch die Lunge nachweisbar, die Krokodile und Schlangen aber verdunsten viel Wasser und schützen sich dadurch sehr wirksam gegen jede Überwärmung, die für sie auch viel schädlicher ist als für *Uromastix*, denn während dieser 41° gut verträgt, werden Krokodile und Schlangen schon stark geschädigt, wenn ihre Körpertemperatur auf einige Zeit 33—36° erreicht. Der Nachweis, daß die Krokodile durch ihre scheinbar so fest gepanzerte Haut bedeutende Wassermengen abgeben können, warnt wieder vor physiologischen Schlüssen aus morphologischen Beobachtungen. Die reichliche Wasserabgabe ist an die Lebenstätigkeit der Tiere gebunden, denn ein totes Krokodil gibt unter Bedingungen, unter denen das lebende viel Wasser verliert, nur Spuren davon ab.

Man wird also zusammenfassend sagen dürfen, daß die Chromatophoren der Wärmeregulation dienen können, wie *Krehl* und *Soetbeer* für *Uromastix* gezeigt haben, daß diese Funktion aber für die große Zahl der Wassertiere, die Farbenwechsel zeigen, ebensowenig als eine hinreichende Erklärung betrachtet werden kann, wie die alte Theorie der Schutzfarben.

Bonn, den 23. September 1913. Prof. A. Pütter.

Besprechungen.

Pahl, Franz, Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. IX, 368 S. Preis geh. M. 8,60, geb. M. 10,60.

An die Lektüre dieses Buches bin ich mit den besten Erwartungen herangetreten, und es erfüllt mich mit Bedauern, eingestehen zu müssen, daß ich diese Erwartungen doch nur zum Teil bestätigt fand.

Die Darstellung gliedert sich, nachdem Altertum und Mittelalter in einem ersten Abschnitt behandelt sind, streng nach einzelnen Jahrhunderten, legt also eine Einteilung zugrunde, die sich zwar bequem darbietet, für die aber innere Gründe doch nicht oder wenigstens nicht durchweg bestehen. Unsere Zeit, die Übersichtlichkeit und Ordnung, wenigstens scheinbare Ordnung, liebt, legt diesen doch nur durch die Zufälligkeit unseres Zahlensystems und unserer Zeitrechnung gegebenen säkularen Zeitabschnitten eine übertriebene Bedeutung bei, und wir haben es in unserem jungen Jahrhundert ja sogar erleben müssen, das Jahrhundert als „das monistische“ „eröffnet“ zu sehen. Auch in dem vorliegenden Buche erhalten die letzten drei Jahrhunderte — und erst hierdurch tritt die Inkonvenienz der Einteilung recht zutage — ihre besonderen Marken: das 17. Jahrhundert

¹⁾ *Soetbeer*, Über die Körperwärme poikilothermer Wirbeltiere. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmacol. Bd. 40, 1898, S. 53—80.

²⁾ *L. Krehl* und *F. Soetbeer*, Untersuchungen über die Wärmekonomie der poikilothermen Wirbeltiere. Pflüg. Arch. Bd. 77, 1899, S. 611—638.

die des „saeculum mathematicum“, das 18. die des „saeculum philosophicum“, das 19. die des „saeculum historicum“ (auch „philologisches Jahrhundert“ genannt). Mögen diese Bezeichnungen, deren Provenienz mir unbekannt ist, auch schon vor diesem Buch oft gebraucht sein, so fordern sie dennoch Widerspruch heraus, und es darf beispielsweise recht zweifelhaft erscheinen, ob das 17. Jahrhundert in höherem Grade ein „mathematisches“ genannt zu werden verdient als das Jahrhundert der *Bernoulli* (*Johann* und *Daniel*) und der *Euler*, *Lagrange*, *Laplace*, *Monge*, oder andererseits als das der *Gauß*, *Jacobi*, *Abel*, *Dirichlet*, *Galois*, *Cauchy*, *Riemann*, *Weierstraß*, *Lobatschewskij*, *Johann Bolyai*, *Steiner*, *Poncelet*, *Cremona*, *Ampère*, *Maxwell*, *Hertz*, *Helmholtz*. Jedenfalls erscheinen mir die Bezeichnungen, da sie der ganzen Darstellung jedes der betreffenden Abschnitte einen gewissen Stempel aufdrücken, auch beim Leser vorgefaßte Meinungen zu erregen geeignet sind, nicht gleichgültig und, da ferner ihre Berechtigung zum mindesten in Frage steht, nicht unbedenklich.

Jeder einzelne der säkularen Hauptabschnitte ist für sich wieder in zwei Teile geteilt, von denen der erste die gewissermaßen nur vorbereitende Aufgabe hat, die Entwicklung der mathematischen Wissenschaft und ebenso der Naturwissenschaften in dem betreffenden Zeitabschnitt zu skizzieren, während der zweite und wesentliche Teil dann die Entwicklung des Unterrichts dieser Fächer schildert. Dabei haben jene präkursorischen Kapitel, deren Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit gewiß nicht geleugnet werden soll, zumeist eine so erhebliche Breite bekommen, daß das ganze Werk dadurch fast zu einer „Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in Forschung und Unterricht“ wird. Das Kapitel „Wissenschaftliche Leistungen und Kulturfortschritt im saeculum historicum“ (d. i. also 19. Jahrh.) würde jedenfalls sehr gewonnen haben, wenn es sich auf die großen wissenschaftlichen Errungenschaften beschränkt hätte. Tatsächlich sind alle möglichen, wichtigen und weniger wichtigen Erfindungen und Entdeckungen aneinandergereiht, etwa so, wie in einem Lexikon oder in einer Zeittafel der Erfindungen, nur daß dort die Anordnung nach alphabetischem resp. chronologischem Prinzip erfolgt, während hier die Gruppierung in der Hauptsache nach systematischen Gesichtspunkten geschieht. Weniger, viel weniger wäre hier mehr gewesen; eine allgemeine Zeichnung des Kulturbildes und seiner Wandlungen unter Beschränkung auf das Wichtige und Wesentliche würde dem Leser ungleich wertvollere Belehrung geboten haben. Vollständigkeit selbst des Wichtigen ist zudem trotz dieser Abundanz nicht einmal erreicht. Ich erwähne als ein Beispiel nur, daß, während recht wenig bekannte Physiker genannt sind, *W. H. Dove* in dem ganzen Buche überhaupt nicht vorkommt, wie überhaupt die ganze Meteorologie durch Abwesenheit glänzt, wenigstens in dem Bilde desjenigen Jahrhunderts, in dem sie nach vulgärer Anschauung sich eigentlich erst entwickelt hat, während die im ganzen doch noch recht dürftigen Anfänge aus früheren Jahrhunderten an den betreffenden Stellen erwähnt sind (S. 162 und 191: 18. Jahrh.; S. 125: 17. Jahrh.). Oder ein anderes Beispiel (aus dem 18. Jahrhundert): Bei der „glänzenden Entwicklung der analytischen Mechanik“ (S. 157) ist *Lagrange* nur sekundär und seine „*Mécanique analytique*“ überhaupt nicht erwähnt. Zwar ist von einem Werke die Rede, in dem „die ganze Mechanik ihre vollendetste analytische Entwicklung, gleichsam ihren Abschluß findet“, aber als dieses Werk wird seltsamerweise bezeichnet die „*mécanique céleste* von *Laplace*“, die übrigens den Erscheinungsjahren nach eigentlich überhaupt kaum noch zum 18. Jahrhundert gerechnet werden kann. In

Karl von Raumer's „Geschichte der Pädagogik“ findet sich eine ähnlich seltsame Stelle, da dort, in ähnlichem Zusammenhang wie hier, „die 1788 erschienene *Mécanique céleste* (sic!) von *Lagrange*“ genannt wird (T. III, 4. Aufl., 1873, S. 313 Anm.).

Auch in den dem Unterricht gewidmeten Kapiteln sind mir einige Auslassungen aufgefallen, vor allem die, daß *Jacobi* und *Dirichlet*, die doch einen wissenschaftlich-mathematischen Unterrichtsbetrieb an deutschen Universitäten erst eingeführt haben, an dieser Verdienste willen überhaupt nicht genannt sind. — Die jüngste und umfassende Reformbewegung im gesamten Gebiete des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts hätte, wie mir scheint, eine ausführlichere Behandlung, als geschehen, verdient, zumal über sie doch bereits eine umfangreiche Literatur vorliegt und sie noch immer im Vordergrund der pädagogischen Interessen steht. Traut man dem Register (dem freilich nicht zu trauen ist), so wäre der prominenteste Führer dieser Bewegung, *Felix Klein*, in dem ganzen Buche überhaupt nicht genannt, was freilich nicht zutrifft (s. S. 325, 329, 332). — Immerhin halte ich diejenigen Abschnitte des Buches, die die Entwicklung des Unterrichts betreffen, für die gelungensten und, da sie für das gestellte Thema die wichtigsten sind, so darf man dies als erfreuliche Tatsache verzeichnen. Was z. B. über *Comenius* oder über *Christian Wolff*, den „Vater der mathematischen Schulbücher“, oder über *Silberschlag*, einen der ersten Förderer des Realschulwesens in Preußen, gesagt wird, ist ohne Frage interessant und wertvoll. Aber ist es auch in jeder Beziehung richtig, auch durchaus zuverlässig? Da ich über *Johann Esaias Silberschlag* leidlich unterrichtet zu sein glauben durfte, auch seine Autobiographie vor Jahren einmal gelesen hatte, so erstaunte ich, hier allerlei Dinge von ihm zu hören, die mir bis dahin völlig unbekannt waren; insbesondere hatte ich von dem S. 186 genannten und sodann ausführlich besprochenen Silberschlagschen Buche „Kloster Bergische Versuche“ nie gehört. Aus den ersten besten Nachschlagewerken, dem Heinsiussschen Bücher-Lexikon und der „Allgemeinen Deutschen Biographie“ (Bd. 34, S. 314), mußte ich dann aber sogleich ersehen, daß unser Buch *Johann Esaias Silberschlag* (1721—1791) mit *Georg Christoph Silberschlag* (1731—1790) zu einer Person vereinigt, und daß die genannte Schrift, deren genauer Titel übrigens lautet: „Ausgewählte Klosterbergische Versuche in den Wissenschaften der Naturlehre und der Mathematik“ (Berlin 1768), von dem jüngeren der beiden *Silberschlag* herrührt. Alles, was in dem Pahl'schen Werke über „*Silberschlag*“ gesagt ist (S. 186—197), bedarf wegen dieser Symbiose, zu der die beiden Träger dieses Namens — sie waren wohl Brüder — zwangsweise vereinigt sind, der Revision: ein Teil der ausführlichen Angaben gilt für *Johann Esaias*, ein anderer — und dem Umfange nach sogar der größere — Teil für den weniger bekannten *Georg Christoph Silberschlag*. An der altberühmten Schule von Kloster Bergen bei Magdeburg haben sie beide als Lehrer gewirkt: *Johann Esaias* in den Jahren 1745 bis 1753, *Georg Christoph*, wohl als Nachfolger jenes, von 1753 bis 1762. *Georg Christoph* ist es auch, der Geistlicher in Stendal wurde (vgl. *Pahl*, S. 186) — nach seinem Fortgang von Kloster Bergen. Freilich ist auch *Johann Esaias Silberschlag* in verschiedenen geistlichen Ämtern tätig gewesen und bei seiner Berufung nach Berlin (1769) wurde er nicht nur zum Direktor der Realschule bestellt, sondern zugleich zum Oberkonsistorialrat und Prediger an der Dreifaltigkeitskirche; zu diesen Ämtern übertrug *Friedrich der Große* dem von ihm hochgeschätzten Schulmanne und Gelehrten 1771 noch die Stelle des Referenten für Maschinenwesen und Wasserbau beim neugegründeten Oberbaudepartement.

Der Mangel an Zuverlässigkeit, ein Mangel, der jedem Leser sofort in die Augen springen muß, beeinträchtigt überhaupt den Wert des vorliegenden Buches nicht unerheblich. Ein reiches Material ist hier aus vielerlei Quellen geschöpft und verarbeitet. Aber was ist zuverlässig? In allen Teilen des Buches finden sich Ungenauigkeiten und Versehen. Ob es nun Druckfehler sind oder ob die Mängel dem Herrn Verfasser zur Last fallen: es verschlägt wenig; der Erfolg ist in jedem Falle, daß das Vertrauen des Lesers zu dem Werk erschüttert wird. Hierfür einige Beispiele: Ich greife zunächst heraus einige Angaben über *Leonhard Euler*, denjenigen unter allen Mathematikern vom ersten Range, der in einer Geschichte des mathematischen Schulunterrichts vorzugsweise genannt zu werden verdient, und der daher auch hier zu verschiedenen Malen genannt ist. Außer an den im Register angegebenen Stellen geschieht dies noch S. 159, wo es heißt, *Euler* habe „schon 1727“, also als Zwanzigjähriger, „behauptet, daß die Wärme eine Art Bewegung ist“. Gibt man überhaupt eine Zahl an, so muß sie richtig sein. Nun ist aber die Schrift, in der *Euler* zuerst ausgesprochen hat, daß die Wärme auf Bewegung der kleinsten Teile eines Körpers beruhe, die von der Pariser Akademie gekrönte Preisschrift „*Dissertatio de igne, in qua ejus natura et proprietates explicantur*“, und diese wurde der Pariser Akademie im Jahre 1737 vorgelegt und 1739 resp. 1752 veröffentlicht. — Seite 152 des Pahlischen Buches ist die Rede von *Eulers* Verdiensten um die Schulmathematik, also ein im Rahmen des Buches sehr wichtiges Thema, das sehr wohl eine ausführlichere Behandlung, etwa in Anlehnung an den Vortrag von *P. Stäckel*, „*Eulers* Verdienste um die elementare Mathematik“, Zeitschr. f. mathem. u. naturw. Unterr., Bd. 38, 1907, S. 300–307, vertragen hätte. Wenn aber über *Eulers* Verdienste um das „formale Bezeichnungswesen“ u. a. gesagt wird: „Wir verdanken *Euler* die jetzt gebräuchliche Bezeichnung einer Potenz“, worunter doch wohl die Schreibweise der Potenz verstanden werden soll, so ist dies unrichtig, vielmehr ist diese Schreibweise zuerst von *Descartes* gebraucht, wie übrigens der Herr Verfasser selbst S. 108 bemerkt hatte. — Das S. 155 genannte artilleristische Werk, das *Euler* „übersetzt“ (richtiger wäre: übersetzt und kommentiert) hat, war nicht von „*Robin*“ (S. 157 ebenso geschrieben; im Register fehlt der Name) verfaßt, sondern von *Robins* (*Benjamin*); auch hat *Euler* das Werk nicht ins Französische übersetzt, sondern ins Deutsche. Zwar ist *Euler* durch *Friedrich den Großen* zu dieser Arbeit angeregt, aber trotz aller Vorliebe fürs Französische und trotz aller Abneigung gegen das Deutsche schrieb der große König sogar die eigenen militärischen Schriften dann deutsch, wenn diese der Unterweisung seiner Offiziere dienen sollten. Erst *Eulers* deutsche Ausgabe des *Robins* ist dann von anderer Seite ins Französische und übrigens auch wieder ins Englische übertragen (s. diese verschiedenen Ausgaben bei *Eneström*, Verzeichnis der Schriften *Eulers*, S. 19). Zwei Zeilen nach dieser Übersetzung des *Robins* (S. 155 also) werden *Eulers* „Gutachten über die Salzwerke zu Schöneberg“ erwähnt, während es sich bei jenen Berechnungen *Eulers* um die Saline zu Schönebeck (Elbe) gehandelt hat. Auch sonst hat die Geographie übrigens Ursache, sich über Vernachlässigung zu beklagen; so wird zwei Seiten später der berühmte Versuch, den *Nevil Maskelyne* zur Bestimmung der Erddichte an der Gebirgskette des Shehallien anstellte, bezeichnet als „Schieballion-Versuch“. — Obwohl sich, wie schon gesagt, in allen Teilen des Buches Unrichtigkeiten und Druckfehler finden, beziehen sich die hinten in dem Buche (S. 345) gegebenen „Berichtigungen“ lediglich auf die beiden Seiten 236 und 237, und dennoch genügen selbst für diese bei-

den Seiten die gegebenen Berichtigungen nicht, vielmehr ist z. B. die Fassung der letzten Zeilen auf Seite 236 höchst anfechtbar.

Als einen Vorzug des Buches sehe ich es an, daß allerlei faits divers, die für Kulturgeschichte und Unterrichtsentwicklung interessant sind, in die Darstellung eingestreut wurden und so die Lektüre beleben. Aber auch hier vermag ich nicht überall zuzustimmen. Auf Seite 231 heißt es nach Besprechung von *Erxlebens* Lehrbuch der Naturlehre: „Ferner finden wir bei *Erxleben* die eigentümliche Notiz, daß schon vor *Herschel* der Göttinger Astronom *Tobias Meyer* 1756 den Uranus zuerst beobachtet hatte.“ Darf ein Buch, das der Belehrung dienen will, seinen Lesern ein solches Rätsel aufgeben, noch dazu mit einem Zusatz, der leicht irrtümliche Vorstellungen erwecken kann? In Wirklichkeit ist jene Notiz bei *Erxleben* keineswegs „eigentümlich“, weder in dem Sinne, daß die Behauptung unwahr wäre, noch etwa in dem, daß sie sich allein oder auch nur zuerst bei *Erxleben* vorfände. Der Sachverhalt ist vielmehr kurz der folgende: Nachdem *Wilhelm Herschel* 1781 den Uranus entdeckt hatte, zeigte *Johann Bode*, daß der Uranus wahrscheinlich schon früher mehrfach beobachtet und nur nicht als Planet erkannt war; mehrere Positionen von seitdem vermißten Sternen paßten in dieselbe Bahn, und insbesondere hatte *Tobias Mayer* (nicht *Meyer*) den Uranus im Jahre 1756 gesehen und lange vor ihm übrigens schon *Flamsteed* (1690).

Noch eine Besonderheit des Pahlischen Werkes erfordert einen näheren Hinweis. *Schlömilch* hat einmal in der „Zeitschrift f. mathem. u. naturw. Unterr.“ (Bd. 17, 1886, S. 188) folgende Bemerkung gemacht: „Im vor. Jahrgange . . . finde ich den Namen *Pascal* nach der neuen Orthographie umgeändert in *Paskal*; ich möchte dagegen erinnern, daß jeder Eigennamen ein Privateigentum ist, welches anzutasten niemandem zusteht. . . . Der sel. *Poggendorff* würde sich im Grabe umdrehen, wenn aus ihm ein *Pockendorff* werden sollte.“ *Schlömilchs* Kritik wäre wohl besser unterblieben: es handelte sich nur um dies eine Wort; zudem hatte es an der beanstandeten Stelle nicht „*Paskal*“, sondern „*Paskalsches* Sechseck“ geheißen, und eine derartige Anpassung an die Wandlungen der Orthographie bei einem einen einheitlichen Begriff bezeichnenden Kunstaussdruck ließe sich allenfalls wohl rechtfertigen, ebenso wie man denn auch z. B. „*Kopernikanisches* System“ und daneben etwa „*Copernicus*“ geschrieben findet. Was möchte aber *Schlömilch* wohl erst zu dem vorliegenden Werke sagen! Denn um die Schreibweise der Namen ist es hier ganz besonders übel bestellt, und diese Massenhaftigkeit der Verstöße muß auf den Leser geradezu als eine Nichtachtung gegenüber den zumeist doch recht illustren Trägern jener Namen wirken. *Joseph Fraunhofer* ist auf den Seiten 252 und 253 sechsmal mit Namen genannt, aber nur dreimal ist der Name richtig geschrieben, dreimal falsch: *Frauchenhofer*, und zwar wechseln richtige und falsche Schreibweise stets genau miteinander ab: richtig, falsch, richtig, falsch, richtig, falsch. Den Beschluß bilden dann — zum letzten und siebenten Male — die „*Fraunhoferschen* Linien“. Natürlich findet sich denn auch, wenn auch wohl nur einmal, der von *Schlömilch* beanstandete *Paskal* (p. 237, ohne daß dieser Fehler „berichtigt“ wäre, obwohl diese Seite doch zu den zwei bevorzugten gehört). Ebenso findet man, wenn auch nicht „*Pockendorff*“, so doch dreimal falsch *Poggendorff* und erst hinterher zweimal richtig *Poggendorff* (S. 247/248). Da die unrichtige Schreibweise numerisch überwiegt, so hat der Bearbeiter des Registers, wie man ihm nicht verdenken kann, ihr den Vorzug gegeben. Auf derselben Seite 248 findet sich übrigens noch die Schreibweise

Widemann (statt Wiedemann); ferner einmal *Jakobi*, das andere Mal *Jacobi*. Gemeint ist beide Male der Erfinder der Galvanoplastik *M. H. Jacobi*. Daß er mit dem großen Mathematiker *Jacobi*, seinem Bruder, nicht identisch war, ist weder im Text des Buches, in dem beide verschiedentlich vorkommen, noch im Register irgendwie angedeutet. En passant: Was das Register überhaupt alles zusammenwirft! Den Satz von der Erhaltung des *Stoffes* mit dem von der Erhaltung der *Kraft*; *Lothar Meyer*, den berühmten Chemiker, mit einem anderen (mir unbekannten) *Meyer*; *Darwin*, den Biologen, mit seinem jüngst verstorbenen Sohn, dem Astronomen, usw. Der Titel „*Lorenz*“ des Registers verweist auf die Seiten 216 und 240; an der ersten Stelle ist von einem „Helmstädter Professor *Lorenz*“, an der zweiten von „*Lorenz* in Leiden“ die Rede. Nun heißt aber *Lorenz* in Leiden überhaupt nicht *Lorenz*, sondern *Lorentz* (*Hendrik Antoon*, der berühmte Begründer der Elektronentheorie); dafür heißt freilich der andere *Lorenz* wirklich *Lorenz* (*Johann Friedrich*), war aber wieder kein „Helmstädter“, sondern ein Magdeburger und zeitweilig ein Burger Professor. Eine Zeile nach *Lorentz* wird *Zeemann* genannt (ebenso S. 245 und im Register), der jedoch bekanntlich *Zeeman* heißt. Der Erfinder der hydraulischen Presse heißt nicht, wie das Buch p. 158 angibt, *Bramoch*, sondern bekanntlich *Bramah*. Der p. 259 genannte berühmte Anatom heißt nicht *Gegenbauer*, sondern *Gegenbaur*; „in Berlin wirkte“ nicht *Klaprot* (p. 255), sondern höchstens *Klaproth*. *Thibaud* (S. 216 und Register) heißt *Thibaut*. Seite 119 und entsprechend im Register ist ein *Helvius* genannt; der römische Kaiser dieses Namens soll es wohl nicht sein, und so vermute ich, daß *Hevelius*, der bekannte Danziger Astronom, gemeint ist. Der Seite 175 und 213 genannte Mathematiker und Staatsrechtsforscher, dessen Namen noch heute eine bekannte Bibliothek in Kassel trägt, heißt nicht *Murhardt*, auch nicht *Murchard*, wie das Register will, sondern *Murhard*. An einer ungewöhnlichen Stelle des Registers, nämlich zwischen *Bertin* und *Berzelius*, liest man: „*Bequerel* 248, 254“. Sieht man genauer hin, so findet man, wie zu erwarten, daß auch dieser *Bequerel* sich in zwei Forscher spaltet. *Bequerel* heißt freilich keiner von beiden, sondern beide *Becquerel* (der eine *Antoine César*, 1788—1878; der andere *Henri*, der berühmte Forscher, der 1896 die Radioaktivität der Pechblende fand). Ich könnte noch eine ganze Reihe solcher Unrichtigkeiten hier anmerken, und jeder andere Leser würde vermutlich andere bemerken. Und nicht bloß die Subjekte der Naturforschung müssen sich solche Verstümmelungen oder Verrenkungen gefallen lassen; auch den Objekten geht es gelegentlich nicht viel besser. Da heißt es Seite 257 „*den Stearin*“ und das „*Skandium*“ (*Scandium*); auf derselben Seite „entdeckt“ *Nobel* das Dynamit.

Man sollte in einer Buchbesprechung überhaupt nicht nötig haben, auf solche Kleinigkeiten, wie die Schreibweise von Namen und dergleichen, einzugehen. nicht weil diese Dinge gleichgültig wären, sondern vielmehr, weil ihre Beachtung zu den unerläßlichen und selbstverständlichen Vorbedingungen jedes Buches gehören sollte. Wenn aber so überaus viele Verstöße vorkommen, weit über das Maß hinaus, das der nachsichtigste Kritiker und Leser auf Rechnung des Druckfehlerteufels und anderer finsterner Dämonen zu setzen geneigt ist, dann bleibt nichts anderes übrig, als hierauf nachdrücklich hinzuweisen, und ich habe das hier schon deshalb tun zu sollen geglaubt, um auch hierdurch die unbedingte Notwendigkeit einer gründlichen Durcharbeitung des Buches für den Fall einer Neuauflage zu erweisen. Schließlich ist Sorgfalt und Exaktheit im großen wie im kleinen auch wohl keines Autors geradezu unwürdig, und die Großen sind oft gerade auch in dieser Beziehung

leuchtende Vorbilder gewesen. Der schon oben beiläufig genannte *Berzelius* war über jeden Druckfehler empört, und der deutsche Übersetzer seines Lehrbuchs, *Friedrich Wöhler*, mußte sich ungeachtet des hohen Ranges, den er selbst in der Wissenschaft einnahm, jedes kleine Versehen vorhalten lassen (s. den „Briefwechsel zwischen *J. Berzelius* und *F. Wöhler*“, herausgegeben von *O. Wallach*, Bd. 1, p. 96, 138/139 usw.). Schon auf dem Kopf stehende Typen erregten *Berzelius*' Unwillen (l. c. Bd. 1, p. 703), und wegen verhältnismäßig geringer Fehler ließ er verschiedentlich Bogen, die schon ausgedruckt waren, nochmals drucken (l. c. Bd. 1, p. 363; Bd. 2, p. 337; vgl. a. Bd. 1, p. 570; Bd. 2, p. 52, 345, 661). Im vorliegenden Falle muß wohl irgendein Unstern über den letzten Autorarbeiten gewaltet haben, aber diese Erklärung ändert für den Leser leider nichts an der Tatsache der vielen Unrichtigkeiten und Unzuverlässigkeiten, und der Benutzer des Buches muß diesem daher notgedrungen ein Mißtrauen entgegenbringen, auch da, wo dies vielleicht nicht angebracht ist.

W. Ahrens, Rostock.

Schmidt, R. R., Die diluviale Vorzeit Europas. Unter Mitwirkung von *E. Koken* und *A. Schliz*. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1912/13. Vollständig in acht Lieferungen zu je M. 10,—. 281 S. mit 47 Lichtdrucktafeln und 3 Tafeln im Text. Groß-Folio.

In diesem für die diluvialarchäologische Forschung Deutschlands grundlegenden Werke haben *R. R. Schmidt* die Archäologie, *E. Koken* Paläontologie und Geologie, *A. Schliz* die somatische Anthropologie des deutschen Diluviums behandelt.

Nach einer kurzen Einleitung, welche die historische Entwicklung unserer Kenntnis vom diluvialen Menschen behandelt, wendet sich *Schmidt* dem Eolithenproblem zu. Nach einer möglichst objektiven Darstellung des Für und Wider kommt er zu dem vorsichtig abwartenden Schluß, daß wir keine sicheren Kriterien zur Erkennung sicherer, d. h. von Menschen geschaffener Eolithen haben. Die Eolithfunde Deutschlands erlauben zurzeit keinen Schluß auf deren Altersverhältnisse.

Im folgenden großen Hauptabschnitt behandelt *Schmidt* „Die ältere Steinzeit Deutschlands“, wobei vier Fundgruppen nach der geographischen Lage unterschieden werden. Durch Bilder, Grundrisse und Profile werden die wichtigen Fundstellen dem Leser vor Augen geführt, während der Text alle Funde berücksichtigt. Besonderes Interesse dürfte hierbei der sehr eingehende Abschnitt haben, in dem die paläolithischen Bestattungen der Ofnethöhle behandelt werden, wo einmal 27 und einmal 6 zu einer nestförmigen Gruppe vereinigte Schädel gefunden wurden. Diese Schädel wurden nach *Schmidt* den Gestorbenen abgeschnitten und in ritueller Weise feierlich beigesetzt.

Topographisch sind die Funde in Höhlenfunde und Lößfunde, letztere nur im Rheintal, zu scheiden. Auf Grund der archäologisch-stratigraphischen Untersuchung kommt *Schmidt* zu der S. 966 wiedergegebenen Gleichstellung der geologischen Profile dieser beiden Fundgruppen, die überdies auch gleichzeitig angibt, welche paläolithischen Kulturen in Deutschland vertreten sind.

Die folgenden Abschnitte behandeln in großen Zügen die Entwicklung der paläolithischen Kultur und Kunst in Westeuropa und die gemeinsamen Entwicklungszüge der älteren Steinzeit Deutschlands und Westeuropas. Im einzelnen auf diese interessanten Probleme einzugehen, würde hier zu weit führen, zu ihrem Verständnis ist auch eine genaue Kenntnis der einzelnen Objekte nötig. Es sei deswegen auf das Werk selbst verwiesen.

Damit schließt der archäologische Teil, und es beginnt der geologische, von *E. Koken* bearbeitete. In ihm wer-

Profil der Höhlenschichten		Lößprofil	
Azilien-Tardenoisien	Obere Diluvialschichten	Obere Abteilung des jüngeren Lösses	Hoch- und Spät-Magdalénien
Spät-Magdalénien			
Hoch-Magdalénien mit Lagomys pusillus			
Früh-Magdalénien mit Myodes torquatus	Mittlere Diluvialschichten	Untere Abteilung des jüngeren Lösses	Spät-Aurignacien
Solutréen			
Spät-Aurignacien			
Hoch-Aurignacien			
Früh-Aurignacien	Untere Diluvialschichten	Basis des jüngeren Lösses	Moustérien
Myodes-obensis-Schicht			
Spät-Moustérien			
Früh-Moustérien			
		Älterer Löß	Acheulléen

den ebenso, wie im archäologischen, die einzelnen Fundgruppen und innerhalb derselben die einzelnen Fundplätze gesondert besprochen. Leider fehlt infolge des unerwartet frühen Hinscheidens des Verfassers ein Schlußwort, das geeignet wäre, die Resultate zusammenzufassen. Als für die Chronologie besonders wichtig sei hier zusammenfassend hervorgehoben, daß Solutréen und Aurignacien von zwei Nagetierschichten eingerahmt werden. Die obere mit *Myodes torquatus* wird dem Bühlvorstoß gleich gesetzt, so daß der ganze auf sie folgende Teil des Paläolithikums, Magdalénien und Azylien, in die Nacheiszeit fallen. Das erstere hatte vorwiegend eine Steppenfauna, das letztere eine schon fast ganz rezente Waldfauna. Was vor der oberen Nagetierschicht liegt, vom Moustérien bis Solutréen, hat eine glaziale Fauna und gehört der Würm- (letzten) Eiszeit an. Darum bedeutet die untere Nagetierschicht mit *Myodes obensis* als Leitform den Höhepunkt der Eiszeit. Die Artefakte der Moustérienkultur liegen im Rheintal in der Basis des jüngeren Lösses (vgl. Schichtenprofil S. 401), der somit der Würmeiszeit entspricht. Während der ältere Löß mit Acheulléeneinschlüssen einem Interglazial (Riß-Würm-Interglazial), aber nicht einem Steppenklimate, entspricht.

Im dritten großen Abschnitt behandelt A. Schliz die Anthropologie des Diluvialmenschen Deutschlands. Aus dem älteren Altpaläolithikum liegen nur die altberühmten Neandertalfunde und die Zähne von Taubach vor, aus dem Jungpaläolithikum einige Zähne und vor allen Dingen die schon erwähnten Schädel aus der Ofnethöhle, die hier zum ersten Male eingehend untersucht veröffentlicht werden. Ihre hohe anthropologische Bedeutung liegt darin, „daß sie auf Grund der Bildung des Hirnschädels zwei verschiedenen Rassen angehören, während die Gesichtsbildung bei der Mehrzahl gleich ist“. Außerdem kommen Mischformen vor. Schliz konnte brachykephale, mesokephale und dolichocephale Schädel feststellen. Die erste Abteilung ließ wieder zwei Formen unterscheiden, von denen die eine den früheren Pfahlbauschädeln entspricht. Es sind die Träger dieser Schädel die Vorfahren der Pfahlbaubevölkerung und derjenigen, welche seit den frühesten Zeiten in Südwestdeutschland bis über den Main hinaus gegessen hat.

Die dolichocephalen Schädel zeigen gewisse, wohl auf deszendenter Verwandtschaft beruhende Beziehungen zu den Schädeln von Brunn, Engis und Steeden. Aber die Form ist umgebildet und läßt sich mit keiner anderen dolichocephalen vergleichen. Es liegt hier eine eigene Form vor, die Schliz „alpine Dolichocephalie“ nennt. Dieser eigenartigen Langkopffrasse verdankt der in der Hauptsache alpin-brachykephale Ofnethstamm die dolichocephale Beimischung.

Zum Schluß gibt Schmidt noch eine chronologische Zusammenfassung. Bedauerlicherweise ist dabei auf Seite 264, wo er eine Parallelisierung der Klimaschwankungen nach der letzten Eiszeit im Alpengebiet und Nordeuropa versucht, in der Tabelle die jüngste Phase unten, die älteste oben hin geschrieben, anstatt umgekehrt, wie es sonst mit Recht in dem Werk gehalten ist.

Der Referent hat sich hier auf eine reine Inhaltsangabe beschränkt. Es wäre ja ein leichtes gewesen, von einem anderen Standpunkte aus dies und jenes zu bekritteln. Eine wirklich ernsthafte Kritik wird ja nun im Laufe der nächsten Jahre einsetzen und feststellen, was an dem Werke dauernden Bestand hat. Bis dahin ist und bleibt es die Basis für weitere Forschungen auf dem Gebiet, von der aus weiter gebaut werden soll. Wünschenswert wäre es gewesen, bei den Faunenlisten die Skeletteile aufzuzählen, auf denen sich die Bestimmungen der Tiere aufbauen. Sie hätten ein Urteil über die Zuverlässigkeit der einzelnen angegebenen Tierarten erlaubt.

M. Hiltzheimer, Berlin.

Kleine Mitteilungen.

Drahtlose Telegraphie auf Rettungsbooten. Der Untergang der „Titanic“ wird in der Geschichte der drahtlosen Telegraphie als bedeutsames Ereignis registriert werden müssen. Besonders deutlich war sein Einfluß bei der zweiten internationalen radiotelegraphischen Konferenz in London, da er es veranlaßte, daß so gut wie alle Staaten (und darunter besonders England, das sich bis dahin vollkommen ablehnend verhalten hatte) der auf der vorjährigen Konferenz in Berlin beschlossenen Konvention beitraten. Auf der Londoner Konferenz wurden eine große Anzahl von Beschlüssen gefaßt, die gerade der Sicherheit des Schiffsverkehrs dienen werden: So müssen in Zukunft drahtlose Notrufe jeder Art sofort aufgenommen werden, müssen sich die einen Notruf vernehmenden Stationen hinsichtlich des telegraphischen Verkehrs nach den Wünschen des in Not geratenen Schiffes richten, müssen die großen Bordstationen ununterbrochenen Dienst einrichten und mit der Normalwellenlänge von 600 m während der ersten 10 Minuten jeder Stunde in Hörbereitschaft stehen u. a. m.

Wenn jetzt in einem Aufsatz der *Wireless World* G. E. Turnbull Vorschläge über die Ausrüstung von Rettungsbooten großer Schiffe mit drahtloser Telegraphie macht, so steht auch hier im Hintergrund die Sorge vor derartigen Katastrophen. Die Rolle, die diese Bootstationen bei einem Unglück haben würden,

wäre die folgende. Auf jedem größeren Schiff befindet sich heute ein Haupttelegraphist und ein Gehilfe, die sich im Dienst ablösen. Bei einer Katastrophe wird es die Pflicht des ersten Telegraphisten sein, so lange wie möglich die Hauptstation des Schiffes zu bedienen und durch sie alle in der Nähe befindlichen Schiffe anzufragen und ihnen Ort und Notlage des Schiffes zu melden. Bevor er das Schiff verläßt, macht er alle Stationen darauf aufmerksam, daß sie auf die drahtlosen Rufe der Rettungsboote zu hören haben.

Die Gesichtspunkte, die bei der Ausrüstung derartiger Rettungsbootstationen in Frage kommen, sind die folgenden: Es ist einmal zu beachten, daß die Höhe der auf einem Rettungsboot anzubringenden Antenne sehr beschränkt ist und daß deswegen die Reichweite nur klein sein kann. Weiter ist der zur Verfügung stehende Raum nur sehr klein und ebenso darf das Gewicht der Apparate nur so gering wie möglich sein.

Für die Antennenanlage gibt *Turnbull* verschiedene Methoden an, um ein Drahtgebilde auf einem Boot hochführen zu können. Man kann das Boot mit zwei Masten versehen, die etwa eine Höhe von 10 m haben und die erst nach dem Abstoßen des Bootes aufgerichtet werden, und zwischen denen dann in bekannter Weise der Draht aufgehängt wird. Oder man kann daran denken, einen Draht von einem Drachen in die Höhe nehmen zu lassen. In diesem Fall erhält man wegen der größeren erreichbaren Höhe wesentlich größere Reichweiten. *Turnbull* gibt für beide Fälle folgende Tabellen, die zeigen, welche Reichweiten man dabei erzielen kann.

Bei Benutzung von Masten			Bei Benutzung eines Drachens		
Höhe der Masten	Höhe des Luftdrahtes	Reichweite	Höhe des Drachens	Höhe des Luftdrahtes	Reichweite
10,6 m	7,0 m	40,2 km	45,7 m	22,8 m	130 km
9,1 "	6,1 "	35,4 "	37,0 "	19,0 "	108 "
7,6 "	5,2 "	30,6 "	33,0 "	15,2 "	89 "
6,1 "	4,3 "	24,1 "			
4,6 "	3,0 "	17,7 "			

Trotz dieses Vorteils der Drachenhochführung ist die Methode betriebstechnisch so unzuverlässig und wegen des Gebundenseins an kräftigen Wind in ihrer Anwendung so beschränkt, daß sie kaum in Frage kommt. Als dritte Methode wäre die Benutzung einer Horizontalantenne denkbar. Von dem Rettungsboot wäre eine kleine Boje auszusetzen, die mit einem Seil in konstanter Entfernung vom Boot gehalten wird. An der Boje befindet sich ein kleiner Mast und von seiner Spitze aus geht in spitzem Winkel ein Antennendraht zum Rettungsboot. Diese Anordnung würde aber bei starkem Wellengang vollkommen unbrauchbar sein. Es bleibt daher für eine betriebssichere Ausführung nur die Anordnung mit den feststehenden Masten, die möglichst auf allen Rettungsbooten einzuführen wäre, wie denn auch nach Möglichkeit ein jedes Rettungsboot seine eigenen Sende- und Empfangsapparate haben sollte.

Für die Bedienung derartiger Stationen kämen in erster Linie die beiden Telegraphisten in Betracht. Während der erste Telegraphist, wie erwähnt, so lange wie möglich die Hauptstation des Schiffes zu bedienen hat und diese erst auf den Befehl des Kapitäns verlassen darf und den Dienst in einem der Boote aufnehmen soll, wird der zweite Telegraphist sofort nach dem Niederlassen der Boote in einem derselben untergebracht. Daneben sollten

aber auch alle technischen Offiziere in der Bedienung dieser Stationen ausgebildet werden, so daß in jedem Boot ein Sachkundiger sich befindet. Die Bedienung eines derartigen Apparates ist heute so außerordentlich einfach, daß die Kenntnis der nötigen Handgriffe in kürzester Zeit zu erlernen ist. Um die Übung aufrechtzuerhalten, sollten auf derartigen Schiffen die in Frage kommenden Offiziere unter Leitung eines der Telegraphisten täglich eine kleine kurzdauernde Übung mit den Apparaten zu machen haben. Die Vorschläge *Turnbulls* verdienen, in den Kreisen der Handelsmarine ernste Beachtung zu finden. L.

Die Fauna der salzigen Binnengewässer. Die Kenntnis der Tierwelt, die in den salzigen Gewässern des Binnenlandes lebt, verdient aus verschiedenen Gründen allgemeineres Interesse: in erster Linie liegt der Vergleich mit der Fauna des Meeres nahe, ferner zeigt das Vorkommen der einzelnen Arten in Salzlösungen verschiedener Konzentration die Grenzen, bis zu welchen sie zu leben vermögen, und endlich erscheint es von Interesse zu sehen, welche verschiedenartigen Mischungen der einzelnen Salze sich zu sogenannten „ausgeglichenen Lösungen“ kombinieren können, denn das Verhältnis der Salze zueinander ist in den Salzwässern des Binnenlandes ein ganz anderes als im Meere. Die Untersuchungen *Thienemanns* und seines Schülers *R. Schmidt* (*Verhandl. d. Deutschen Zool. Ges. 1913 und Inaug.-Diss. Münster 1913*) liefern durch systematische Erforschung der Salzwasserfauna Westfalens wichtige Beiträge zur Kenntnis dieser Verhältnisse. Untersucht wurden eine Anzahl der aus den triasischen Steinsalzlagerstätten des Kreidebeckens von Münster entspringenden Salzquellen und die daran anschließenden Salinen und Salzsümpfe. Etwa 120 Tierarten bevölkern diese Örtlichkeiten. Der Artenzahl nach bilden die Mehrzahl Formen, die nur Gäste im Salzwasser sind und sich verbreitet im Süßwasser finden. Solche „haloxene Formen“ vertragen zum Teil recht bedeutende Salzkonzentrationen, z. B. die Schnecke *Limnaea ovata* sowie die Wasserassel (*Asellus aquaticus*) etwa 2,5 %, ein Kleinkrebs (*Simocephalus vetulus*) 5,9 %, und einige vereinzelt Dipterenlarven sogar 10, ja 15 %. Während diese Salzwassergäste der Individuenzahl nach stets zurücktreten, gewinnt eine weitere Gruppe von Arten, die sich auch in Süßwässern findet, in den Salzwässern und selbst bei ziemlich hoher Salzkonzentration eine Massenentwicklung, die anzeigt, daß gerade hier die Lebensbedingungen der Art besonders gut realisiert sind. Zu diesen Formen, die als Salzfreunde, als „halophile Formen“ bezeichnet werden, gehören außer einer Reihe von Dipterenlarven vor allem der Stichling (*Gasterosteus aculeatus*), zwei Arten des Kleinkrebsses *Cyclops* und der Wurm *Lumbricillus lineatus*. Diese Gruppen der Salzfreunde und Salzgäste dürften in mancher Hinsicht die physiologisch interessantesten sein, während die dritte Gruppe der typischen Salztiere oder „Halobien“, die nur in Salzwässern zu finden sind, ein mehr spezielles Interesse bietet. Bei einem Salzgehalt von 2—3 % ist die Fauna noch ziemlich mannigfaltig, bei einem mittleren Gehalt von 10 % treten nur mehr ziemlich wenige Arten, oft freilich in ungeheurer Individuenzahl auf. In Wasser von 12—16 % leben fast nur noch die Larven der Salinenfliege (*Ephydra*), diese aber oft in unglaublichen Mengen, doch bei 20 % sind auch ihre Legionen bis auf wenige Exemplare reduziert und bei etwa 22 % Salz ist das Wasser azoisch. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß fast keine Beziehungen zwischen der Salzwasserfauna der Binnengewässer und jener des Meeres bestehen, nur für zwei von den untersuchten Formen könnte eine Einschleppung aus dem Meere in Frage kommen. Seitdem wir wissen, daß für

die Meerestiere nicht nur eine bestimmte Salzkonzentration, sondern vor allem auch ein festes Verhältnis der einzelnen Salze zueinander zum Leben erforderlich ist, erscheinen die Unterschiede zwischen mariner Fauna und Fauna der salzigen Binnengewässer, selbst wenn deren Konzentration nicht höher ist als jene des Meerwassers, durchaus verständlich, denn in den Salzwässern des Binnenlandes stehen die einzelnen Salze in einem ganz anderen Verhältnis als im Meere. Es läßt sich z. B. aus den Analysen, die Schmidt für einige der untersuchten Gewässer mitteilt, berechnen, daß das Verhältnis gegenüber dem Meere folgende Unterschiede zeigt: Es entfallen auf 1000 Atome Natrium

	Kalium	Calcium	Magnesium
im Meerwasser (3—4 ‰) .	21,2	22,4	120,0
Saline „Gottesgabe“ (4 ‰) .	6,98	17,1	9,6
Solquelle Werl (7,4 ‰) . .	20,4	33,4	9,9

Es besteht besonders ein erheblicher relativer Mangel an Magnesium, bei Saline „Gottesgabe“ auch an Kalium. Da die Zusammensetzung der Salzquellen, Salzseen und Salzsümpfe eine sehr wechselnde ist, so dürfte es sich aus dem verschiedenen Verhältnis der einzelnen Salze erklären, daß in Westfalen bei 22 ‰ Salzgehalt das Wasser azoisch ist, während im Schlamm asiatischer Salzseen noch bei 28,53 ‰ Leben gedeiht. P.

Über den natürlichen Tod der Tiere wissen wir noch sehr wenig, und so ist jede Arbeit auf diesem Gebiet mit Freude zu begrüßen. Bei dem marinen Wurm *Hydroides pectinata* hat Harms (Zoolog. Anzeiger Bd. 40, 1912, S. 117—145) den Verlauf des normalen Absterbens verfolgt, das anscheinend ohne Infektion vor sich geht. Von 560 ausgesucht großen, also vermutlich alten Tieren, starb täglich etwa 1 ‰. Die normale Lebensdauer des Wurmes dürfte etwas über ein Jahr betragen. Sehr interessant ist der Verlauf des Absterbens der einzelnen Gewebe. Die ersten Degenerationszeichen finden sich in den medianen und dorsalen Lappen des Gehirns in den *Ganglienzellen*, gerade dort, wo der große Gefäßnerv für die thorakalen Blutgefäße entspringt. Dann treten Störungen im Blutumlauf ein, und die histologische Untersuchung zeigt, daß die Gefäßwände zerfallen. Hierauf wird der Darm in seinen Bewegungen und in seinem Epithel geschädigt, ebenso die Niere. Lange bleiben noch die Muskeln wenigstens so weit erhalten, daß sie auf Reize noch schwache Kontraktionen zeigen. Im Bereich des Abdomens erfolgt das Absterben segmental, unterbrochen durch Regenerationsversuche der überlebenden Teile, im Thoraxteil dagegen ist die Zentralisation schon etwas weiter gegangen, und er stirbt einheitlich und ziemlich rasch ab, sobald erst die Degeneration auf ihn übergreift. Die Beobachtung, daß Gehirn und Gefäßsystem die ersten Organe sind, an denen die senile Degeneration auftritt, legt den Vergleich mit den senilen Veränderungen dieser Teile beim Menschen nahe. P.

Seit langer Zeit ist bekannt, daß Cellulose (Baumwolle, Holz) durch Einwirkung von Säuren in Glukose (Traubenzucker, Stärkezucker) übergeführt werden kann, aus der nun ohne weiteres Alkohol zu gewinnen ist. Die technische und wirtschaftliche Bedeutung dieser Reaktion liegt klar zutage, und von Zeit zu Zeit geht dann auch durch die Zeitungen die Nachricht, daß es nunmehr gelungen sei, „Zucker aus Holz“ herzustellen (wobei man natürlich an Rohrzucker denkt). Durchweg hat man sich zu dieser Umwandlung der Cellulose der Wirkung von

Schwefelsäure bei erhöhter Temperatur bedient. Dies Verfahren aber liefert — technisch betrachtet — nicht die höchstmöglichen Ausbeuten an Glukose, und für die chemisch wichtige Aufklärung der Reaktion ist es nicht sonderlich ergiebig gewesen, weil sich Zwischenprodukte bilden und eine einfache Verfolgung des Vorganges nicht durchführbar war. Es dürfte deswegen einen in technischer und wissenschaftlicher Beziehung wichtigen Fortschritt bedeuten, daß es R. Willstätter und L. Zechmeister (*Berichte d. deutschen chemischen Gesellschaft* 46 (1913), 2401) gelungen ist, die Umwandlung der Cellulose in Glukose in der Kälte durch eine leicht zu verfolgende Reaktion fast quantitativ zu bewirken. Während die übliche konzentrierte Salzsäure des Handels (sp. G. 1,19 mit 37,6 ‰ HCl). Zellulose nur zerfasert und gelatinisiert, löst eine Salzsäure von mehr als 40 ‰ HCl Cellulose in der Kälte glatt und schnell auf, und in dieser Lösung findet im Verlauf von 1 bis 2 Tagen eine fast quantitative Überführung in Glukose statt. Es gelingt, mit dieser hochprozentigen Salzsäure (vom sp. G. = 1,21) etwa 12 bis 13 ‰ Cellulose (Baumwolle) klar in Lösung zu bringen; Fichtenholz löst sich ebenfalls rasch und hinterläßt dabei 30 ‰ Ligninsubstanz. Nach längerer Zeit färbt sich die Flüssigkeit gelb und scheidet dann dunkelbraune Zersetzungsprodukte ab. Aus den ganz frischen Lösungen läßt sich durch Verdünnen mit Wasser wieder eine Art von Cellulose ausfällen. Da die frische Cellulose in Salzsäure optisch inaktiv ist, während die Glukose in Salzsäure stark nach rechts dreht, so läßt sich der Verlauf der Reaktion im Polarisationsapparat vollständig verfolgen. Die Untersuchung der Umwandlungsreaktion auf optischem Wege und mit anderen analytischen Methoden zeigte nun, daß keineswegs von einer direkten Aufspaltung der Cellulose in Glukose die Rede sein kann. Es bilden sich vielmehr zuerst dextrinartige Zwischenprodukte und daneben oder aus ihnen kompliziertere Zuckerarten, die ihrerseits erst zu dem Endprodukt Glukose führen. Trotz dieses an sich verwickelten Reaktionsverlaufes werden aber nur in ganz geringem Umfange Nebenprodukte gebildet, so daß sich Ausbeuten von 95 bis 96 ‰ der theoretisch möglichen Glukosemengen erhalten ließen; allerdings handelte es sich ja nur um Laboratoriumsversuche. Abgesehen von der direkten Herstellung der Glukose sind die mitgeteilten Beobachtungen auch dadurch möglicherweise von technischem Wert, daß sie ein neues, schnell wirkendes Lösungsmittel für Cellulose kennen gelehrt haben, wofür ja vielfacher Bedarf vorhanden ist; die wissenschaftliche Chemie sieht hier aber einen vielversprechenden Weg zur Erforschung der Konstitution der Cellulose. Kpl.

Die in der elektrischen Meßtechnik allgemein gebräuchlichen **Drehspulinstrumente nach d'Arsonval** leiden in ihrer bisherigen Ausführung an dem Nachteil, daß der volle Skalenausschlag nicht über 90 Grad hinausgehen kann bei einer gleichmäßigen Skalenteilung. J. W. Record hat diesen Nachteil beseitigt, indem er dem Magneten die Form C gibt. In dem Mittelpunkt des Magneten steht die Achse, welche den Zeiger des Instrumentes trägt und auch die Drehspule. Diese ist aber nicht zentral gelagert, wie bei der bisherigen Konstruktion, sondern seitlich an der Achse befestigt, so daß sie den Magneten umschließt, indem ihre eine Seite sich an seiner Außenseite befindet. Durch diese Konstruktion ist es möglich, die Spule über einen Winkel von 300 Grad schwingen zu lassen, und in dieser Ausdehnung eine gleichmäßig geteilte Skala zu erzielen. (*Electrician* 70, 672, 1913.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 41.

10. Oktober 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Über den Gehörsinn des Neugeborenen. Von *Dr. Silvio Canestrini, Graz.* S. 969.

Über Naturschutzbestrebungen in Österreich. Von *Prof. Dr. A. v. Guttenberg, Wien.* S. 972.

Grundfragen der Photometrie. Von *Dr. Richard Pauli, München.* S. 976.

Bericht über die XXI. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Von *G. Dettmar, Berlin.* S. 979.

Über einige chemische Reaktionen der Mikroorganismen und ihre Bedeutung für chemische und biologische Probleme. S. 981.

Der Sinn der Pflanzenmetamorphose bei Goethe. Von *Prof. Dr. Walther May, Karlsruhe.* S. 982.

Zuschriften an die Herausgeber:

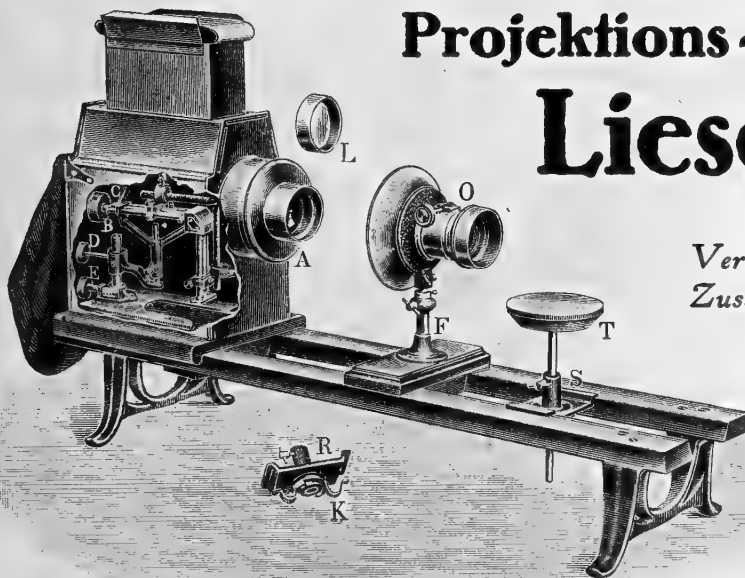
Zu Herrn Dr. v. Liebig's Artikel: Neue Elemente. Von *Dr. H. v. Dechend, Freiburg i. B.* S. 985.

Besprechungen. S. 986.

Astronomische Mitteilungen. S. 990.

Geographische Mitteilungen. S. 990.

Kleine Mitteilungen. S. 991.



Projektions - Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

★

Ed. Liesegang * Düsseldorf

Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomastus-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

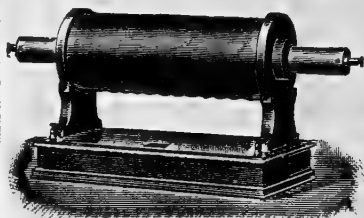
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Universalwiderstand mit zwei Schiebern und zwei Widerstandselementen, die in beliebiger Schaltung und auch unabhängig von einander verwendet werden können

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andern-

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreislste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

KRÖPLIN & STIER BÜTZOW i. M.

Werkstätten für Präzisionsmechanik und Elektrotechnik.

Spezialitäten: Funkeninduktoren, Demonstrationsapparate für drahtlose Telegraphie. Apparate für Hertz'sche Versuche. Tesla-Apparate. Influenzmaschinen usw.

Sonderkonstruktionen und Versuchsmodelle nach Angabe.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite III.

Über den Gehörsinn des Neugeborenen¹⁾.

Von Dr. Silvio Canestrini, Graz.

Als ich bei einem Neugeborenen die Hand auf die große Fontanelle setzte und die Hirnpulse unter meinen Fingern deutlich fühlte, drängte sich mir der Gedanke auf, den Hirnpuls an dieser Stelle graphisch zu registrieren, um dadurch den Einfluß von Reizen, sei es von mechanischen, optischen oder akustischen auf denselben zu studieren.

Gleichzeitig mußte den Erscheinungen der Respiration das Augenmerk zugewendet werden, um

Verfügung stehenden Literatur konnte ich über ähnliche Studien erst vor kurzer Zeit ein Referat von *Bechterew* finden, in dem dieser Autor die Fontanelle des Säuglings zum Studium der Wirkungen der verschiedenen Einflüsse auf die Sinnesorgane mit Ausnahme des Sehvermögens empfiehlt, jedoch liegen meines Wissens wirklich durchgeführte und beschriebene Versuche dieses Gegenstandes nicht vor.

Das von uns bearbeitete Kurvenmaterial wurde später photographiert und die vorliegenden Abbildungen sind photographische Reproduktionen der gewonnenen Photographien.

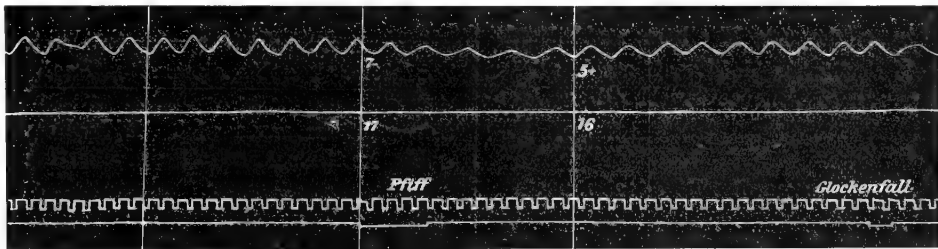


Fig. 1.

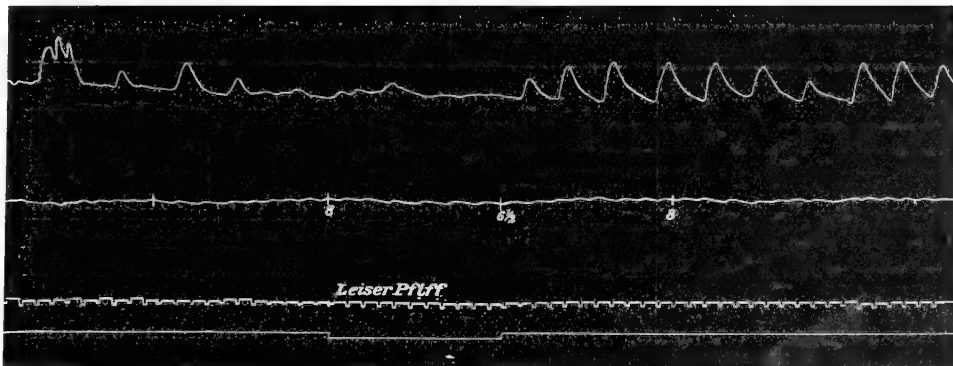


Fig. 2.

die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit der Hirnpulsschwankungen von der Respiration festzustellen.

Als Versuchsobjekte kamen Säuglinge vom ersten bis zum vierzehnten Lebenstage in Betracht.

Die Versuche bestanden darin, daß Reize verschiedener Art in den verschiedenen Sinnesgebieten sowohl während des Schlafes als auch im wachen Zustande gesetzt wurden und der Effekt der gesetzten Reize hinsichtlich des Pulses und der Volumenkurven des Gehirns sowie der allgemeinen Ausdrucksbewegungen der Kinder kurvenmäßig registriert und studiert wurde. Unter der mir zur

Die obere Kurve stellt immer die Respirationsskurve dar, wobei immer getrachtet wurde, den Pneumographen in der Nabelgegend mittels eines Gummibandes zu befestigen, damit auf jeder Kurve dieselbe abdominale Respiration zur graphischen Registrierung käme. Die mittlere Kurve stellt immer die Fontanellekurve dar. Von den zwei unteren Kurven stellt die obere die durch elektrische Uhr genau eingeteilte Zeit dar, jedem Zacken bis zum Anfange des nächsten Zackens entspricht eine halbe Sekunde. Die unterste Linie stellt dagegen die Zeitdauer jedes einzelnen Experimentes mittels eines Markiermagneten dar.

Das Verhältnis zwischen einzelnen Respirationphasen und Pulsschwankungen ist bei normalen Säuglingen 1 : 3, und nach den Kurven konnten

¹⁾ Aus der Monographie: Über das Sinnesleben des Neugeborenen. Von Dr. Silvio Canestrini. Berlin, Verlag Julius Springer, 1913. Mit 60 Figuren im Text und auf 1 Tafel. Preis M. 6.—.

wir beim ruhigen Neugeborenen 40—50 Atemphasen, gegenüber 120—140 Pulszahlen in der Minute feststellen.

Jedenfalls kann es als Regel gelten, daß wir

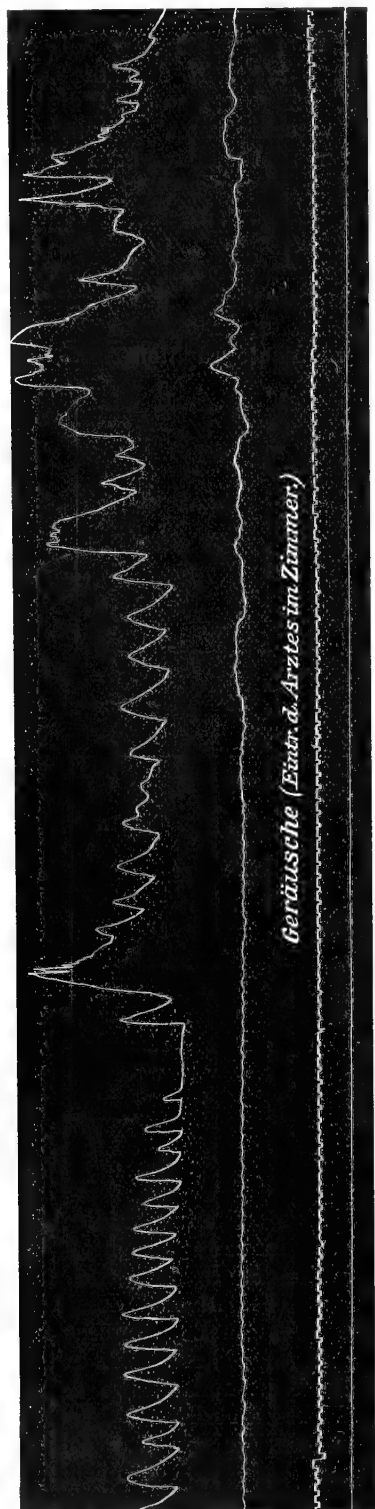


Fig. 3.

←

bei den mit Lustempfindung einhergehenden Affekten des Säuglings ein ruhiges Verhalten beider Kurven zur Folge haben.

Mit Unlustempfindung dagegen vor sich

gehende Reize bringen oft sehr starke Schwankungen beider Kurven zustande, wobei freilich auch die mit den psychischen Affekten im Zusammenhang stehenden aktiven Bewegungen an dem Entstehen dieser graphischen Unruhen der Kurven eine wichtige Rolle spielen. Das ruhige Atmen gibt sich als eine gleichmäßig ansteigende und ebenfalls gleichmäßig absteigende Welle kund, während beim Schreien oder bei aktiven Bewegungen von seiten des Säuglings die Wellen unregelmäßig werden und Veränderungen aufweisen, die wir später sehen werden.

Wenn der Hirndruck plötzlich zunimmt oder rasch abnimmt, wie es beim Schreien der Fall ist, so verschwinden im allgemeinen die einzelnen Hirnpulse, und es resultiert daraus eine Hirndruckkurve, die das Spiegelbild der forcierten Respiration darstellt. Die Hirndruckkurve zeigt gewöhnlich einen Aufstieg bei allen plötzlichen Reizen, durch die wahrscheinlich die Versuchsperson unangenehm betroffen wird. Lustzustände

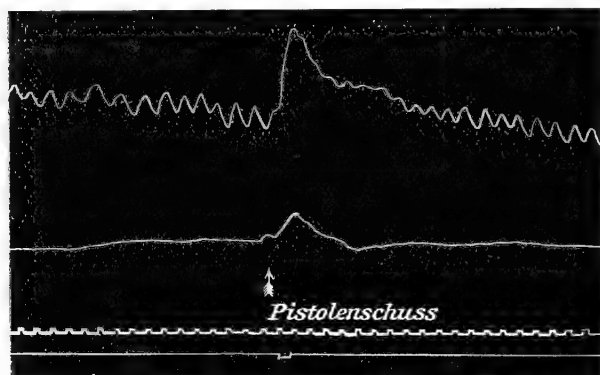


Fig. 4.

dagegen bewirken bei unserem Material leichtes Sinken der Hirndruckkurve, auch wenn die Respirationsskurve wegen anderer Einflüsse oft ein unruhiges Verhalten aufweist.

In unseren Versuchen wurden 279 akustische Einzelreize vorgenommen.

Bei einem schlafenden Säugling (siehe Fig. 1) sieht man während eines 2" dauernden Pfiffes eine Änderung der Respirationsphasen eintreten, und zwar setzt diese Modifikation der Atmungskurve erst am Ende des Gehörreizes ein und dauert längere Zeit, nachdem der Schall schon aufgehört hat; bei Betrachtung der Respirationsskurve sieht man deutlich, wie die einzelnen Wellen niedriger und länger werden. Die einzelnen Hirnpulse nehmen während der ziemlich auffallenden Modifikation der Atmungskurve der Zahl nach ab (16 gegen 17 Pulse in derselben Zeiteinheit).

Bei der Fig. 2 handelt es sich um einen drei Tage alten Säugling, der während des Schlafes und ohne wach zu werden, auf leises Pfeifen hin eine Verflachung der Atmung mit einem deutlichen Längerwerden jedes einzelnen Hirnpulses und als Folge eine geringere Zahl der Pulse aufweist als

während derselben Zeit vor und nach dem Versuche.

Ähnliche Reize sind oft imstande, beim Erwachsenen gewisse Traumvorstellungen auszulösen, z. B. jemand schläft und es fällt im Nebenzimmer etwas auf den Boden; dieser akustische Reiz ist nicht imstande, den Schläfer zu wecken, kann aber in ihm unbewußte assoziierte Vorstellungen auslösen, die eine Traumvorstellung zur Folge haben.

Beim Säugling können natürlich keine solche Träume entstehen, aber die Verlangsamung des Hirnpulses während des Schlafes zeigt deutlich, wie die Sinnessysteme auch während unbewußter Zustände sogar beim Säugling die Zentren für die Vasomotilität und die Respiration zu beeinflussen vermögen.

Lehrreich ist ferner die Fig. 3, wo beim Eintreten einer Person ins Experimentierzimmer (die

Bei der zweimaligen Wiederholung des akustischen Reizes nach 15 Sekunden ist die Reaktion kleiner, obwohl diesmal der Reiz durch eine dreimal längere Zeit anhält. Bei der dreimaligen Wiederholung desselben akustischen Eindruckes zeigt schließlich auch diese Reaktion eine Abstufung gegenüber dem zweiten Versuche.

Dieses allmähliche Kleinerwerden der Reaktion besagt uns, daß beim Säuglinge Bedingungen vorhanden sind, die als Hemmungsimpulse die Amplitude der Reaktionserscheinungen wesentlich zu modifizieren imstande sind; dies belehrt uns aber, daß wir es beim Neugeborenen nicht mit einem Automaten zu tun haben, wo die Wirkung immer der Ursache entspricht, sondern daß wir hier mit viel komplizierteren Verhältnissen zu rechnen haben.

Wenn wir schließlich zu den Kurven über-

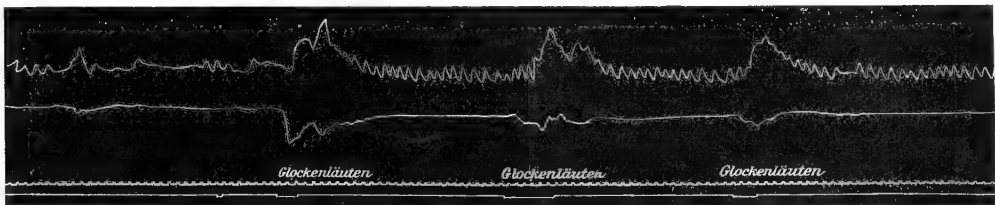


Fig. 5.

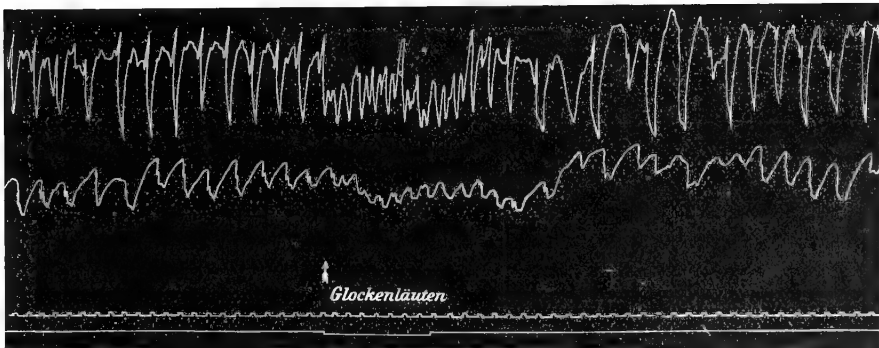


Fig. 6.

Stelle ist durch einen Pfeil markiert) durch das Geräusch des Schließens der Türe und des Gehens ein drei Tage altes Kind in eine lebhafte Unruhe versetzt wird, die besonders anfänglich an der Respirationskurve erkenntlich ist.

Ist der akustische Reiz ein besonders starker und kurzdauernder, wie bei einem Pistolenschuß (aus einer Kinderpistole), siehe Fig. 4, so sieht man einen sofortigen Aufstieg beider Kurven eintreten, die wir vielleicht analog ähnlichen Befunden beim Erschrecken des Erwachsenen auf ein Erschrecken des Säuglings zurückführen dürfen, was auch in Spannung der Bauchdecken und einer sichtlichen Zuckung am ganzen Körper zum Ausdruck kommt.

Lehrreich ist ferner die Fig. 5, wo auf Glockenläuten bei einem im wachen Zustande sich befindenden Säuglinge die Hirnkurve das Spiegelbild der Respirationskurve aufweist.

gehen, welche während des starken Schreiens des Säuglings oder in lebhafter Unruhe desselben aufgenommen wurden, und uns den Einfluß eines akustischen Eindruckes in diesem Gemütszustande betrachten, so fällt ohne weiteres die stark beruhigende Wirkung der sprachlichen oder musikalischen Laute auf; die Kenntnis dieses Umstandes ist Gemeingut aller Mütter und Ammen, welche die ihrer Pflege anvertrauten Kinder beruhigen oder zum Einschlafen bringen wollen.

Man sieht z. B. Fig. 6, am Anfang der Kurve, daß der Neugeborene den Paroxysmus des Zornaffektes aufweist, und zwar hatte er sofort zu schreien angefangen, als man ihm den Kopfpneumographen aufgesetzt hatte.

Wir ließen dort, wo ein Pfeil angebracht ist, durch vier Sekunden eine Glocke läuten und man kann ein sofortiges Sinken beider Kurven konsta-

tieren, was durch drei Sekunden nach dem Aufhören des Läutens noch anhält, um dann wieder dem früheren Zustande zu weichen.

Nachher lassen wir dem schreienden Neugeborenen durch sechs Sekunden ein Kinderspiel, welches aus mehreren kleinen Glocken besteht, erschallen (siehe Fig. 7). Als Folge dieses akustischen Eindruckes sehen wir erst nach drei Sekunden ein starkes Sinken, speziell der Hirnkurve, eintreten, welches nach Aufhören des Schalles sofort wieder in die frühere Unruhe zurückfällt.

Dieser verschiedene Befund beim selben Neugeborenen bedarf einer besonderen Würdigung und wir gehen nicht fehl in der Behauptung, daß im ersten Falle die Stärke des akustischen Reizes das sofortige und durch eine Zeitlang auch später anhaltende Sinken der Kurven bedingt hat, während im zweiten Falle die Intensität des akustischen Instrumentes viel schwächer und deshalb

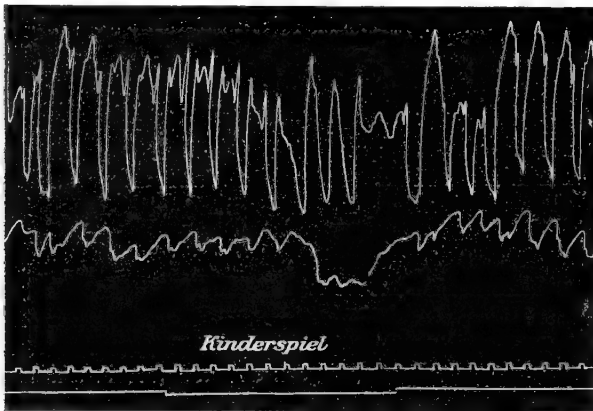


Fig. 7.

eine geraume Zeit nötig war, um die Reizschwelle während des schreienden Affektes zu überschreiten.

Noch mehr als bei den optischen Versuchen regten die Ergebnisse der akustischen Experimente die Frage an, inwieweit sich dem Lust- oder Unlustaffekte des Erwachsenen analoge Erscheinungen beim Säuglinge auch in der Hirnzirkulation und Atmung zum Ausdruck bringen.

Wir wissen aus vielfachen Versuchen (nach der Zusammenfassung von Wundt), daß bei mit Lustgefühl einhergehenden Empfindungen des Erwachsenen der Puls langsamer und die Atmungsgröße kleiner wird, bei denjenigen dagegen, die von einem Unlustgefühl gefolgt sind, der Puls und die Atemexkursionen geschwinder werden. Per analogiam müßten wir beim Säuglinge auf ein unangenehmes Empfindungsäquivalent schließen, da wir oft nach Gehörseindrücken eine Zunahme der Pulsation neben einer gesteigerten respiratorischen Tätigkeit graphisch registrieren konnten.

Meine Ergebnisse des akustischen Reizversuchs beim Säuglinge stehen mit dieser Feststellung vielfach im Einklange.

Die Erscheinungen der Pulsfrequenzzunahme unter gleichzeitiger Abnahme der Atemfrequenz und der Unregelmäßigkeit der Respirationstiefe

sehen wir als eine Erscheinung der Erregung als Aufmerksamkeit beim Erwachsenen eintreten.

Was den unruhigen oder schreienden Säugling betrifft, so geht aus dem Kurvenmateriale hervor, daß im Verhältnisse zur Intensität des Reizes eine frühere oder spätere Beruhigung des Säuglings zustande kommt, was auf einen angenehmen Sinnesindruck deuten würde.

Zu allen Zeiten und bei allen Völkern war es Sitte, daß die Mutter durch Singen, Umhertragen und leises Hin- und Herbewegen ihre Kinder beruhigte (Decker).

„Was ihm gefällt, das ist der Schall an sich, ganz abgesehen von seiner Beschaffenheit, er liebt das Geräusch um des Geräusches willen“ (Compayré).

Es bezieht sich verhältnismäßig die Mehrzahl der negativ ausgefallenen Versuche auf den Schall einer Stimmgabel, auf das Spiel einer Harmonika und auf menschliche Laute, während stärkere Schalleindrücke in der Kurve beinahe immer entsprechende Reaktion aufweisen. Ferner ergibt sich, daß bei 80 % der negativen Versuche die Säuglinge entweder schliefen oder sich im Zornaffekte befanden.

Jedenfalls konnte ich unter den von mir untersuchten Säuglingen nie einen solchen finden, der auf akustische Eindrücke bestimmt reaktionslos gewesen wäre, und zwar kamen von der 6. Stunde nach der Geburt bis zum 14. Lebenstage über 70 Säuglinge zur Untersuchung.

Über Naturschutzbestrebungen in Österreich¹⁾.

Von Prof. Dr. A. v. Guttenberg, Wien.

Sehr geehrte Herren! Es gereicht mir zur besonderen Freude und Ehre, in dieser hochansehnlichen Versammlung über Naturschutz und die Naturschutzbestrebungen in Österreich sprechen zu dürfen. In einer Versammlung von Naturforschern und Ärzten darf man ja des Interesses für diesen Gegenstand von vornherein sicher sein. Hier bedarf es auch nicht erst eines ausführlichen Beweises dafür, daß im Gegensatz zu früheren Zeiten, wo der Mensch sich noch gegen die ihn umgebende übermächtige Natur zu schützen hatte, jetzt, wo der Mensch mehr und mehr die gesamte Natur, Tiere und Pflanzen, Land und Meer, ja in neuester Zeit selbst die Luft zu beherrschen gelernt hat, umgekehrt ein Schutz der Natur gegen allzuweitgehende Ausbeutung, gegen gewinnsüchtige oder mutwillige Zerstörung oft herrlichster Naturerscheinungen durch den Menschen unbedingt notwendig und daß eine kräftige Aktion im Sinne dieses Naturschutzes alsbald einzuleiten sei.

Um dies letztere zu erweisen, brauchen wir nur darauf hinzuweisen, wie sehr schon bisher durch unsere Eingriffe, insbesondere durch rücksichtslose und ungemessene Ausnützung der Naturschätze die

¹⁾ Vortrag bei der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien 1913.

Natur selbst zum Nachteil der Menschheit verändert worden ist, wie zahlreiche der bedeutendsten und schönsten Naturschöpfungen bereits zum Verschwinden gebracht worden oder wenigstens sehr nahe daran sind, zu verschwinden. In Ihrem Kreise, meine sehr verehrten Herren, brauche ich diese Verluste, welche unter dem Einflusse des Menschen bereits eingetreten sind oder welche uns nahe bevorstehen, wenn nicht alsbald diesen bedrohten Naturschöpfungen der erforderliche Schutz zuteil wird, nicht erst im einzelnen aufzuzählen; doch sei es mir gestattet, wenigstens an einzelne besonders markante Fälle zu erinnern. So sind in historischer Zeit die Riesenvögel von Madagaskar und Neuseeland, die Dronten, der Riesenalk Islands seit 1844, die Labradorenten seit 1878 verschwunden; die Stellersche Seekuh, die auf den Behringinseln im Jahre 1742 entdeckt wurde, war als willkommenes Tran- und Fleischlieferant für die vorbeisegelnden Schiffe nach einem Vierteljahrhundert bereits ausgerottet. Unsere großen Wildrinder Ur und Wisent existieren nur mehr in wenigen kleinen Herden, der Elch, dieses allerdings etwas vorsintflutliche Tier, ist, wenigstens in Europa, zur Seltenheit geworden; der Steinbock, der früher in den Hochbergen Salzburgs und Tirols verbreitet war, hat heute nur noch eine einzige Zufluchtsstätte in dem dem König von Italien gehörigen Jagdgebiete des Gran Paradiso; der Biber, dieses hochinteressante Tier, das früher auch unsere Gewässer häufig bewohnte, ist nun aus Österreich gänzlich, aus Deutschland bis auf eine einzige Stelle an der Elbe in der Nähe von Magdeburg verschwunden. Das traurigste und krasseste Beispiel der Ausrottung der Tierwelt durch den Menschen aber bietet der Bison, der sogenannte amerikanische Büffel, der in Herden von Hunderttausenden die Prärien Nordamerikas bevölkert hatte und nun durch den auf ihn gerichteten unglaublichen Massenmord der amerikanischen Jäger und Trapper nur noch in zwei kleinen Herden im großen Naturschutzgebiet des Yellowstoneparks und in jenem von Canada existiert.

Ich darf wohl auch daran erinnern, wie der allzu eifrig betriebene Jagdsport in den Gefilden Inner-Afrikas durch Gesetze eingeschränkt werden mußte, um die gänzliche Ausrottung der dortigen herrlichen Tierwelt, der Elefanten, des Löwen, der Gazellen und Gnus usw. zu verhindern. Ebenso ist im hohen Norden der Bestand einer Anzahl von Tieren, die früher in großer Menge die Eismeeere belebten, teils ebenfalls durch den Jagdsport, hauptsächlich aber der Gewinnung des Trans und sonstiger Produkte wegen bereits stark gefährdet. Auch bei uns aber sind, abgesehen von der Verminderung der Vogelwelt überhaupt, insbesondere die großen Raubvögel, die Geier und der Steinadler, die früher über große Gebiete eine Art Sanitätspolizei ausgeübt hatten, zur großen Seltenheit geworden. Die großen Raubtiere, wie Bär, Luchs und Wolf, sind allerdings mit einem Kulturlande nicht mehr vereinbar, aber auch zahlreichen kleineren Tieren wird, weil sie in der Jagdliteratur als *schädlich*, richtiger sollte es heißen „vorwiegend schädlich“,

charakterisiert sind, vielfach der Vernichtungskrieg erklärt. Unter diesem „Schädlichen“, das auch durch die Jagdgesetzgebung als vogelfrei erklärt ist, befinden sich aber manche unserer schönsten und eigenartigsten Tiere; ich will hiervon nur den Fuchs, den Dachs, die Eichkätzchen, die Adler, Falken, Habichte, Reiher usw. namhaft machen. Man darf hier doch die Frage aufwerfen, ob denn der Mensch berechtigt sei, ganze Tiergattungen nur deshalb auszurotten, weil sie ihm für seine Zwecke als schädlich erscheinen; auch diesen Tieren ist ihre Rolle im Haushalt der Natur angewiesen und mit ihrem Verschwinden würde nicht nur eine Verarmung unserer Tierwelt, sondern auch eine Störung in der Gesamtordnung der Natur eintreten. Man wird dem Jäger und Jagdherrn gewiß nicht zumuten, das Raubzeug überhand nehmen zu lassen; aber mit der Bekämpfung desselben kann doch auch eine gewisse Schonung verbunden sein.

Daß nebst der Tierwelt auch unsere Pflanzenwelt vielfach gefährdet ist, sei es durch die fortwährende Ausdehnung des Kulturbodens, durch das Verschwinden der Wälder, der Moor- und Heideflächen aus manchen Gebieten, sei es durch über-eifriges Sammeln seltener oder besonders beliebter Pflanzen, das nicht selten zur völligen Plünderung ausartet, ist ja allgemein bekannt. In einigen unserer Alpenländer mußten bereits Gesetze zum Schutze solcher seltenen Pflanzen erlassen werden, und wir können darin sowie in der vorerwähnten Beschränkung der freien Jagd in Afrika die ersten Anfänge eines von Staatswegen geübten Naturschutzes erkennen.

Die Ursachen aller dieser für den Naturfreund betrübenden Erscheinungen sind in dem Vorstehenden zumeist bereits angedeutet; es sind dies die mit der zunehmenden Bevölkerung fortschreitende Kultur des Bodens, insbesondere aber die Ausbreitung der Industrie, die industrielle Ausnützung der Naturkräfte und Naturschätze, welche weit mehr und häufiger als die Bodenkultur störende Eingriffe in die Naturschönheit zur Folge hat; es ist zum Teil auch der Jagdsport und selbst die sonst erfreulich zunehmende Ausbreitung der Touristik, letztere durch die damit verbundene Beunruhigung selbst der früher abgelegensten und stillsten Erdwinkel, andererseits aber durch die bereits erwähnte Plünderung der Pflanzenwelt. Auf eine weitere Ursache der einzelnen der schönsten Tiergattungen drohenden Gefahr des gänzlichen Verschwindens möchte ich aber noch hinweisen; es ist dies der durch die Mode und das Schmuckbedürfnis unserer Damen hervorgerufene ungeheure Bedarf an edlem Pelzwerk einerseits und an Schmuckfedern andererseits, welchem geradezu Millionen der herrlichsten Vögel, wie Kolibri, Paradiesvögel und der am meisten begehrten Silberreiher, dann der edelsten Pelztiere, wie Zobel, Nerz, Marder, Seeotter usw., zum Opfer fallen. Die Jagd nach dem Zobel mußte bekanntlich in Rußland für einige Jahre eingestellt werden, um denselben vor gänzlicher Ausrottung zu schützen.

Alledem gegenüber dürfen wir wohl sagen, es sei allerhöchste Zeit, diesen gefährdeten Naturschöpfungen, seien es Tiere oder Pflanzen, schöne Felspartien oder Wasserfälle, den erforderlichen Schutz angedeihen zu lassen, um dieselben auch für eine weitere Zukunft zu erhalten. Und so sind denn aus dieser Erkenntnis das Wort und der Begriff „Naturschutz“ entstanden, und die früher kaum gekannte Ausübung des Naturschutzes erscheint uns heute *als ein ethisches Gebot und als eine berechnigte soziale Forderung*.

Die Erkenntnis der Notwendigkeit des Naturschutzes muß in allen Kreisen der menschlichen Gesellschaft verbreitet, insbesondere schon der Jugend durch Erweckung der Liebe zur Natur eingepflanzt, *der Naturschutz muß zum allgemein geltenden Grundsatz werden*.

Die Frage, wie denn dieser Naturschutz auszuüben sei, möchte ich dahin beantworten, daß wir drei Richtungen dieser Ausübung unterscheiden können; als *allgemeiner Naturschutz*, den eigentlich jedermann auszuüben verpflichtet wäre, wozu aber insbesondere jene berufen sind, die direkt in der Natur wirken, also Jäger, Forst- und Landwirte und dergleichen, dann als *Schutz der Naturdenkmäler* und durch *Schaffung von Naturschutzgebieten* oder Naturschutzparks. Die Anbahnung und möglichste Geltendmachung eines allgemeinen Naturschutzes ist eigentlich eine internationale Aufgabe, und tatsächlich hat sich auch über Anregung des Prof. *Sarasin* in Bern bereits ein internationales Komitee für diesen Zweck gebildet; es wäre aber auch Aufgabe lokaler kleinerer Vereine oder Komitees, für die möglichste Verbreitung und Durchführung der Naturschutzidee zu wirken.

Durch den Naturdenkmalschutz sollen einzelne Gebilde der heimatlichen Natur, wie besonders alte oder schöne oder sonst merkwürdige Bäume und Baumgruppen, seltene Pflanzen- oder Tiergattungen, schöne Felspartien, erratische Blöcke oder Höhlen, dann besondere Landschaftsbilder, wie ein Stück Moor oder Heide, in ihrem Bestande erhalten werden; in den Naturschutzparks aber sollen größere Gebiete in möglichst ursprünglichem Zustande erhalten werden, und es sollen dort die sonst gefährdeten Tiere und Pflanzen eine sichere Zufluchtsstätte finden.

Der Schutz der Naturdenkmale ist in Deutschland, insbesondere in Preußen, von Staatswegen organisiert, die preußische Regierung hat diese Aufgabe in die Hände des berufensten Mannes, des Prof. Dr. *Conwentz*, gelegt. Die einzelnen Naturdenkmäler sind dort bereits festgestellt, inventarisiert und mit den nötigen Schutzmaßregeln umgeben. In Österreich sind wir darin leider noch zurück; es wird dies hier hauptsächlich eine Aufgabe der einzelnen Länder sein, da dieser Schutz der Naturdenkmäler ja eigentlich einen Teil des Heimatschutzes bildet, und in einzelnen Ländern ist wenigstens durch Bildung von Komitees zu diesem Zwecke bereits ein Anfang gemacht. Es ist sehr zu wünschen, daß auch hier dieser Schutz etwa durch eine vom Unterrichtsministerium ausgehende Anregung allgemein und baldigst durch-

geführt würde, denn mit jeder Verzögerung können unwiederbringliche Verluste verbunden sein.

Die Schaffung von Naturschutzgebieten ist schon deshalb berechnigt und notwendig, weil ein vollständiger Naturschutz im allgemeinen heute ganz unmöglich und mit dem Kulturzustande des Landes nicht vereinbar wäre, also einzelne größere Gebiete zum früher genannten Zwecke reserviert werden müssen, wenn man überhaupt irgendwo den Naturzustand erhalten will.

Mit der Schaffung solcher Reservationen sind bekanntlich die Vereinigten Staaten Nordamerikas in großem Stile vorangegangen, wo außer dem bereits genannten Yellowstonepark und jenem im Yosemite noch mehrere solche Schutzgebiete bestehen. Diesem Beispiele folgend, sind dann auch in Canada, in Australien, auf Java, dann in Brasilien und dem Vernehen nach auch am Kongo solche Naturschutzparks festgelegt worden. In dem großartigen Umfange, wie dort, wäre die Schaffung von Naturschutzgebieten bei uns, wo jeder Quadratmeter Boden bereits seinen Besitzer hat und meist mit hohen Kosten erworben werden müßte, nicht möglich; wir müssen uns also mit kleineren Territorien begnügen, die aber doch groß genug sein müssen, um den Charakter einer Landschaft entsprechend zu repräsentieren und die freie Haltung auch größerer Tiere in möglichst natürlichem Zustande zu gestatten.

Wenn wir in Europa Umschau halten, so finden wir zunächst in Schweden mehrere solche Gebiete von zum Teil großer Ausdehnung vom Staate aus durch ein Gesetz für den Naturschutz gewidmet; Frankreich hat unlängst im Dauphiné ein prächtiges Hochgebirgsgebiet als Naturpark in vollen Schutz gelegt; in der Schweiz finden wir ein eben solches im Val Cluoz und Skartal des mittleren Engadin. Dieses letztere Schutzgebiet ist durch die Tätigkeit eines Vereins geschaffen worden; der Bund hat aber dann dessen Erhaltung beziehungsweise die Bezahlung der Pacht an die Gemeinden, in deren Eigentum das betreffende Gebiet gelegen war, übernommen. Für Deutschland und Österreich hat es ebenfalls ein Verein, der Verein „Naturschutzpark“ mit dem Sitz in Stuttgart, übernommen, solche Schutzgebiete zu schaffen. Dieser Verein ist über Anregung deutscher und österreichischer Naturfreunde im Jahre 1909 gegründet worden und zählt bereits über 15 000 Mitglieder. Es ist demselben unter Aufwendung bedeutender Geldmittel und unter hochherziger Förderung seitens des deutschen Kaisers und der preußischen Regierung bereits gelungen, in der Lüneburger Heide einen großen Naturschutzpark zu schaffen, und so die Poesie der Heidelandschaft gegen deren drohende Vernichtung, teils durch landwirtschaftlichen Anbau, teils für industrielle Zwecke, auch den nachfolgenden Generationen zu erhalten.

Eine weitere, ja ursprünglich seine erste Aufgabe hat sich der Verein in der Schaffung eines alpinen Naturschutzparks in einem der österreichischen Alpenländer gestellt. Um dieses Projekt auch in Österreich wirksam fördern zu können,

hat sich im Dezember 1912 ein Zweigverein als „Österreichischer Verein Naturschutzpark“ konstituiert, der übrigens mit dem Hauptverein vollständig Hand in Hand geht.

Für den alpinen Naturschutzpark war ursprünglich ein Gebiet in den Niedern Tauern der Obersteiermark in Aussicht genommen, und hatte der Verein auch bereits einen Teil dieses Gebietes vorläufig auf 5 Jahre von dem Besitzer in Pacht genommen. Die allzu hohen Forderungen für den Ankauf oder die weitere Pachtung dieses Gebietes veranlaßten jedoch den Verein, dieses Projekt aufzugeben, um so mehr, als sich Gelegenheit fand, ein vollkommen entsprechendes Gebiet in den Hohen Tauern Salzburgs mit voraussichtlich weit geringeren Opfern für diesen Zweck zu gewinnen. Dieses Gebiet umfaßt das obere Stubachtal, bekanntlich eines der schönsten Tauerntäler Salzburgs, die davon abzweigende Dorfer Öd und das angrenzende Amerital, welche beiden letzteren Täler als schon jetzt fast unberührt und vom großen Touristenverkehr abgelegen als Schutzgebiete besonders geeignet sind. An Großartigkeit des Hochgebirgscharakters kommt dieses Gebiet jenen der Schweiz und Frankreichs mindestens gleich, zumal dasselbe auch den Pasterzengletscher umfassen und bis auf den Großglockner reichen, also auch in dieses berühmteste Landschaftsstück Kärntens hinübergreifen soll.

Das Gebiet umfaßt schöne, zum Teil noch fast urwaldartige Waldungen, in denen nebst Fichte, Zirbe und Lärche auch Laubhölzer, wie Bergahorn und Ulmen, in schönen Exemplaren vertreten sind, dann eine reiche alpine Flora und Fauna. Der Wildstand an Hochwild, Gamsen und Rehen soll womöglich durch Einbürgerung des Murmeltieres und Steinbocks ergänzt werden. Auch den Steinadler hoffen wir hier wieder heimisch machen zu können. Mehrere Hochgebirgsseen und prächtige Wasserfälle bilden den besonderen Schmuck des Gebietes. Neben lieblichen Talbildern zeigen ausgedehnte Ödflächen und Gletscher dem Beschauer den Ernst der Hochgebirgslandschaft. Wald und Ödflächen sind zumeist im Besitze des Staates, und wir haben begründete Hoffnung, daß uns dieser Besitz in der Ausdehnung von etwa 100 km² von der k. k. Staatsforstverwaltung für längere Zeit pachtweise überlassen werden wird. Die inzwischen liegenden Alpen und sonstigen Privatgründe sind vom Verein zum Teil bereits angekauft, zum Teil aber für den Ankauf in Aussicht genommen.

In diesem Gebiet soll nun in Zukunft jede Waldnutzung unterbleiben, sollen Pflanzen und Tiere vollen Schutz genießen; auch auf die Erhaltung der Gewässer in ihrem natürlichen Verlaufe wäre um so mehr Gewicht zu legen, als zur Gewinnung elektrischer Kraft selbst die entlegensten Hochgebirgswässer immer mehr herangezogen werden und dadurch manches natürliche schöne Landschaftsbild zerstört wird. Leider besteht auch hinsichtlich des Stubachtales schon ein solches Projekt, welches jedoch, falls es überhaupt zur Ausführung kommen sollte, unser Schutzgebiet nur in seinem östlichen Rande berührt.

Damit hoffe ich nun, meine Herren, Ihnen ein Bild unseres künftigen alpinen Naturschutzparks gegeben zu haben. Bei der Vielgestaltigkeit Österreichs, der großen Verschiedenheit der Flora und Fauna im Norden und Süden, im Osten und Westen der Monarchie wäre jedoch ein solches Naturschutzgebiet keineswegs genügend, vielmehr müßten mehrere solche wenigstens zur Vertretung der wichtigsten Typen unserer Naturerscheinungen geschaffen werden. Der „Österreichische Verein Naturschutzpark“ hat nun von solchen zunächst die Schaffung eines zweiten Naturschutzgebietes im Süden der Monarchie, und zwar auf der dalmatinischen Insel Meleda, hauptsächlich zur Erhaltung der dort noch am besten vertretenen, so hochinteressanten „mediterranen Waldflora“ ins Auge gefaßt, wobei dort selbstverständlich auch die sonstige südliche Flora und Fauna geschützt werden soll. Der betreffende Forst in einer Ausdehnung von 2400 ha ist gleichfalls Staatsbesitz, und wir sind also auch hier auf das Entgegenkommen der Staatsforstverwaltung beziehungsweise des hohen k. k. Ackerbauministeriums angewiesen. Wer die Schönheit dieses immergrünen Waldes mit seinen zahlreichen Holzarten, den blühenden Myrten, Erdbeer- und Lorbeerbäumen, den Pistazien und der baumartigen Heide, überragt von Seestrandskiefer und Steineichen, kennt, der wird das Bestreben, dieses Waldbild möglichst urwüchsig erhalten zu sehen, gewiß gerechtfertigt finden. Auch hier kommt dazu eine seltene Schönheit der Landschaft, indem in der Insel zwei waldumgebene Seen eingebettet sind, ferner die herrliche Lage des ehemaligen Klostergebäudes, welches dann den Naturforschern und sonstigen Besuchern einen angenehmen Aufenthalt bieten soll. Wenn auf der bekannten Insel Brioni den zahlreichen Besuchern durch Kunst und Kultur das Schönste unseres Südens geboten wird, so soll auf Meleda die Natur allein in ungestörter Entfaltung dem Freunde derselben entgegentreten.

Aber auch ein dritter größerer österreichischer Naturschutzpark ist bereits in Aussicht genommen; es soll nach Absicht der Bukowinaer k. k. Güterdirektion und ihres obersten Chefs, des Landespräsidenten Grafen Meran, ein Stück des noch bestehenden Bukowinaer Urwaldes nebst der daran stoßenden Hochregion bis zum Gipfel des Rareu in seinem Stande als Naturschutzgebiet erhalten bleiben, ein Entschluß, der von uns allen gewiß nur mit größter Dankbarkeit begrüßt werden würde.

Endlich ist auch in Bosnien das Gebiet des Klekovaca-Gebirgsstockes als ein vierter Naturschutzpark innerhalb unserer Monarchie in Aussicht genommen.

Waldreservationen kleineren Umfanges, zum Teil noch mit vollem Urwaldcharakter, haben wir übrigens in Österreich schon seit langem dem hochherzigen Entschluß einzelner unserer Großgrundbesitzer zu danken, und es ist in neuerer Zeit ein lobenswerter Wettstreit unter diesen darin entstanden, geeignete Stücke ihres großen Waldbesitzes als solche Reservationen für die Zukunft dem Wirken der Natur zu überlassen.

Ich will von diesen nur als die ältesten und bekanntesten den Urwald am Kubany, im Besitze des Fürsten *Schwarzenberg*, und jenen in den Forsten von Grätzen des Grafen *Buquoy*, beide in Böhmen, dann den Rotwald in Niederösterreich im Besitze des Barons *Rothschild* nennen; in neuerer Zeit sind solche Waldreservationen in zum Teil größerem Umfange seitens des Fürsten *Liechtenstein* im Altvatergebirge, des Fürsten von *Hohenzollern* an der böhmisch-bayerischen Grenze, des Fürsten *Karl Auersperg* in Gottschen und andere hinzugekommen.

Auf Anregung des Leiters der Erdbebenwarte in Laibach, des Herrn Professor *Belar*, soll übrigens auch noch ein Karstgebiet am Triglav, das Gebiet der „Sieben Seen“, vollständig in Schutz gelegt werden.

Aus dieser nur knapp gehaltenen Aufzählung mögen Sie, meine Herren, ersehen, daß man auch in Österreich am Werke ist, den so notwendigen Naturschutz zur Tat werden zu lassen.

Unstreitig will damit ein schöner und idealer Gedanke zur Durchführung gebracht werden, indem schöne und große Naturschöpfungen, die als solche uns die Heimat lieb und wert machen, auch für unsere Nachfolger und damit zugleich der Wissenschaft erhalten werden.

Ich kann am Schlusse nur an Sie, meine Herren, die Bitte richten, diese Durchführung auch Ihrerseits, etwa durch Beitritt zu einem der beiden genannten Vereine, bestens zu fördern.

Grundfragen der Photometrie.

Von Dr. Richard Pauli, München.

Zur Frage nach der heterochromen Photometrie¹⁾.

Das Problem der Helligkeitsvergleiche verschiedenfarbiger Lichter ist von Theoretikern und Praktikern vielfach erörtert worden, ohne daß es gelungen wäre, eine befriedigende Lösung dafür zu finden. Keine von den zahlreichen Methoden der heterochromen Photometrie hat sich durchzusetzen vermocht (Flimmerphotometrie, Pupillophotometrie, Sehschärfenmethode usw.). Der Grund liegt einmal in dem Mangel an Genauigkeit, vor allem aber in Schwierigkeiten theoretischer Art. Es bleibt bei allen diesen Verfahren zweifelhaft, ob es wirklich photometrische Methoden sind, d. h. ob das, was durch sie gemessen wird, wirklich die Helligkeit der Lichter ist. Die einzige Möglichkeit zu einem Nachweis dafür ist die Verifizierung durch die Methode des unmittelbaren Vergleiches, der üblichen photometrischen Methode also. Nur dadurch könnte man Gewißheit erlangen, ob z. B. die Flimmererscheinung lediglich von den Intensitätsverhältnissen abhängt, wenn sich

bei einer bestimmten Helligkeitsgleichung die Lichter auch als „flimmeräquivalent“ herausstellten. Nun versagt aber die Methode des direkten Vergleiches bei heterochromer Photometrie, denn Einstellungen auf Gleichheit gibt es dabei nicht, sondern nur auf maximale Ähnlichkeit, und diese letzteren leiden an zu großer Unsicherheit und Ungenauigkeit. Daher ist bekanntlich das Problem der heterochromen Photometrie entstanden, und man sieht, daß es nur von hier aus seine Lösung finden kann. Der Zweck des Folgenden ist deshalb, diejenigen Modifikationen der direkten Helligkeitsvergleiche anzugeben, die nötig sind, um auch bei verschiedenfarbigen Lichtern exakte und einwandfreie Messungen zu gewährleisten.

Das erste Erfordernis ist die richtige Anordnung der Photometerfelder. Beide Flächen müssen so liegen, daß sie bezüglich des zentralen und peripheren Sehens (genauer: Farbensehens) unter gleichen Bedingungen stehen. Dies ist der Fall, wenn die Felder halbkreisförmig sind und ihre Trennungslinie während der Beobachtung fixiert wird (s. Fig. 1).

Eine schwarze, etwa 0,5 mm breite Trennungslinie ist notwendig, um den simultanen Farbkontrast auszuschalten. Letzterer ist besonders

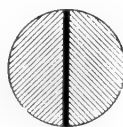


Fig. 1.

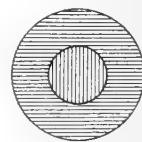


Fig. 2.

störend, wenn das eine Feld ursprünglich weiß (resp. grau) ist und dann in der Gegenfarbe der anstoßenden Fläche erscheint. Dadurch entsteht ein prinzipieller Fehler von unbekannter Größe, der sich nur auf die angegebene Weise ausschalten läßt, und der ausgeschaltet werden muß trotz der anfänglichen Störung, die eine schwarze Trennungslinie für die Beobachtung darstellt: Für heterochrome Photometrie gelten ganz andere, z. T. entgegengesetzte Gesichtspunkte als für die Helligkeitsbestimmung gleichfarbiger Lichter. Hier sind Trennungslinien mit Rücksicht auf die Unterschiedsempfindlichkeit überhaupt zu vermeiden. Diese Forderung verwirklicht u. a. das Photometer von *Lummer-Brodhun*, das gegenwärtig das vollkommenste Instrument seiner Art darstellt. Für heterochrome Photometrie ist es gerade deshalb nicht geeignet; dazu kommt, daß bei seiner Anordnung der Photometerfelder der Kontrast maximal wird (Fig. 2). Die ring- resp. kreisförmige Gestalt derselben bedingt noch den weiteren Nachteil, daß die Flächen verschieden groß sind. Dies sowie die verschiedene Gestalt ist bei verschiedenfarbigen Feldern nicht angängig, da ihre Helligkeit von der Ausdehnung abhängt. Es steht auch dahin, inwieweit durch die Umschlagvorrichtung des Photometers diese Fehler kompensiert werden, da sie in der entgegengesetzten Richtung nicht gleich stark zu wirken brauchen. Ein Photometer also, das für gleichgefärbte Lichter die beste Konstruktion darstellt, kann für heterochrome Photometrie ganz ungeeignet sein. Das gilt besonders

¹⁾ Vgl. hierzu: R. Pauli, Untersuchungen über die Helligkeit und den Beleuchtungswert farbiger und farblosener Lichter. Zeitschr. f. Biol. 1913; ferner W. E. Pauli und R. Pauli, Über objektive Photometrie. Annal. d. Phys. 1913. In diesen beiden Arbeiten sind die experimentellen Belege für die obigen Ausführungen enthalten.

auch für Photometer mit Kontrastwirkung. — Weitere Vorsichtsmaßregeln für heterochrome Photometrie werden durch das Purkinjesche Phänomen notwendig. Zunächst muß der Adaptationszustand geregelt werden: entweder in Gestalt von Helladaptation, die entsprechende Unterbrechung der Beobachtungen im Dunkelzimmer erfordert, oder in Form der Dunkeladaptation, die einen Lichtabschluß von 45 Minuten voraussetzt. Für die Praxis kommt nur der erste Fall in Betracht. Die Beachtung des Adaptationszustandes ist besonders bei blauen und roten Lichtern wichtig, weil bei dieser Kombination die subjektiven Intensitätsänderungen am größten sind. Dieselben erlauben ferner nicht, die Einstellungen in der gebräuchlichen Weise durch Verschiebung des Photometers zu machen; denn dabei ändert sich die Helligkeit beider Lichter und damit auch ihr Helligkeitsverhältnis nach Maßgabe des Purkinjeschen Phänomens. Es muß vielmehr zu einem Rot von bestimmter Helligkeit und Sättigung das zugehörige Grün gesucht werden durch Verschiebung der betreffenden Lichtquelle; nur so lassen sich mit Bezug auf das Purkinjesche Phänomen eindeutige Resultate erzielen. Soviel über die Vermeidung von Fehlerquellen, denen häufig keine Rechnung getragen wird. Die Schwierigkeit und Unsicherheit heterochromer Helligkeitsgleichungen wird indessen davon nicht berührt, sondern bleibt nach wie vor bestehen. Sie läßt sich z. T. durch Einstellungen auf Ungleichheit überwinden, die wesentlich sicherer sind. Stimmt der Mittelwert aus den beiden Ungleichheitsfällen (Gelb gerade heller als Blau und umgekehrt) gut mit der Gleichheit überein, so liegt darin eine Bestätigung für die letztere. Doch ist auch das nur ein brauchbares Hilfsmittel, nicht mehr. Die definitive Lösung bringt erst das folgende Verfahren, das an einem Beispiel erläutert werden soll. Angenommen die Farben der Lichter seien Gelb und Blau, und die Sättigung sei maximal, so werden die Einstellungen selbst dem geübtesten Beobachter Verlegenheit bereiten. Selbst ein Satz gut übereinstimmender Werte ist noch kein Beweis für ihre Richtigkeit, es spielen öfters Zufälligkeiten eine Rolle, wie man sich durch fortgesetzte Ablesungen überzeugen kann. Um diese Schwierigkeit zu überwinden, geht man zu indirekten Bestimmungen des Helligkeitsverhältnisses von Gelb und Blau über. Ein drittes Licht, das grün sein soll, liefert die Proportionen Gelb : Grün und Grün : Blau, aus denen sich dann das Verhältnis Gelb : Blau berechnet, z. B. 1 : 5,30. Wenn der direkte Vergleich 1 : 5,80 ergeben hat, so beträgt die Differenz 10 %. Nimmt man daraus das Mittel (5,55), so verringert sich der wahrscheinliche Fehler um 5 %. Von diesem Vorteil abgesehen, gibt die Übereinstimmung von direkt und indirekt gefundenem Wert Gewißheit für seine Richtigkeit, denn es ist nicht anzunehmen, daß drei Gleichungen untereinander spezifische Fehler enthalten, die sich zufälligerweise bei der Rechnung kompensieren. Zudem kann die Probe noch häufiger und damit noch überzeugender gemacht werden, wenn außer Grün noch ein weißes oder rotes Zwischenlicht verwandt wird. Immerhin ist prin-

zipiell noch der Einwand möglich, auch diese Übereinstimmung sei nicht beweisend, da das eine unsichere Resultat durch andere gerade so unsichere verifiziert werden solle. Dieses Bedenken trifft in der Theorie zu, aber nicht in der Praxis. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß in der Schwierigkeit heterochromer Gleichungen Unterschiede bestehen, je nach der Farbenkombination, um die es sich handelt. Weiß, Rot, Gelb, Grün, Blau sind die Farben, die im wesentlichen für die Photometrie in Betracht kommen; kombiniert man sie zur 2. Klasse ohne Wiederholung, so erhält man 10 Kombinationen: Rot-Weiß, Gelb-Weiß usw. Eine vergleichende Prüfung derselben zeigt, daß sich die Unsicherheit der Einstellung ganz nach dem jeweiligen Farbenpaar richtet in dem Sinne, daß Blau-Weiß und Rot-Weiß (resp. Gelb) spezifisch schwer, Weiß-Gelb und Grün-Gelb z. B. aber spezifisch leicht sind, besonders auch von verschiedenen Beobachtern gleichmäßig eingestellt werden. Die spezifisch leichten Gleichungen dienen nun zur Kontrolle von unsicheren. Mit ihnen entfällt auch der in Rede stehende Einwand: In der Verifizierung schwieriger Beobachtungen durch verhältnismäßig sichere, in der so erzielten Übereinstimmung beobachteter und berechneter Werte liegt in der Tat die Lösung der Frage nach der heterochromen Photometrie. Freilich nur dem Prinzip nach; für die Technik ist das beschriebene Verfahren zu umständlich, es kommt vorläufig nur für wissenschaftliche Untersuchungen in Betracht. Deren wichtigste wird sein, eine der Methoden für heterochrome Photometrie dadurch zu verifizieren und so das Problem auch für die Praxis zu lösen.

Der Beleuchtungswert verschiedenfarbiger Lichter.

W. Siemens hat zuerst auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht, daß jedes Licht einen für seine Farbe spezifischen, von der Helligkeit verschiedenen Beleuchtungswert besitzen könne¹). Unter dem letzteren ist die Schärfe zu verstehen, die mittels einer Lichtquelle erzielt wird. Helligkeitseindruck und Beleuchtungswert stellen demnach zwei verschiedene Maßstäbe für die Bewertung von Lichtern dar, wobei der letztere besonders für praktische Zwecke in Betracht kommt.

Die experimentelle Prüfung dieser Anschauung stößt auf beträchtliche Schwierigkeiten. Von der heterochromen Helligkeitsvergleichen, die dabei vorausgesetzt wird, abgesehen, bedarf es einer exakten Sehschärfenmethode; die gebräuchlichen Sehschärfenverfahren genügen in diesem Falle nicht wegen ihrer Ungenauigkeit. Nur ein einwandfreier Vergleich zwischen den Resultaten beider Methoden kann aber die Frage nach dem Beleuchtungswert und seinen Beziehungen zur Helligkeit beantworten. Fortgesetzte Versuche haben nun gezeigt, daß man auch die Sehschärfbestimmungen

¹) Vgl. zu diesem Artikel die Arbeiten des Verfassers: Die Sehschärfenmethode. Zeitschr. f. Biol. 1912. Ein neues Sehschärfenphotometer. Zeitschr. f. Instrum.-Kunde. 1912. Untersuchungen über die Helligkeit und den Beleuchtungswert farbiger und farbloser Lichter. Zeitschr. f. Biol. 1913.

auf eine ausreichende Genauigkeit bringen kann, wenn nur die Beobachtungen unter konstanten Bedingungen stattfinden und in geeigneter Weise verwertet werden.

Die erste Forderung wird erfüllt durch ein entsprechend konstruiertes Sehschärfenphotometer, dessen wesentliche Einrichtungen kurz erwähnt seien. Fig. 3 stellt das kreisförmige Ge-

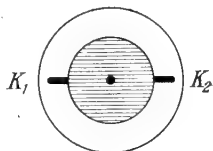


Fig. 3.

sichtsfeld dar, das gleichmäßig von parallelen Linien (0,004 mm Stärke) durchzogen ist. Dieselben eignen sich in diesem Falle besonders als Sehzeichen: einmal wird dadurch die gesamte Retina in Anspruch genommen; ferner spielt bei ihrer Erkennung keinerlei gedächtnismäßige Unterstützung eine Rolle im Gegensatz zu Buchstaben und Figuren. Dieser Fehlerquelle wird weiter vorgebeugt durch die Verstellbarkeit des Gitters, das in einem Drehkörper befestigt ist. Dadurch ist es möglich, die Kenntnis ihrer Lage vor der Beobachtung auszuschließen. Eine Kontrolle über die Richtigkeit der letzteren ermöglichen die Metallknöpfe K_1 , K_2 am Drehkörper, die der Richtung der Linien korrespondieren und von dem Beobachter aufgesucht werden können, wenn er sich im unklaren ist, ob er die Linien richtig erkannt hat oder nicht. In der Mitte des Feldes befindet sich ein Fixationspunkt, der zur Akkommodation dient und Augenbewegungen verhindern soll. Da die Erkennung der Sehzeichen von der Beobachtungsdauer mit abhängt, so ist dieselbe durch einen Momentverschluß von 1 Sek. Expositionsdauer geregelt. In demselben sind einige feine Öffnungen so angebracht, daß der Fixationspunkt bereits vor der Exposition sichtbar und damit eine rechtzeitige Einstellung des Auges möglich ist. Erwähnt sei ferner noch, daß durch eine schwach vergrößernde Lupe auf größte Sehschärfe eingestellt wird, und daß das Auge durch eine Abblendungsvorrichtung vor seitlichem Licht geschützt ist. Dieses Photometer verbürgt eine weit größere Konstanz der Versuchsbedingungen, als dies bei den sonstigen Sehschärfemethoden der Fall ist. Macht man damit in regelmäßig wachsenden Abständen von der Lichtquelle je 10 Beobachtungen und nimmt als Maßstab gleicher Sehschärfe den Punkt, wo gerade alle 10 Fälle noch positiv ausfallen (richtig erkannt werden), so erhält man Resultate, die mit denen von *Lummer-Brodhun* in einem Schwankungsbereich von 5–6 % übereinstimmen. Damit ist allen Forderungen an Genauigkeit genügt, die an eine exakte photometrische Methode gestellt werden müssen. Da das Instrument ein *Richiesches* Gipsprisma enthält, so stellt es zugleich ein Photometer im gebräuchlichen Sinne dar und erlaubt einen Vergleich zwischen den Resultaten der

Methode der gleichen Flächenhelligkeit und der Sehschärfenmethode. Auf die dabei zu beachtenden Vorsichtsmaßregeln, die hauptsächlich mit dem Purkinjeschen Phänomen zusammenhängen, kann hier nicht näher eingegangen werden; es ist vielmehr auf die schon erwähnten Untersuchungen hinzuweisen, wo auch die Frage nach der heterochromen Photometrie näher erörtert ist¹⁾. Die Versuche erstreckten sich auf die Farben: Weiß, Rot, Gelb, Grün und Blau; die letzteren wurden mittels Schottscher Farbenfilter verhältnismäßig rein hergestellt, die Sättigung war nahezu spektral bei mittlerer Helligkeit. Die Aufgabe bestand in der Messung des Helligkeitsverhältnisses je zweier heterochromer Lichter nach den beiden verschiedenen Methoden. Die Resultate stimmten nicht überein. Daraus geht hervor, daß man in der Tat zwischen der Helligkeit und dem Beleuchtungswert (Sehschärfenwert) eines Lichtes unterscheiden muß. Es ergaben sich folgende Zahlen:

Blau : Weiß = 1 : 5,74

Grün : Weiß = 1 : 4,26

Rot : Weiß = 1 : 2,27

Gelb : Weiß = 1 : 1,27

Die Proportionen stellen das Verhältnis der Sehschärfen dar bei gleicher Helligkeit der Lichter. Man sieht, der Beleuchtungswert von Weiß ist maximal, dann folgt Gelb, Rot und Grün, bis mit Blau das Minimum erreicht wird. Die mittlere Genauigkeit der Zahlen beträgt 5 %.

Ihre theoretische Bedeutung liegt in den Rückschlüssen, die sie auf Zahl und Verteilung der Netzhautelemente erlauben, soweit dieselben als Träger bestimmter Farbenempfindungen anzusehen sind. Daraus ergibt sich weiter die wichtige Folgerung, daß die Qualität der Lichtempfindungen bereits durch den Prozeß in den Netzhautelementen bestimmt ist. Größer noch als in theoretischer Beziehung ist die Tragweite dieser Resultate in praktischer Hinsicht: sie stellen einen neuen Maßstab für die Bewertung von Lichtquellen dar, mit dem sich insbesondere die Beleuchtungstechnik zu beschäftigen haben wird.

*Über das Problem einer objektiven Photometrie*²⁾.

Eine objektive Photometrie gibt es bekanntlich nicht. Ihre Aufgabe bestünde in Energiemessungen, auf Grund deren sich die Helligkeit der Lichter bestimmen ließe. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Beziehungen zwischen strahlender Energie und subjektivem Helligkeitseindruck bekannt sind. Gerade diese Bedingung aber ist schwer zu verwirklichen, weil man hier mit der heterochromen Photometrie und ihren Schwierigkeiten zu rechnen hat. Das ist auch der Hauptgrund dafür, daß über die Frage der objektiven Photometrie so wenig Klarheit herrscht. Seither liegt nur eine einzige Untersuchung vor, die sich damit befaßt. *Langley* hat eine Druckschrift mit

¹⁾ Vgl. hierzu den Aufsatz des Verfassers in dieser Zeitschrift.

²⁾ Vgl. zu diesem Artikel: W. E. Pauli und R. Pauli, Über objektive Photometrie. *Annal. d. Phys.* 1913.

Lichtern von verschiedener Wellenlänge beleuchtet und die Energiemengen gemessen, die für gleiche Sehschärfen nötig waren. Es zeigte sich, daß die Größe derselben von der Farbe abhängt, daß z. B. die dem Blaugrün (500 $\mu\mu$) äquivalente Menge von Rot (700 $\mu\mu$) 630 mal größer ist als die erstere. Freilich gelten diese Messungen nicht ohne weiteres für die Helligkeit der Lichter, wie *Langley* meinte; denn nach neueren Untersuchungen ist gleiche Sehschärfe nicht dasselbe wie gleiche Helligkeit. Die Nachprüfung der Langleyschen Werte mit einem Ritchieschen Photometer und unter Beobachtung aller notwendigen Vorsichtsmaßregeln ergab denn auch Resultate, die von den seinigen sehr weit abweichen. Die Energien für ein Rot von 660 $\mu\mu$ und ein Grün von 546 $\mu\mu$ verhalten sich wie 960 : 1, wenn beide Lichter mit einer Genauigkeit von 3 % auf gleiche Helligkeit eingestellt werden. *Langley* dagegen fand das Verhältnis 95 : 1; dieser Unterschied ist nicht allein aus seiner verfehlten Methode zu erklären, sondern auch aus der Unsicherheit der von ihm verwandten Beobachtungen. Dieselben weichen zum Teil um mehrere Hundert Prozent voneinander ab. Eine geeignete Kombination derselben ergibt übrigens eine ähnliche Proportion wie die oben angegebene (960 : 1). Dies Beispiel beweist, daß zunächst einmal sämtliche Angaben von *Langley* einer gründlichen Revision unterzogen werden müssen. Aber auch dann bleibt noch eine wesentliche Frage zu beantworten, mit der die der objektiven Photometrie aufs engste verknüpft ist. Licht von einer Wellenlänge stellt einen Ausnahmefall dar; bei den natürlichen Lichtquellen handelt es sich stets um Gemisch verschiedener Strahlen. Es fragt sich nun, ob die oben erwähnten Zahlen — sie seien Helligkeitswerte genannt — in einer Mischung konstant bleiben oder sich ändern, z. B. in der Art, daß gleichfarbigen Lichtern von gleicher Helligkeit stets gleiche Energiemengen entsprechen, ganz unabhängig von der Art ihrer Zusammensetzung. Nur im letzteren Fall läge eine praktisch durchführbare objektive Photometrie im Bereiche der Möglichkeit. Folgender Versuch indessen zeigt, daß dies nicht zutrifft. Stellt man eine Helligkeitsgleichung her aus einem monochromatischen Licht (Grün von 546 $\mu\mu$) und aus einem zweiten gemischten Licht, das dem ersten auch an Qualität und Sättigung genau gleich ist, aber außer dem gesamten Grün auch das ganze Gelb und Bruchteile von Blau und Rot enthält, so ist das Energieverhältnis 1 : 3,5. Aus der letzten Zahl geht hervor, daß sich in der Mischung ähnliche, wenn nicht dieselben Unterschiede geltend machen, die bei monochromatischen Lichtern als Helligkeitswerte bezeichnet wurden. Der Anstieg von 1 auf 3,5 erklärt sich offenbar aus dem Vorhandensein von rotem Licht, dessen Helligkeitswert bedeutend geringer ist als der von grünem. Man sieht jedenfalls, daß einer Lichtempfindung von bestimmter Intensität und Qualität keineswegs immer dieselbe Energie zu entsprechen braucht, sondern daß sich dieselbe nach der Zusammensetzung des Lichts richtet. Wollte man also die

Helligkeit eines Lichtgemisches objektiv bestimmen, so müßte man dasselbe spektral zerlegen und die Energie jedes Spektralbezirks ermitteln, um daraus mit Hilfe der einzelnen Helligkeitswerte die Gesamtintensität zu finden. Mit anderen Worten: eine objektive Photometrie läßt sich zwar durchführen, aber in einer Form, die für die Praxis nicht in Frage kommt. — Der Versuch mit reinem und gemischtem Grün ist noch aus einem physiologischen Grund von Interesse. Er beweist nämlich, daß die Bedingungen für das Zustandekommen einer Qualität ganz andere sind als die für die Intensität einer Lichtempfindung, und daß dieselben in gewissem Sinne voneinander unabhängig sind, was man bei dem einheitlichen Charakter der Empfindung nicht vermuten sollte.

Eine weitere beachtenswerte physiologische Tatsache ergibt sich, wenn die Rot-Grün-Gleichung einmal bei Dunkeladaptation und dann bei rein zentralem Sehen eingestellt wird. Im letzteren Falle (2 mm Durchmesser des Gesichtsfeldes) ist der Sehpurpur ganz ausgeschaltet, in letzterem (nach $\frac{3}{4}$ Stunden Lichtabschluß) ist er maximal regeneriert. Es ergeben sich auffällige Unterschiede, wie aus folgenden Energieverhältnissen hervorgeht:

$$\text{Grün : Rot} = \begin{cases} 1 : 590 & \text{bei zentralem Sehen,} \\ 1 : 1640 & \text{„ Dunkeladaptation.} \end{cases}$$

Diese Differenz ist aber nicht zufälliger Natur, sondern erklärt sich aus dem Verhältnis der Absorptionskoeffizienten des Sehpurpurs für Grün und Rot, das sich aus den Angaben *A. Königs* berechnen läßt. Die Verhältniszahl ist gleich 3 für ein Gemisch aus Sehgelb und Sehpurpur, das dem Zustand des beobachtenden Auges nach Dunkeladaptation wohl entspricht. Das Produkt aus 3 und 590 ist 1770, ein Wert, der augenscheinlich auf den gefundenen 1640 hinauskommt. Diese Übereinstimmung ist eine schöne Bestätigung der von *König* gefundenen Zahlen. Von neuem wird ferner dadurch die Bedeutung des Sehpurpurs für die Beschaffenheit der Lichtempfindung bewiesen.

Bericht über die XXI. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Von G. Dettmar, Berlin,

Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

In den Tagen vom 17. bis 21. Juni 1913 fand in Breslau die XXI. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker statt. Im Auftrage der Kgl. Staatsregierung hat Herr Geh. Oberregierungsrat *Jacger* vom Ministerium für Handel und Gewerbe daran teilgenommen. Der Herr Oberpräsident und Regierungspräsident waren durch Dezernten vertreten, für die Stadt Breslau erschien Herr Oberbürgermeister *Matting*. Außerdem hatten die Oberpostdirektion, das Kgl. Oberbergamt, die Technische Hochschule, der Provinzialverband schlesischer landwirtschaftlicher Genossenschaften sowie eine größere Anzahl befreundeter Vereine Vertreter entsandt.

Nach den üblichen Begrüßungsansprachen und einer Übersicht des Vorsitzenden des Verbandes, Herrn Wirkl. Geh. Oberpostrat W. *Christiani*, über die Fortschritte des letzten Jahres, hielt Herr Regierungsbaumeister *Usbeck* einen Vortrag über „Die wirtschaftliche Bedeutung des elektrischen Hauptbahnbetriebes“. In demselben wurde zunächst ein geschichtlicher Rückblick über die Entwicklung der elektrischen Zugförderung gegeben und dann die verschiedenen Betriebsarten derselben behandelt. Insbesondere wurden die Vorzüge, welche der elektrische Betrieb gegenüber dem Dampfbetrieb hat, eingehend gewürdigt und dadurch gekennzeichnet, daß eine Zusammenfassung der Stromerzeugung sowie eine rationelle Verwendung der Energiequellen bewirkt wird. Die dadurch zur Verfügung stehende Betriebskraft ermöglicht eine wirtschaftliche Versorgung des den Bahnstrecken umliegenden Teiles des Landes. Im Anschluß hieran erstattete der Unterzeichnete einen Bericht über die Tätigkeit im letzten Geschäftsjahre. Hieraus sei hervorgehoben, daß der Verband zurzeit ungefähr 5300 Mitglieder besitzt. Die Kommissionen desselben haben im letzten Jahre 110 Sitzungen abgehalten und eine größere Anzahl von Arbeiten fertiggestellt, worüber noch nachstehend berichtet wird. Außerdem hat der Verband sich mit der Frage der Ausführung von Starkstromkreuzungen mit Bahnen und mit der Frage der Schadenhaftung elektrischer Anlagen befaßt. Hierzu wurde folgende Resolution einstimmig durch die Jahresversammlung angenommen:

1. Weder durch die Prozeßstatistik, noch die Unfallstatistik ist die Notwendigkeit einer Sondergesetzgebung für elektrische Anlagen nachgewiesen; aus diesem Grunde sind alle auf eine Sonderbehandlung der Elektrizität zielenden Bestrebungen abzulehnen.

2. Wenn eine Modernisierung der Haftpflichtgesetzgebung überhaupt und ihre Anpassung an die Eigenschaften fortgeschrittener Betriebe der Neuzeit erforderlich erscheint, so suche man diese Modernisierung auf der Grundlage einer Änderung des gemeinen Rechtes; jede Fortsetzung der Sondergesetzgebung ist nur geeignet zu schädigen und zu verwirren.

3. Jede Ausdehnung der Haftpflicht des Elektrizitätswerkes auf die Anlagen der Abnehmer ist unbillig und undurchführbar, denn der Stromlieferer ist nicht imstande, die Energie zu kontrollieren, nachdem sie von dem Abnehmer übernommen ist.

Die durch den Verband verwaltete Max-Günther-Stiftung, deren Kapital 500 000 M. beträgt, hat im letzten Jahre ihre Tätigkeit aufgenommen und schon eine größere Anzahl Unterstützungen zur weiteren Fortbildung von Mitgliedern der elektrotechnischen Industrie vergeben. An der Gründung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, welche auf Veranlassung des Verbandes in die Wege geleitet worden ist, hat sich derselbe lebhaft beteiligt. Als eine besondere Errungenschaft des letzten Jahres ist die Anbahnung eines engen Zusammenarbeitens mit den gleichartigen Vereinen Österreichs, Ungarns und der Schweiz zu erwähnen. Es sind Verabredungen getroffen worden, wonach in Zukunft diese 3 Vereine mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker zum Teil gemeinschaftlich vorgehen werden, so daß zu hoffen ist, daß in diesen genannten Ländern in Zukunft möglichst übereinstimmende Beschlüsse gefaßt werden.

Die alle 2 Jahre herausgegebene Statistik der Elektrizitätswerke in Deutschland ist auch in diesem Jahre wieder in Bearbeitung und wird im Oktober erscheinen.

Der Unterzeichnete teilte ferner mit, daß vom 1. Juli ds. Js. ab eine neue Einrichtung getroffen worden ist, wonach ein Abonnement auf die Sonderdrucke von

neuen Veröffentlichungen des Verbandes eingerichtet worden ist. Hierdurch soll eine weitere Verbreitung der Veröffentlichungen des Verbandes erreicht werden. Da der Preis eines solchen Abonnements nur 20 M. beträgt, haben sich schon in kurzer Zeit viele Abonnenten hierfür gefunden.

Bezüglich der finanziellen Lage des Verbandes konnte ein günstiger Bericht erstattet werden, da im letzten Jahre ein Überschuß von ca. 17 500 M. erzielt worden ist. Das Vermögen des Verbandes beträgt zurzeit ungefähr 210 000 M.

Bei dem Bericht über die Arbeiten der Kommissionen zeigte sich, daß die Tätigkeit im letzten Jahre eine außerordentlich umfangreiche gewesen ist. Es ist bei dem Raum, welcher hier zur Verfügung steht, unmöglich, über alle die von den Kommissionen vorgelegten Arbeiten zu berichten. Es seien daher nur die wichtigsten derselben herausgegriffen. Die vor mehreren Jahren aufgestellten Normalien für Freileitungen haben sich bei dem in der letzten Zeit eingetretenen schnellen Ausbau der Überlandzentralen als nicht mehr dem jetzigen Stande der Technik entsprechend erwiesen. Sie sind daher im letzten Jahre einer Neubearbeitung und erheblichen Erweiterung unterzogen worden. Der Entwurf wurde von der Jahresversammlung genehmigt. Ebenso wurde ein neuer Entwurf der Normalien für Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren angenommen, da der vor 4 Jahren zuletzt revidierte Wortlaut der im Jahre 1901 aufgestellten Vorschriften dem heutigen Stande der Wissenschaft und Technik nicht mehr entsprach.

Für den Bau von Hochspannungsapparaten wurden neue Richtlinien aufgestellt und außerdem Leitsätze für die Ausführung von Schutzerdungen beschlossen. Für die gekürzte Untersuchung elektrischer Isolierstoffe wurden Prüfvorschriften ausgearbeitet.

Während der Verband Deutscher Elektrotechniker sich bisher ausschließlich dem Gebiete der Starkstromtechnik gewidmet hat, wandte er sich im letzten Jahre zum ersten Male auch den Schwachstromanlagen zu. Er hat in Gemeinschaft mit dem Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen Deutschlands Leitsätze für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen (Schwachstromanlagen) fertiggestellt und der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt.

Im Jahre 1901 hatte der Elektrotechnische Verein Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz aufgestellt und sie dem Verbandsrat zur Annahme vorgelegt. Hierzu sind nunmehr Erläuterungen und Ausführungsvorschläge ebenfalls vom Elektrotechnischen Verein ausgearbeitet worden und auch diese wurden von der Jahresversammlung in Breslau angenommen.

Nach Erledigung dieser geschäftlichen Angelegenheit wurden 3 Referate erstattet, und zwar zunächst ein solches von Herrn Professor *Ruppel* über Gebäudeblitzschutz. Der Referent wies darauf hin, daß vielfach noch Vorschriften über Gebäudeblitzableiter bestehen, welche deren Herstellung und Unterhaltung erschweren. Infolgedessen ist die Zahl der mit Blitzableitern versehenen Gebäude, namentlich auf dem Lande, viel zu gering. Er zeigte, daß sich überall einfache Blitzableiter leicht und billig herstellen lassen und daß durch deren Verwendung die Verbreitung des Blitzschutzes wesentlich vermehrt werden könnte. Hierfür ist durch die oben erwähnten Erläuterungen und Ausführungsvorschläge zu den Leitsätzen über den Blitzschutz der Weg geebnet worden und es steht zu hoffen, daß nunmehr eine umfangreichere Verwendung des Blitzschutzes eintreten wird.

Das nächste Referat erstatteten die Herren *Weidig* und *Jaentsch* über Koronaerscheinungen an Leitungen. Sie gaben eine Übersicht über die Arbeiten der letzten

Jahre auf diesem Gebiete und die in Frage kommenden Gesetze und Erfahrungswerte. Sie zeigten, daß es danach möglich ist, die Koronaverluste für jeden Fall zu berechnen. Die Referenten gaben auch noch eine Gegenüberstellung der in dieser Weise berechneten Verluste mit den durch Versuche ermittelten Werten.

Herr Dr. *Monasch* referierte über die neueren elektrischen Lichtquellen, indem er die Entwicklung dieses Gebietes in den letzten Jahren behandelte. In der Diskussion hierüber wurde die interessante Mitteilung gemacht, daß seitens der A.E.G. und der Auer-Gesellschaft in kurzer Zeit hochkerzige Lampen auf den Markt gebracht werden, welche nur noch ungefähr $\frac{1}{2}$ Watt pro Kerze verbrauchen.

Am zweiten Verhandlungstage wurden zunächst die Wahlen zum Vorstand und Ausschuß erledigt. Die ausscheidenden Vorstandsmitglieder von *Miller* und *Sieg* wurden für weitere 2 Jahre wiedergewählt und an Stelle der weiter ausscheidenden Herren *Fleischhauer* und *Zapf* wurden die Herren *Montanus* und von *Siemens* neu in den Vorstand gewählt. In den Ausschuß traten an Stelle der ausscheidenden Herren *Dolivo-Dobrowolsky*, *Montanus* und *Singer* die Herren *Fleischhauer*, Dr.-Ing. *Voigt* und *Zapf*.

Hierauf wurde in die Behandlung des Hauptthemas der Jahresversammlung: „Verteilung großer Leistungen auf ausgedehnte Gebiete“ eingetreten. Den einleitenden Vortrag hierzu hielt Herr Professor Dr. *Klingenberg*. Derselbe behandelte die Grundsätze für Berechnung und Bau großer Leitungsnetze und ging dann dazu über, die Einrichtung der großen Kraftanlagen sowie der Unterstationen zu behandeln. Für die Ausführung der Freileitungen werden eingehende Unterlagen gegeben und die Konstruktion der Maste erörtert. Insbesondere wurde auch der Frage der Verwendung von Erdungsseilen Aufmerksamkeit geschenkt. Am Schlusse dieses Vortrages gab Herr *Klingenberg* das Resultat ausführlicher Rechnungen über die wirtschaftliche Spannweite von Leitungen wieder. Hieran schloß sich eine sehr interessante, mehrstündige Diskussion.

Am Nachmittag fanden Besichtigungen industrieller Werke und im Anschluß hieran der historischen Ausstellung der Jahrhundertfeier statt. Am folgenden Tage nahmen viele der Teilnehmer der Jahresversammlung an einem Ausfluge zur Besichtigung der Talsperre Mauer statt, um dann noch im Anschluß daran den Kynast zu besuchen.

Über einige chemische Reaktionen der Mikroorganismen und ihre Bedeutung für chemische und biologische Probleme

Auf dem 8. internationalen Kongreß für angewandte Chemie im September 1912 hat *Felix Ehrlich*, der Direktor des landwirtschaftlich-technologischen Instituts der Universität Breslau, über das vorliegende allgemein interessante Thema eine bemerkenswerte Mitteilung gemacht, die vor kurzem auch in den *Mitteilungen der landwirtschaftlichen Institute der Königlichen Universität Breslau* im 5. Heft des 6. Bandes (Berlin, Verlag von Paul Parey) erschienen ist. Man weiß bereits seit längerer Zeit, daß Mikroorganismen, wie Hefen, Schimmelpilze und Bakterien auf einer großen Zahl anorganischer und organischer Stickstoffverbindungen bei Gegenwart der sonst noch erforderlichen Nährsalze eine normale Entwicklung zeigen. Bis vor wenigen Jahren aber berücksichtigte man die für den Lebensprozeß so wichtigen chemischen Vorgänge bei der Stick-

stoffassimilation dieser kleinsten Lebewesen nicht. Es gelang *F. Ehrlich* zum ersten Male im Jahre 1905¹⁾ die tiefgreifenden chemischen Umwandlungen von Aminosäuren durch gärende und assimilierende Hefe nachzuweisen und dadurch den Mechanismus der *Fuselölbildung* aufzuklären. Der exakte Beweis, daß die natürlich vorkommenden Aminosäuren aber wirklich von gärender Hefe aus der Lösung aufgenommen und auf Eiweiß verarbeitet werden, gelang ihm später mit Hilfe einer sehr geistvollen Gärmethode zur asymmetrischen Spaltung der Racemverbindungen von Aminosäuren durch Hefe²⁾. In fast allen Fällen konnte nach dieser Methode eine Aktivierung der vorgelegten Stickstoffsubstanz erzielt werden, welche die tatsächlich erfolgte Assimilation der optisch-aktiven, in der Natur auftretenden Komponente durch den Hefepilz mit Sicherheit anzeigte. Die gärende Hefe spaltet bei der Assimilation das Molekül der Aminosäuren, indem sie den freierwerdenden Stickstoff in Form von Ammoniak für ihren Eiweißaufbau verwertet, den größten Teil des stickstofffreien Moleküls aber in Form von Alkoholen unverwertet in der vergorenen Lösung zurückläßt. So entsteht aus dem Leucin inaktiver Isoamylalkohol, aus Isoleucin optisch-aktiver d-Amylalkohol, aus Valin Isobutylalkohol, mit anderen Worten, es bilden sich die Hauptbestandteile der Fuselöle, der Hefegärung aus den in großer Menge in jedem Eiweiß vorkommenden Aminosäuren. Auf Grund dieser Ergebnisse konnte Ehrlich damals eine Gärungsgleichung für die Fuselölbildung entwickeln, die folgendem Schema entspricht:



Nun unterliegen jedoch *alle Aminosäuren* einem analogen Abbau durch gärende Hefe, genau wie die Ursubstanzen des Fuselöls, so daß man direkt von einer alkoholischen Gärung der Aminosäuren sprechen kann, die normalerweise stets parallel neben der alkoholischen Gärung des Zuckers verläuft. So läßt sich mit Hilfe der Hefegärung bei Gegenwart von Zucker das Tyrosol³⁾ (p-Oxyphenyläthylalkohol) und das Tryptophol⁴⁾ (β-Indolyläthylalkohol) leicht darstellen. Offenbar haben viele von diesem Alkohol als solche oder in Form bestimmter Ester einen hervorragenden Anteil an dem Zustandekommen des Geschmacks und Aromas der gegorenen Getränke, besonders des Bieres und Weines.

Später konnte *Ehrlich* dann zeigen, daß andere Mikroorganismen, besonders die Schimmelpilze und die wilden hautbildenden Hefen, Aminosäuren nicht nur bei Gegenwart von Zucker angreifen, sondern auch bei Anwesenheit anderer organischer Substanzen. Außer Kohlehydraten können diese Organismen nämlich auch Verbindungen wie *Glycerin*, *Milchsäure*, *Äthylalkohol* und andere Substanzen der Fettreihe als Kohlenstoff- und Energiematerial für ihren Eiweißaufbau verwerten, wobei aus den Aminosäuren die gleichen Abbauprodukte wie bei Gegenwart von Zucker entstehen. Die Beobachtung, daß gewöhnlicher Alkohol bei der Ernährung dieser Mikroorganismen einen vollwertigen Ersatz für Zucker bilden kann, macht es möglich, besonders empfindliche oder sehr leicht lösliche Stoffwechselprodukte aus Aminosäuren in reinerer Form zu isolieren, da bei Verwendung von Alkohol viele häufig die Isolierung störende Nebenprodukte aus Zucker bei der Verarbeitung der Nährlösungen fortfallen. Es sei noch erwähnt, daß bei der Einwirkung von Schimmelpilzen und

¹⁾ Zeitschr. d. Vereins d. deutschen Zuckerind. 55, 539—567 (1905).

²⁾ Biochem. Zeitschr. 1, 8—31 (1906), 8, 438—466 (1908).

³⁾ Biochem. Zeitschr. 18, 391—423 (1903).

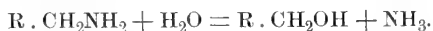
⁴⁾ Ber. Chem. Ges. 44, 139—146 (1911).

ähnlichen Organismen aus Aminosäuren andere Produkte wie bei der Hefegärung entstehen, indem diese Reaktion zur Bildung von Oxyssäuren nach der allgemeinen Gleichung führt:



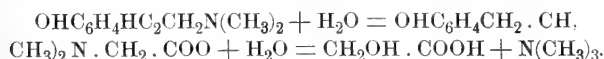
Man kann sogar dieses Verhalten der Schimmelpilze zur präparativen Darstellung der betreffenden Oxyssäuren, z. B. der Oxyphenylmilchsäure, Phenylmilchsäure und Indolmilchsäure, benutzen, die auch bei Anwendung von racemischem Ausgangsmaterial stets optisch aktiv erhalten werden.

Als *Ehrlich* nun später die Umwandlung von primären Aminen durch Hefen und Schimmelpilze untersuchte, fand er, daß diese Verbindungen von wilden Hefen und von vielen Schimmelpilzen fast quantitativ, weniger leicht dagegen von Kulturhefen analog der Aminosäure in Alkohol übergeführt wurden, und zwar nach der Gleichung



Abgesehen von den Kulturhefen, konnte hier ebenso statt Zucker Glycerin, Äthylalkohol als Kohlenstoffnährmaterial dienen.

Bei der Untersuchung tertiärer Amine, wie des Hordenins (p-Oxyphenyläthyltrimethylamin) $p\text{-OH} \cdot C_6H_4 \cdot CH_2CH_2 \cdot N(CH_3)_3$ und des Betains (Trimethylamidoessigsäure) $(CH_3)_3N \cdot CH_2COO$ ergab sich, daß auch in diesem Fall ein Ersatz der Aminogruppe durch die Hydroxylgruppe stattfindet, und daß bei der Assimilation von Hordenin fast quantitativ Tyrosol, bei derjenigen von Betain deutlich nachweisbare Glycolsäure nach den folgenden Gleichungen auftritt:



Auch ringförmige Stickverbindungen und Alkaloide, wie Coniin, Chinin, Cocain, Brucin und Nicotin, reagierten ähnlich mit Mikroorganismen, und wenn es auch noch nicht gelungen ist, aus diesen Lösungen, welche einen vorzüglichen Nährboden für Hefen und Pilze darzustellen scheinen, bestimmte Spaltungsprodukte zu isolieren, so erscheinen doch spätere Erfolge keineswegs ausgeschlossen. Der Angriff der Alkaloide durch die Mikroorganismen erfolgt übrigens je nach den Bindungsverhältnissen des Stickstoffs sehr verschiedenartig; so bildet beispielsweise das Nicotin, das einen leicht aufspaltbaren Pyrrolidinring enthält, eine wesentlich günstigere Stickstoffnahrung für die Pilze als Alkaloide mit fester gefügter Stickstoffgruppe, wie Chinin, Cocain usw.

Mit Recht macht *Ehrlich* vor allem darauf aufmerksam, daß man die verschiedenen chemischen Reaktionen der Mikroorganismen in Zukunft mehr als bisher zur Erforschung organischer chemischer Probleme heranziehen sollte. Die Einrichtungen für solche Experimente sind in jedem chemischen Laboratorium vorhanden oder leicht zu beschaffen, und die Bereitung der Nährlösung wie die Reinhaltung der Mikroorganismen stellen einfache, leicht erlernbare Operationen dar. Vor allem aber kann man vorteilhaft mit sehr geringen Mengen Substanz experimentieren und die relativ niedrigen Temperaturen, bei denen die Einwirkung der Mikroorganismen erfolgt, verbürgen außerdem eine sehr weitgehende Schonung der zu verarbeitenden Substanz und der daraus erhaltenen Produkte. Auch sei erwähnt, daß man mit der Zeit eine Systematik der Mikroorganismen auf chemisch-physiologischer Grundlage wird schaffen können, wobei man als Ausgangspunkt nicht allein das verschiedene biologische Verhalten gegenüber den Kohlenhydraten zu nehmen braucht, sondern vor allem die für die Plasmabildung so wichtigen Eiweißstoffe, ihre Spaltprodukte,

die Aminosäuren und die daraus entstehenden, je nach der Gattung des Organismus verschieden gebauten Stoffwechselprodukte berücksichtigen wird.

H. G.

Der Sinn der Pflanzenmetamorphose bei Goethe.

Von Prof. Dr. Walther May, Karlsruhe.

Goethes Lehre von der Metamorphose der Pflanzen hat in den neueren Arbeiten über die naturforschende Tätigkeit des Dichters eine sehr verschiedene Beurteilung erfahren. Während *Hansen*¹⁾ in Goethes Hypothese eine wissenschaftliche Leistung ersten Ranges sieht, die ihrer Zeit weit vorausseilte, bezeichnet *Kohlbrugge*²⁾ sie als wertlos für alle, die keine Spinozisten sind, als wertlos deshalb, weil sie gar nichts erkläre. Diese Verschiedenheit der Beurteilung hängt mit der verschiedenen Auffassung des Sinnes der Goethischen Metamorphosenlehre zusammen. So klar und eindeutig bei oberflächlicher Betrachtung die Lehre zu sein scheint, daß alle Seitenteile der Pflanze metamorphosierte Blätter sind, so schwer erweist es sich bei tieferem Eindringen in den Gegenstand, eine bestimmte Antwort auf die Frage zu geben, was Goethe unter der Metamorphose des Blattes verstand. Nicht weniger als sechs verschiedene Deutungen sind möglich.

Zunächst können wir die Metamorphose rein begrifflich auffassen. Wir können sagen: alle Seitenteile der Pflanze lassen sich wegen gewisser Ähnlichkeiten in derselben Weise unter den Begriff „Blatt“ bringen wie Eichen, Buchen, Linden usw. unter den Begriff „Baum“. Bei der Entwicklung einer einjährigen Pflanze sehen wir das Blatt zuerst als Keimblatt, dann als Stengelblatt, dann als Kelchblatt, Kronenblatt, Staubblatt und Fruchtblatt. Das Blatt als Begriff wandelt sich vor unserem geistigen Auge, es findet eine begriffliche Metamorphose in unserer Vorstellung, nicht die wirkliche Umwandlung eines Pflanzenteiles in einen anderen statt. Von Metamorphose kann nur im bildlichen Sinne gesprochen werden.

Wir können aber einen Schritt weiter gehen und annehmen, daß dem Begriff „Blatt“ etwas Wirkliches im Grund der Dinge, in der „Gott-Natur“ — um einen Goethischen Ausdruck zu verwenden — entspricht, eine „Idee“ in der Platonischen Bedeutung des Wortes. Diese Idee tritt in den verschiedensten Gestalten in die Erscheinung, bald als Keimblatt, bald als Stengelblatt, bald als Kelch-, Kronen-, Staub- und Fruchtblatt. Hier ist es eine Idee der Natur, die sich metamorphosiert, die Umwandlung vollzieht sich nicht nur subjektiv in unserem Geiste, sondern objektiv in der Pflanze; aber doch haben wir es auch hier nicht mit der materiellen Umwandlung eines sichtbaren Organs, sondern mit einer rein ideellen Metamorphose zu tun, die sich gewissermaßen im Geiste der „Gott-Natur“ abspielt. Diese Auffassung können wir die platonische nennen und mit der rein begrifflichen unter der Bezeichnung „idealistische Metamorphosenlehren“ zusammenfassen.

Ihnen stehen die „realistischen Metamorphosenlehren“ gegenüber. Bei diesen handelt es sich um die materielle Umbildung eines sichtbaren Organs, die mit dem leiblichen Auge verfolgt werden kann. Hier wäre nun zunächst die Auffassung möglich, daß ein fertiges Organ sich in ein anderes, z. B. ein fertiges Blumenblatt sich in ein Staubgefäß verwandelt. Man kann aber auch annehmen, daß alle Seitenteile der Pflanze aus einer gleichartigen mikroskopischen Anlage hervorgehen, die im weiteren Verlaufe der Ausbildung verschiedene Formen an-

nimmt. Diese Anlage kann wieder als eine solche von bestimmtem Charakter, als eine Laubblattanlage, oder als eine indifferente Anlage, ein „Phylloem“, aufgefaßt werden. Bei allen diesen Annahmen wird die Metamorphose ontogenetisch gedacht, sie vollzieht sich im Verlaufe der individuellen Entwicklung der Pflanze. Wir können daher die drei Möglichkeiten: Umbildung eines fertigen Organs, Umbildung einer Laubblattanlage, Umbildung einer indifferenten Anlage als „ontogenetische Metamorphosenlehren“ bezeichnen.

Ihnen schließt sich die „phylogenetische Metamorphosenlehre“ als zweite Hauptgruppe der realistischen Auffassungen an. Nach ihr geht die Metamorphose nicht in der individuellen Entwicklung der einzelnen Pflanze vor sich, sondern im Verlaufe der Pflanzengenerationen. Was uns heute als Kelchblatt, Kronenblatt, Staubblatt, Fruchtblatt entgegentritt, ist früher einmal bei einem weit zurückliegenden Vorfahren Blatt im engeren Sinne, Laubblatt oder, wenn man will, „Urblatt“ gewesen.

Alle diese möglichen Auffassungen sind nun von den verschiedenen Autoren *Goethe* zugeschrieben worden. Wenn *Humboldt*³⁾ in seinem „Kosmos“ von der Metamorphosenlehre *Goethes* sagt, sie entspreche unserem Bedürfnis nach einem idealen Zurückführen der Formen auf gewisse Grundtypen, so scheint er sie rein begrifflich zu deuten. Und dasselbe tut wohl *Helmholtz*⁴⁾, wenn er sagt, das Blatt erscheine bald als Keimblatt, bald als Stengelblatt, bald als Kelchblatt usw. in derselben Weise, wie sich die vordere Extremität der Wirbeltiere bald zum Arm, bald zur Flosse, bald zum Flügel usw. entwickle. Auch *Chamberlain*⁵⁾ huldigt anscheinend dieser Auffassung, wenn er schreibt, wir sollten uns im Geiste ein ideelles Organ denken, das einmal als Staubwerkzeug, ein anderes Mal als Kronenblatt, ein drittes Mal als Laubblatt erscheint.

Andere Schriftsteller haben *Goethe* eine platonische Naturauffassung zugeschrieben. So spricht *Kirchhoff*⁶⁾ geradezu von einem die Pflanze belebenden Genius, der einen ihm vorschwebenden Typus beständig neue Formen annehmen läßt, er spricht von der Manifestation, der Inkarnation, ja der Seelenwanderung des Blatttypus. In demselben Sinn bezeichnet *Potonié*⁷⁾ die Metamorphose *Goethes* als die Mannigfaltigkeit, in der uns die Ideen im Sinne *Platons* sinnlich entgegenreten. Ausführlich haben *Jordan*⁸⁾ und *Goebel*⁹⁾ diese Auffassung durch Zitate aus *Goethe* zu begründen versucht. Ihnen schließt sich *Kohlbrugge*¹⁰⁾ an, der die Goethische Metamorphose einen rein geistigen Akt nennt, die Darstellung der Gedankenentfaltung in der Gottnatur, vergleichbar dem Denkprozeß des Künstlers, der organische Formen zur Dekoration von Gebäuden verwendet.

Eine dritte Gruppe von Autoren hat dagegen *Goethes* Metamorphose realistisch gedeutet, bald als Umbildung eines fertigen Organs, wie *Alexander Braun*¹¹⁾, bald als Umwandlung einer mikroskopischen Laubblattanlage, wie *Hansen*¹²⁾, bald als Umbildung einer indifferenten Anlage, wie anscheinend *Kalischer*¹³⁾, und bald als phylogenetische Umbildung des Blattes, wie *Haeckel*¹⁴⁾ und bis zu einem gewissen Grade *Sachs*¹⁵⁾.

Wie ist eine solche Verschiedenheit der Meinungen möglich? Die nächstliegende Antwort auf diese Frage ist wohl die, daß *Goethe* selber sich unbestimmt, mehrdeutig, unklar ausgedrückt hat. In der Tat gelangen wir bei einer aufmerksamen Lektüre der Goethischen Schrift zu diesem Ergebnis. Man kann aus ihren Sätzen Verschiedenes herauslesen, und die Ansicht *Hansens*¹⁶⁾, daß *Goethe* das Wort Metamorphose in der Botanik zu einem eindeutig bestimmten Begriff erhoben habe, muß daher entschieden zurückgewiesen werden. Nur mit Mühe können wir aus den oft dunklen Lehrsätzen des Dichters an-

nähernd das herauslesen, was ihm im Grunde bei seiner Metamorphosenidee vorschwebte.

Die wenigsten, oder besser gesagt gar keine Anhaltspunkte bietet seine Schrift für die phylogenetische Deutung. Die Frage der Speziesumwandlung wird in der Arbeit über die Pflanzenmetamorphose überhaupt nicht berührt. Und ebensowenig begründet ist die Ansicht, daß *Goethe* an die Umbildung eines fertigen Pflanzenteiles gedacht habe. Höchstens der erste Paragraph seiner Abhandlung ließe sich dafür in Anspruch nehmen, alles andere spricht dagegen, besonders eindringlich der Satz: „Wir können ebensogut sagen, ein Staubwerkzeug sei ein zusammengezogenes Blumenblatt, als wir von einem Blumenblatt sagen können, es sei ein Staubgefäß im Zustande der Ausdehnung“¹⁷⁾. Es muß also ein gemeinsames Grundorgan sein, das sich umbildet.

Daß *Goethe* dieses Grundorgan rein begrifflich aufgefaßt habe, könnte zwar aus einzelnen seiner Äußerungen geschlossen werden, aber andere widersprechen dem so entschieden, daß auch diese Ansicht nicht aufrechterhalten werden kann. So spricht *Goethe* von den Kräften, „durch welche die Pflanze ein und dasselbe Organ nach und nach umbildet“¹⁸⁾, verlegt also die Metamorphose in die Pflanze selbst. Und auch die Worte: „Der Forscher kann sich immer mehr überzeugen, wie Wenig und Einfaches, von dem ewigen Urwesen in Bewegung gesetzt, das Allermannigfaltigste hervorzubringen fähig ist“¹⁹⁾ können wohl nur im Sinne einer objektiven Metamorphose gedeutet werden.

Es bleibt nun aber immer noch die Frage zu beantworten übrig, ob *Goethe* das zugrunde liegende Einfache ideell oder reell, als eine Idee im Platonschen Sinne oder als eine mikroskopisch nachweisbare Anlage, sei es nun eine Laubblattanlage oder eine indifferente Anlage, aufgefaßt hat.

Die Beantwortung dieser Frage ist nicht leicht. Ja, sie ist deshalb fast unmöglich, weil *Goethe* zu der Zeit, als er die „Metamorphose der Pflanzen“ schrieb, sich selber des Unterschiedes von Idee und Erfahrung nicht bewußt war. Sein berühmtes Gespräch mit *Schiller* lehrt uns, daß er Ideen mit Augen zu sehen glaubte, wie er ja auch die Urpflanze, d. h. die Idee der Pflanze, unter den wirklichen Pflanzen suchte. In der Metamorphosen-schrift fallen daher idealistische und realistische Auffassung bis zu einem gewissen Grade zusammen, und es kann sich für uns wesentlich nur darum handeln, festzustellen, welche von beiden sich später als der tiefste Sinn der Goethischen Lehre entpuppte, als der Dichter über den Unterschied von Erfahrung und Idee ins klare kam.

*Hansen*¹²⁾ hat sich in seinem schönen Werk die größte Mühe gegeben, nachzuweisen, daß *Goethe* an die materielle Umbildung einer mikroskopischen Anlage, und zwar einer Laubblattanlage, gedacht habe. Für diese Ansicht läßt sich vor allem die Tatsache geltend machen, daß *Goethe* materielle Ursachen der Metamorphose annahm, daß er die Umwandlung der Teile auf eine Verfeinerung der Säfte zurückführte. Mit einem gewissen Recht sagt *Hansen*²⁰⁾, das durch reale Ursachen veränderte Grundorgan müsse selbst real sein. Andererseits aber ist es doch höchst auffallend, daß *Goethe* nie von dem mikroskopischen Würzchen, als das alle Seitenteile der Pflanze anfangs auftreten sollen, spricht, daß er die Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane ganz außer acht läßt und nirgends den Vorschlag macht, man solle mit Hilfe des Mikroskops nach der von ihm hypothetisch angenommenen gleichartigen Blattanlage suchen. Schon deshalb läßt sich daran zweifeln, daß ihm wirklich diese konkrete Metamorphosenvorstellung vorgeschwebt habe. Und wenn sich nun weiter Äußerungen bei *Goethe* finden, die mit der idealistischen Auffassung besser harmonieren als mit der realistischen, ja die kaum anders als idealistisch-plato-

nisch gedeutet werden können, so neigt sich doch die Wagschale sehr zugunsten der Ansicht, daß in der Metamorphosenlehre *Goethes* ein idealistischer Sinn verborgen ist.

Solche Äußerungen lassen sich nun tatsächlich nachweisen. Gleich in der Einleitung zu seinen morphologischen Heften schreibt *Goethe*: „Daß nun das, was der Idee nach gleich ist, in der Erfahrung entweder als gleich oder als ähnlich, ja sogar als völlig ungleich und unähnlich erscheinen kann, darin besteht eigentlich das bewegliche Leben der Natur, das wir in unseren Blättern zu entwerfen gedenken²¹⁾.“ In diesen Worten ist gewissermaßen das ganze Programm der Goethischen Morphologie enthalten. Und in derselben Einleitung lesen wir: „Jedes Lebendige ist kein Einzelnes, sondern eine Mehrheit; selbst insofern es uns als Individuum erscheint, bleibt es doch eine Versammlung von lebendigen selbständigen Wesen, die der Idee, der Anlage nach gleich sind, in der Erscheinung aber gleich oder ähnlich, ungleich oder unähnlich werden können²²⁾.“ Hier identifiziert *Goethe* Idee und Anlage, die Anlage ist nicht reell, sondern ideell gedacht.

In der Metamorphosenschrift selbst spricht *Goethe* von der „geheimen Verwandtschaft²³⁾“ der verschiedenen äußeren Pflanzenteile und von der „geistigen Leiter²⁴⁾“, auf der die Pflanze zum Gipfel der Natur, der Fortpflanzung durch zwei Geschlechter, hinaufsteigt. Er sagt ferner, daß wir ein allgemeines Wort haben müßten, wodurch wir das in so verschiedene Gestalten metamorphosierte Organ bezeichnen und alle Erscheinungen seiner Gestalt damit vergleichen könnten²⁵⁾, was gewiß gegen die Auffassung des Laubblattes als des realen Grundorganes spricht. Ebenso äußert er in einem seiner Entwürfe über den Blattbegriff: „Den Trivialbegriff haben wir beinahe verloren, haben einen transscendenten Begriff erreicht²⁶⁾“, und in einem anderen Entwurf läßt er einen „idealen Urkörper“ „vorerst im Schoße der Natur ruhen²⁷⁾“.

Dazu kommen Aussprüche wie die folgenden:

„Man darf die Grundmaxime der Metamorphose nicht allzu breit erklären wollen; wenn man sagt, sie sei reich und produktiv wie eine Idee, ist es das beste²⁸⁾.“

„Die Idee ist in der Erfahrung nicht darzustellen, kaum nachzuweisen; wer sie nicht besitzt, wird sie in der Erscheinung nirgends gewahr, wer sie besitzt, gewöhnt sich leicht über die Erscheinung hinweg, weit darüber hinauszusehen und kehrt freilich nach einer solchen Diastole, um sich nicht zu verlieren, wieder an die Wirklichkeit zurück und verfährt wechselweise wohl so sein ganzes Leben. *Wie schwer es sei, auf diesem Wege für Didaktisches oder wohl gar für Dogmatisches zu sorgen, ist dem Einsichtigen nicht fremd*²⁹⁾.“

„Da es viele Wege ins Holz gibt, so habe ich den Weg der Metamorphose sehr vorteilhaft gefunden; *die Ansicht ist geistig genug*, und da man die Idee immer durch die Ausführung allsogleich ausfüllen und bewähren kann, so hat mir diese Vorstellungsart immer viel Zufriedenheit gegeben³⁰⁾.“

„Die für mich nun über vierzig Jahre alte Maxime gilt noch immer fort; man wird durch sie in dem ganzen labyrinthischen Kreise des Begreiflichen glücklich umher geleitet und *bis an die Grenze des Unbegreiflichen geführt*, wo man sich denn nach großem Gewinn gar wohl bescheiden kann³¹⁾.“

Es ist kaum möglich, diese Aussprüche zu verstehen, wenn man die realistische Laubblatttheorie zugrunde legt. Denn diese hätte sich ja leicht breit erklären, dogmatisch und didaktisch überliefern lassen. Bei der idealistisch-platonischen Deutung aber bietet das Verständnis jener Sätze keine Schwierigkeit.

Aus dem Gesagten folgt, daß *Hansen*³²⁾ weit über das Ziel hinausschießt, wenn er *Goethes* Naturanschauung

von allem Platonismus freispricht und behauptet: „Daß *Goethe* seine Begriffe, namentlich seinen Begriff vom Blatt, als etwas neben dem Blattorgan Vorhandenes, als platonische Idee angesehen hätte, kann nur durch gänzliche Unkenntnis *Goethes* und der Goetheliteratur entschuldigt werden. Daß *Goethe* ein Naturforscher und kein Platoniker war, könnte man durch hundert Äußerungen belegen.“ Damit ist wenig gesagt, wenn von diesen hundert Äußerungen nur eine einzige angeführt wird, die zudem nicht entscheidend ist, und der man zahlreiche andere gegenüberstellen könnte, aus denen hervorgeht, daß *Goethe* Ideen angenommen hat, die sich in den Organen verkörpern und uns sinnlich in verschiedenen Formen erscheinen. Nicht den geringsten Zweifel lassen darüber die folgenden Sätze:

„Wir leben in einer Zeit, wo wir uns täglich mehr angeregt fühlen, die beiden Welten, denen wir angehören, die obere und die untere, als verbunden zu betrachten, das Ideelle im Reellen anzuerkennen und unser jeweiliges Mißbehagen mit dem Endlichen durch Erhebung ins Unendliche zu beschwichtigen. Die großen Vorteile, die dadurch zu gewinnen sind, wissen wir unter den mannigfaltigsten Umständen zu schätzen und sie besonders auch den Wissenschaften und Künsten mit kluger Tätigkeit zuzuwenden.“

Nachdem wir uns nun zu dieser Einsicht erhoben, so sind wir nicht mehr in dem Falle, bei Behandlung der Naturwissenschaften die Erfahrung der Idee entgegenzusetzen, wir gewöhnen uns vielmehr, die Idee in der Erfahrung aufzusuchen, *überzeugt, daß die Natur nach Ideen verfähre*, ingleichen daß der Mensch in allem, was er beginnt, eine Idee verfolge³³⁾.“

Eine solche Idee der Natur ist die „Urpflanze“, das „Urtier“, überhaupt der Typus, eine solche Idee wird daher auch das „Blatt“ sein. Eine wirkliche Schwierigkeit für diese Deutung der Goethischen Lehre sehe ich nur darin, daß der Dichter materielle Ursachen der Umbildung annimmt. Aber auch diese Schwierigkeit läßt sich heben, wenn wir uns vorstellen, daß die Idee materieller Mittel bedarf, um sich zu verwirklichen, wie ja auch der Künstler sich des Hammers und des Meißels, des Pinsels und der Farben bedienen muß, um seine Ideen in die Wirklichkeit umzusetzen. Ob *Goethe* selber die Sache in dieser Weise auffaßte, läßt sich freilich nicht entscheiden.

Ich glaube, durch meine Ausführungen den idealistischen Sinn der Metamorphosenlehre *Goethes* zu einem hohen Grad der Wahrscheinlichkeit erhoben zu haben. Doch soll damit das letzte Wort nicht gesprochen, sondern nur zu weiterer Untersuchung angeregt sein.

Literaturnachweise.

1) *Hansen*, *Goethes* Metamorphose der Pflanzen, S. VII. Gießen, 1907.

2) *Kohlbrugge*, Historisch-kritische Studien über *Goethe* als Naturforscher. Zool. Annalen Bd. 5, Heft 2/3, 1913, S. 207 u. 212.

3) *Humboldt*, Kosmos Bd. 1, S. 22. Stuttgart und Tübingen, 1845.

4) *Helmholtz*, Populäre wissenschaftliche Vorträge, Heft 1, S. 36. Braunschweig, 1876.

5) *Chamberlain*, *Goethe*, S. 355. München, 1912.

6) *Kirchhoff*, Die Idee der Pflanzenmetamorphose bei *Wolff* und bei *Goethe*, S. 26, 27, 28. Berlin, 1867.

7) *Potonié*, Grundlinien der Pflanzenmorphologie, S. 38. Jena, 1912.

8) *Jordan*, *Goethe* und noch immer kein Ende. Hamburg, 1888.

9) *Goebel*, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. *Schenks* Handbuch der Botanik Bd. 3, S. 103 ff. Breslau, 1883.

10) *Kohlbrugge*, a. a. O. S. 206 u. 207.

¹¹⁾ Braun, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, S. 64. Freiburg i. B., 1849 bis 1850.

¹²⁾ Hansen, a. a. O. S. 53 u. 69.

¹³⁾ Kalischer, Goethes Verhältnis zur Naturwissenschaft, S. CXX. Berlin, 1877.

¹⁴⁾ Hacckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte, elfte Auflage, Bd. I, S. 74. Berlin, 1909. — Die Naturanschauung von Darwin, Goethe und Lamarck, S. 34. Jena, 1882.

¹⁵⁾ Sachs, Geschichte der Botanik, S. 170. München, 1875.

¹⁶⁾ Hansen, a. a. O. S. 219.

¹⁷⁾ Goethes Werke, Abt. 2, Bd. 6, S. 93. Weimar, 1891.

¹⁸⁾ Ebenda S. 71.

¹⁹⁾ „ S. 277.

²⁰⁾ Hansen, a. a. O. S. 93.

²¹⁾ Goethes Werke, a. a. O. S. 12.

²²⁾ Ebenda S. 10.

²³⁾ „ S. 26.

²⁴⁾ „ S. 26.

²⁵⁾ „ S. 92.

²⁶⁾ „ S. 316.

²⁷⁾ „ S. 306.

²⁸⁾ Goethes Unterhaltungen mit dem Kanzler Friedrich v. Müller, S. 145. Stuttgart 1870.

²⁹⁾ Goethes Werke, a. a. O. S. 226.

³⁰⁾ Goethes Werke, Abt. 4, Bd. 14, S. 170. Weimar, 1893.

³¹⁾ Goethes Werke, Abt. 4, Bd. 47, S. 435. Weimar, 1909.

³²⁾ Hansen, a. a. O. S. 65.

³³⁾ Goethes Werke, Abt. 2, Bd. 6, S. 347. Weimar, 1891.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zu Herrn Dr. v. Liebig's Artikel: Neue Elemente.

In dieser Zeitschrift hat vor kurzem Herr Dr. v. Liebig¹⁾ über die Entdeckung zweier neuer Elemente durch I. I. Thomson berichtet. Die Darstellung, die Herr v. Liebig von der von Thomson benutzten Methode — der Kanalstrahlenanalyse — gibt, ist geeignet, unrichtige Vorstellungen über die historische Entwicklung dieses Gebietes zu erwecken. Ein kurzer Rückblick auf dessen Geschichte dürfte daher notwendig erscheinen.

Die Entdeckung der Kanalstrahlen erfolgte im Jahre 1886 durch Goldstein²⁾. Im Jahre 1898 gelang es W. Wien³⁾, ihre Ablenkbarkeit im elektrischen und magnetischen Feld nachzuweisen und damit die Grundlage zu ihrer Erklärung als schnell bewegte positiv geladene Teilchen zu gewinnen. In den nächsten Jahren setzte Wien seine Forschungen weiter fort und stellte fest, daß die Kanalstrahlen aus den elektrisch geladenen Atomen des Gases bestehen, das im Entladungsrohr anwesend ist. Damit war die erste Grundlage der Kanalstrahlenanalyse und ihrer Anwendung zum Zwecke chemischer Analyse geschaffen. W. Wien blieb bis zum Jahre 1905 der einzige Pionier auf diesem Gebiet, dann erst folgte die wichtige Entdeckung des Dopplereffekts an Kanalstrahlen durch J. Stark, die einerseits eine Bestätigung der Wienschen Resultate bildete, andererseits zu wertvollen Ergebnissen auf vielen anderen Gebieten geführt hat.

Erst im Jahre 1907 hat dann Thomson⁴⁾ seine Forschungen über Kanalstrahlen begonnen. Die Resultate seiner ersten Versuche, und zwar der bis zum Jahre 1910, blieben jedoch im Widerspruch zu den Wienschen Ergebnissen. Thomson gelang es trotz vielfacher Versuche nicht, Kanalstrahlen anderer Elemente zu erhalten als solche von Wasserstoff und Helium. Er zog daher den Schluß, daß Kanalstrahlen, wenn sie in anderen Gasen erzeugt werden, in Wasserstoffstrahlen übergehen und entwickelte aus dieser Ansicht heraus eine weittragende Theorie der Materie, nach der von Kathodenstrahlen getroffene Moleküle ähnlich wie radioaktive Körper zerfallen sollen, und zwar in Wasserstoff.

W. Wien⁵⁾ hat seine entgegengesetzten Versuche dagegen angeführt, Thomson blieb aber bei seiner Theorie und fand sie durch vielfache andere Versuche noch erheblich gestützt. So fand er unter anderem, daß die Geschwindigkeit der Kanalstrahlen unabhängig sei von der Spannung, mit der das Entladungsrohr betrieben wurde, was allerdings mit der Wienschen Theorie schlecht zu vereinigen war.

Von verschiedenen Seiten ist dann der Nachweis geführt worden, daß Thomson seine Versuche unrichtig interpretiert hatte und daß alle seine von Wien abweichenden Resultate auf sekundären Ursachen beruhten.

Gehrcke und Reichenheim⁶⁾ stellten fest, daß, in Übereinstimmung mit Wien, auch Sauerstoffkanalstrahlen herstellbar sind.

Koenigsberger und Kutschewski⁷⁾ stellten fest, daß man sogar Sauerstoffstrahlen ohne gleichzeitige Anwesenheit von Wasserstoffstrahlen erhalten kann, und der Verfasser in Gemeinschaft mit W. Hammer⁸⁾ wies Strahlen von einwertigem und zweiwertigem Kohlenstoff nach, und zwar mit objektiv prüfbarem photographischen Material, und machte die Existenz einer ganzen Reihe anderer Ionenarten im Kanalstrahl wahrscheinlich.

Ferner hat W. Wien⁹⁾ selbst bei erneuter Prüfung seiner Versuche nichts gefunden, was seinen ursprünglichen Ansichten widersprochen hätte.

Erst nach Erscheinen dieser Untersuchungen veröffentlichte dann Thomson seine letzten Untersuchungen, die auch ihn zu der gleichen Auffassung wie Wien zurückgebracht haben. (Ein zusammenfassender Bericht über die Kanalstrahlenanalyse findet sich im Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik 8, p. 34, 1911, eine kurze Zusammenstellung in den Naturwissenschaften 1913, Heft 8, p. 181.) Obwohl die Exaktheit der Thomson'schen Messungen nicht die der oben erwähnten Untersuchungen erreicht, hat er schon im März 1912 den Gedanken veröffentlicht, die Kanalstrahlenanalyse zum Zwecke chemischer Analyse zu benutzen.

Die Methoden, deren er sich in den folgenden Jahren zur Durchführung dieser Absicht bedient hat, unterscheiden sich in keinem prinzipiellen Punkt von denen der anderen Forscher, die Form seines Entladungsrohrs, die sehr wesentlich ist, ist von Gehrcke und Reichenheim angegeben worden, die Trennung des Entladungsrohrs vom Beobachtungsraum durch eine enge Kapillare stammt von W. Wien, die Benützung der direkten Wirkung der Kanalstrahlen auf photographische Schichten ist von Koenigsberger und Kutschewski eingeführt usw.

1) Phil. Mag. 1907, Mai.

2) Phil. Mag. 14, p. 212, 1907.

3) Verh. d. D. phys. Ges. 12, 414, 1910.

4) Sitzungsberichte d. Heidelberger Akademie 4. und 13. Abhandlung, 1910. Phys. Zeitschrift 11, 379, 1910.

5) Sitzungsber. d. Heidelberger Akademie 21. Abhandlung, 1910.

6) Phys. Zeitschr. 11, 377, 1910. Ann. d. Phys. 35, 871, 1910.

7) Nr. 37, Seite 878.

8) Goldstein, Berl. Ber. 59, p. 691, 1886 und Wied. Ann. 64, p. 38.

9) W. Wien, Wied. Ann. 65, p. 447, 1898. Ann. d. Physik 5, p. 421, 1901. 8, p. 244, 1902. 9, p. 660, 1902.

Es muß daher festgestellt werden, daß die von Herrn *v. Liebig Thomson* zugeschriebene Methode gänzlich auf den vor mehr als 10 Jahren gewonnenen Ergebnissen *Wiens* und anderer, und zwar ausschließlich deutscher Forscher beruht, die zum Teil lange Zeit *Thomsons* eigenen Ansichten und Ergebnissen direkt zuwiderliefen. Erst nachdem er sich deren Methoden ebenfalls zunutze gemacht hat, ist er zu seinen jetzigen interessanten Entdeckungen gelangt.

Die Kanalstrahlanalyse ist daher wohl kein sehr glücklich gewähltes Beispiel für die von Herrn *v. Liebig* in der Einleitung seines Artikels entwickelten Anschauungen, denen ja auch inzwischen von anderer Seite widersprochen worden ist. *Dr. H. v. Dechend.*

Freiburg i B., den 17. September 1913.

Besprechungen.

Wolff, F. v., Der Vulkanismus. I. Band: Allgemeiner Teil. 1. Hälfte: Das Magma und sein geologischer Gestaltungsvorgang. Die vulkanischen Erscheinungen der Tiefe. Der submarine Vulkanismus. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1913. 8°. VIII, 300 S. und 80 Textabbildungen. Preis M. 10,—.

Als in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts die Lyellsche und Scopesche Auffassung der Vulkane über die zuvor herrschenden Ansichten eines *Alexander v. Humboldt* und *Leopold von Buch* gesiegt hatte, war die Vulkanologie zu einem gewissen Ruhepunkt gelangt. Als aber am Ende des neunzehnten Jahrhunderts *Geikie* und *Branco* einerseits, *Alphons Stübel* andererseits mit neuen Theorien hervortraten, die merkwürdigen Erscheinungen etlicher modernen Vulkanausbrüche, besonders des Mont Pelé 1902/03, den Forscher vor neue Probleme stellten, und die Experimente eines *A. Gautier* und *A. Brun* an den Fundamenten der bisherigen Anschauungen rüttelten, begann die Frage nach der Art und Ursache der vulkanischen Erscheinungen in ein ganz neues Stadium zu treten: Was vor kurzem noch wohlbegründet erschienen war, gilt nun vielen als unsicher oder selbst falsch, neue Perspektiven eröffnen sich, und zweifelnd steht mancher Vulkankundige am Scheideweg, ungewiß, ob er den neueröffneten Pfaden sich anvertrauen oder auf altgewohnten Bahnen wandeln soll. In solcher Zeit ist es ein Wagnis, mit einem zusammenfassenden Werke vor die Öffentlichkeit zu treten, und mit Freuden begrüßt man wohl allseitig das im Erscheinen begriffene Werk von *F. v. Wolff*.

Wohl waren schon kurz zuvor 2 größere, bemerkenswerte Werke über Vulkanismus erschienen: *G. Mercalli*, *I vulcani attivi della terra* (Milano, 1907) und *K. Schneider*, *Die vulkanischen Erscheinungen der Erde*, Berlin, 1911. Sie haben aber das Problem nicht in seiner Gesamtheit angefaßt, indem z. B. *Mercalli* den älteren Vulkanismus der Erde und *Bruns* wichtige Untersuchungen noch vernachlässigte, *Schneider* aber das Hauptgewicht seiner Arbeit auf die Untersuchung der Formgestaltung und der geographischen Verteilung der Vulkane legte. *v. Wolff* aber hat nunmehr mit energischer Hand die ganze Frage aufzurollen begonnen und in der bisher erschienenen 1. Hälfte des 1. (allgemeinen) Bandes seines Vulkanwerkes die ganze Reihe grundlegender Betrachtungen zu beleuchten begonnen, welche den Schlüssel zum Verständnis der modernen vulkanischen Tätigkeit enthalten. Wenngleich auch jetzt noch sehr vieles unklar geblieben ist, so ist doch durch die sorgfältigen Untersuchungen und Darlegungen *v. Wolffs* zweifellos unsere Kenntnis wesentlich gefördert worden, und mit großen Erwartungen darf man den noch ausstehenden Teilen des Werkes entgegensehen!

Unter Vulkanismus begreift der Verfasser alle Erscheinungen, die mit dem Empordringen des Magmas in unmittelbarer Verbindung stehen. Das Magma selbst definiert er als „eine gasdurchtränkte Silikatschmelzmasse“, aus der sich alle vulkanischen Produkte ableiten. Er hebt sodann mit Recht hervor, daß nicht nur die entsprechenden Erscheinungen der Gegenwart, sondern auch die der Vergangenheit, nicht nur die der Oberfläche, sondern auch die der Tiefe, in den Kreis der Betrachtung hereingezogen werden müßten. Daß die Wurzel der Vulkane in der Tiefe sitzen muß, ist ja klar; aber in welcher Tiefe wir sie suchen dürfen, ist schwer zu beantworten. Auf den neuen Anschauungen über den inneren Aufbau der Erde fußend, kommt *v. Wolff* zu dem Ergebnis, daß die vulkanischen Erscheinungen, wie auch die Gebirgsbildung und die Krustenbewegungen auf die Lithosphäre beschränkt seien und innerhalb der Ampfererschen Umarbeitungszone, die bis ca. 120 km reichen dürfte, sich abspielen. Je nachdem aber die vulkanischen Erscheinungen auf der Erde oder in der Tiefe statthaben (Extrusionen und Intrusionen), und je nachdem letztere in großen Massen in bedeutender Tiefe erfolgen (abyssische Phase) oder in bereits kleineren Massen näher der Oberfläche (hypoabyssische Phase), entstehen entsprechend den physikalischen Bedingungen verschiedene Gebilde nach Gestalt und Lagerungsform. Die Extrusionsphase setzt eine vorausgegangene abyssische und hypoabyssische Intrusion voraus, Intrusionen aber können der Extrusionsphase entbehren. Ein „normaler Zyklus“ umfaßt aber Intrusions- und Extrusionsphase und kann in sehr langen Zeiträumen, unter häufiger Einschaltung von Ruhepausen, allmählich zum Ablauf gelangen, wie denn die vulkanische Tätigkeit der Gegenwart zumeist einem schon im Tertiär oder selbst am Ende des Mesozoicums eingesetzten Zyklus angehört.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wendet sich der Verfasser im zweiten Kapitel (S. 13—92) zur Untersuchung der Temperatur- und Druckverhältnisse, wie sie am Schauplatz der vulkanischen Herde und Vorgänge vorhanden sein dürften. Unter Berücksichtigung der bekannten Wärmequellen kommt *v. Wolff* zwar nicht zu so hohen Temperaturwerten für das Erdinnere, wie etwa *Arrhenius*, wohl aber gibt er zu, daß die Temperatur so hoch steigt, daß der kristallisierte Zustand nicht mehr möglich ist, und glaubt, daß eine Magmazone in vielleicht 30—40 km Tiefe vorhanden sein dürfte. Ausgehend von der Überlegung, daß die Abkühlung in den verschiedenen Erdrindeschalen verschieden und an der Oberfläche nicht am größten sei, kommt *v. Wolff* mit *Davison* zur Annahme einer tieferen und mächtigeren Tensionsschale und einer wenig mächtigen Kompressionschale, zwischen denen sich eine spannungslose Niveaulfläche befinde (in vielleicht 8 km Tiefe), über welche hinab die Wurzeln der Faltengebirge nicht reichen können. Innerhalb der Kompressionschale können sich infolge von Faltung an Stellen der Schwäche kristalline Schiefer (d. i. durch Druck umgewandelte Eruptivgesteine und Sedimente) bilden, während die vulkanischen Erscheinungen im Gegensatz dazu an Gebiete der Zerrüttung und Auflockerung der Kompressionschale gebunden sind, weil dieselbe im anderen Fall dem aus großer Tiefe aufdringenden Magma vielfach den Weg zur Oberfläche versperren und dasselbe in der Tiefe zurückhalten kann. So findet man denn nach *v. Wolff* (S. 23) Vulkane und Eruptivgesteine: 1. auf der Rückseite von Faltengebirgen (nach oder mit der Faltung gebildet), 2. über alten Kordilleren, die einer zweiten Zusammenfaltung nicht mehr fähig waren, sondern beim neuen Schub zertrümmert wurden, 3. auf Senkungsfeldern, 4. auf Brüchen, insbesondere Grabenbrüchen,

und 5. in Gebieten zerrender Dislokationen (Zerrungsbögen). Sehr wichtig für das Verständnis der Möglichkeit des Aufdringens von Magma aus großen Tiefen sind *Adams* neuere Versuche gewesen, aus denen hervorgeht, daß leere Hohlräume bis tief in die Tensionsschale hinein (nach *King* sogar unter Umständen bis zu Tiefen von rund 30 km) möglich sind, trotz des dort herrschenden großen hydrostatischen Druckes und der hohen Temperatur.

Je nach Druck und Temperatur, beziehungsweise je nach der Tiefenlage werden sich die vulkanischen Erscheinungen in verschiedener Weise abspielen, einmal in der Atmosphäre an der Oberfläche, dann am Meeresboden im Wasser unter wesentlich höherem Druck und schließlich innerhalb der äußeren oder inneren Zone der Lithosphäre unter gewaltigen Drucken und bei hoher Temperatur. Zwischen der Lithosphäre, deren untere Grenze rein hypothetisch von manchen Forschern in 30–40 km, von anderen in wesentlich größere Tiefe gesetzt wird, und der in etwa 1500 km liegenden Barysphäre, die schon außerhalb des Schauplatzes vulkanischer Tätigkeit liegt, befindet sich die Magmazone, deren physikalische und chemische Zustände nicht mit Sicherheit erschlossen werden können; insbesondere ist die Lage des maximalen Schmelzpunkts nicht bestimmbar. Wenn man aber an *Tammann's* bekannte Versuche mit organischen und anorganischen Körpern anknüpft, so ergibt sich die Möglichkeit, daß oberhalb des Gebiets des maximalen Schmelzpunkts Kristallisation des Magmas unter Volumenkontraktion, unterhalb desselben aber unter Volumenvermehrung, eintreten könnte, und es wäre, wie *v. Wolff* schon früher¹⁾ ausgeführt hat, anzunehmen, daß unter bestimmten Voraussetzungen damit das Magma eine eigene, gegen die Oberfläche treibende gewaltige Kraft gewänne.

Im dritten Kapitel (S. 34–120) werden die physikalischen Eigenschaften des Magmas und der geologische Gestaltungsvorgang besprochen: die Schmelz- und Deformierungstemperaturen von Gesteinen und gesteinsbildenden Mineralien werden nach den neuesten bekannten Bestimmungen mitgeteilt und festgestellt, daß bei den Ausbrüchen der Gegenwart die Laven meist mit Temperaturen um 1100° austreten, während in den Lavaseen des Kilauea (und zweifellos auch des Matavanu) nicht unwesentlich höhere Temperaturen auftreten. Überlegungen über die Polymorphie der Mineralien und Untersuchungen über Kontaktmetamorphosen führen ferner zu der Annahme, daß Intrusionen in den oberen Teilen der Erdkruste bei Temperaturen zwischen 1000° und 1200° stattfinden können. Aus den Versuchen von *Barus* und *Joly* wird geschlossen, daß Silikate und Silikatgemische unter Atmosphärendruck mit Volumenkontraktion aus ihren Schmelzen kristallisieren, und *Douglas'* sorgfältige Untersuchungen zeigten, daß Mineralien und Gesteine ein höheres spezifisches Gewicht besitzen als die durch Umschmelzen daraus entstandenen Gläser, und daß die Volumenzunahme bei sauren Gesteinen größer ist als bei basischen.

Im weiteren bespricht *v. Wolff* die Kristallisationsvorgänge im Magma (eventuell auch die Erstarrung eines Magmas zu Glas unter bestimmten Voraussetzungen) und die Strukturen der Eruptivgesteine, die gesteinsbildenden Mineralien nebst ihrer Bildungstemperaturen, die Gase und flüchtigen Bestandteile des Magmas, wie sie durch direktes Auffangen von vulkanischen Exhalationen oder durch die wichtigen Untersuchungen von *Chamberlin*, *Gautier* und *Brun* (ausgeführt im Vakuum

bei Erhitzung der Versuchsgesteine bis zu heller Rotglut) bekannt geworden sind. Sehr bemerkenswert war ein Resultat der Chamberlinschen Analysen, daß nämlich der Gasgehalt der Eruptivgesteine mit dem geologischen Alter ansteigt. Nicht minder bemerkenswert war aber der Nachweis *Gautiers*, daß Mineralsäuren mit Wasser schon bei 100° die vulkanischen Gase entbinden, daß bei hoher Temperatur aber schon der natürliche Wassergehalt der Gesteine hinreicht, die vulkanischen Gase freizumachen, sowie daß Wasserdampf an den Reaktionen bei Rotglut beteiligt ist. *A. Brun* aber, der bei seinen Versuchen Wasserdampf fernhielt, um störende Zwischenreaktionen auszuschalten, zeigte, daß jungvulkanische Gesteine („lebendige Gesteine“) bei bestimmten Temperaturen stürmische, explosionsartige Gasentwicklung aufweisen, während „tote“ Gesteine, wie kristalline Schiefer oder vollkristalline Tiefengesteine oder auch moderne rote Schlacken bei hoher Temperatur zwar auch schmelzen und Gase entwickeln, aber keiner explosionsartigen, plötzlichen Gasentbindung fähig sind. Aus den Versuchen *Brun's* ergab sich, daß der Explosionspunkt der Gesteine um so tiefer liegt, je größer der Gasgehalt ist, sowie daß die im Vakuumofen festgestellten Explosionstemperaturen den an tätigen Vulkanen beobachteten Maximaltemperaturen nahe stehen, wie auch die Gase selbst den direkten vulkanischen Emanationen. Daraus schloß *Brun*, daß Vulkane eine Eruption erfahren, sobald ihre Temperatur auf den Explosionspunkt gestiegen ist; da aber Wasserdampf den gasförmigen Emanationen lebendiger Gesteine fehlt, so schloß *Brun* weiter, daß Wasserdampf auch den vulkanischen Ausbruchsgasmassen fremd sein müsse — wofür er in der Tat im Felde (so am Kilauea auf Hawaii, am Vesuv, auf Lanzarote, am Smeroe und sonst) Belege zu erbringen vermochte.

Wenn nun auch *v. Wolff* zugibt, daß *Brun* den Nachweis erbracht habe, daß die gasförmigen Exhalationen eines Vulkans im Moment des Ausbruchs wasserfrei seien, so bestreitet er doch *Brun's* noch weitergehende Annahme eines völlig anhydrischen Magmas durch den Hinweis, daß im Magma die Bestandteile des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, tatsächlich vorhanden seien und daher unter bestimmten Umständen sich chemisch vereinigen könnten.

Nach einigen Ausführungen über die mögliche Herkunft der vulkanischen Gase werden die denkbaren magmatischen Gasreaktionen eingehender behandelt, wobei Referent freilich auf das Hypothetische so mancher Annahme ausdrücklich hinweisen möchte. Das Studium der magmatischen Gasgleichgewichte führte schließlich *v. Wolff* zu der Anschauung, daß die eigentlich treibenden Kräfte des Vulkanismus Temperatur- und Druckänderungen seien, die Entgasung des Magmas aber nur eine Begleiterscheinung beim Aufsteigen desselben bilde, nicht ihre Ursache. Das Problem des Vulkanismus wäre demnach auf das der dynamischen Veränderungen der Erdkruste zurückgeführt — eine Anschauung, die auch vorher schon vielfach angeschnitten worden war.

Im vierten Kapitel betrachtet *v. Wolff* eingehend die nicht kristallisierte Magmazone der Erde, d. i. das eigentliche Ursprungsgebiet der vulkanischen Erscheinungen. Hinsichtlich des Ursprungs der Laven schließt er sich im wesentlichen an *Chamberlin* an. Er unterscheidet folgende Möglichkeiten: 1. Alle Laven sind primäre Teile des feurigflüssigen Erdinneren, ihre Verschiedenheiten aber sind teils als ursprünglich, teils als Folgen von Differenzierungsprozessen anzusehen (die Herkunft aus lokalisierten peripherischen Herden erscheint dann wahrscheinlicher als die aus der Magmazone selbst). 2. Eruptionsfähige Laven könnten aber auch ganz oder teilweise sekundärer Entstehung sein

¹⁾ Die vulkanische Kraft und die radioaktiven Vorgänge in der Erde. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1908, S. 431–465.

(so durch Aufnahme von Wasser oder Gasen der Atmosphäre, oder durch Druckentlastung, durch mechanische Wärmeentwicklung, durch Einschmelzen von Rindenstücken, die in die Magmazone hinabtauchen, oder durch auswärts gerichteten Abfluß der Wärmequelle der Tiefe). Angesichts so vieler Möglichkeiten ist es klar, daß noch viele Vorarbeiten notwendig sind, ehe das Wesen des Vulkanismus völlig erkannt werden kann.

Als Tatsache muß aber anerkannt werden, daß innerhalb gewisser geographischer Bezirke die auftretenden Eruptivgesteine (und zwar sowohl Tiefen- wie Ergußgesteine) vielfach durch den Besitz bestimmter Mineralien und gemeinsame chemische Züge sich als „blutsverwandt“ erweisen, daß also „petrographische Provinzen“ unterschieden werden können, und zwar nicht bloß innerhalb des modernen, bis ins Tertiär zurückreichenden Vulkanzyklus, sondern auch innerhalb der Eruptivgesteine älterer Formationen. Vergleichende Studien verschiedener Eruptivgebiete brachten *Becke* und *Prior* zur Unterscheidung zweier größerer petrographischen Einheiten: *Beckes* atlantische und pazifische Gesteinsfamilien oder Sippen (entsprechend *Rosenbuschs* foyaitisch-theralithischer und granitodioritischer Reihe, beziehungsweise *Iddings* alkalischer und subalkalischer Gruppe). Die Gesteine der atlantischen Gauverwandtschaft zeichnen sich neben gewissen mineralogischen Besonderheiten durch relativ höheren Alkalien- und geringeren Kalk-, Eisen- und Magnesiumgehalt vor denen der pazifischen Sippe aus. Während des bis in die Gegenwart hereinreichenden tertiären Zyklus sind atlantische Gesteine in Gebieten vertikaler Dislokationen, wie Verwerfungen, Grabenbrüche usw. in allen Erdteilen wie auch im pazifischen Ozean emporgekommen, während pazifische Gesteine an die großen tertiären Faltingszonen (Geosynklinalen) rings um den pazifischen Ozean und in der mediterranen Zone (Südeuropa, Vorderasien, Tibet, Burma, Sumatra, Java) gebunden sind. Als dritte große zusammengehörige Gruppe stellt *v. Wolff* den genannten die arktische Sippe gegenüber (entsprechend *Rosenbuschs* Charnokit-Anorthit-Reihe), deren Gesteine auf die Zirkumpolarländer und Teile von Gondwanaland (Ostindien) beschränkt bleiben. So schön und klar nun auch diese Darlegungen sind, so scheint mir angesichts der sich allmählich häufenden Ausnahmefälle doch noch eine abwartende Haltung gegenüber weitgehenden Schlußfolgerungen angebracht, bis unsere tatsächliche Kenntnis des petrographischen Verhaltens ausgedehnter Gebiete eine gründlichere und reichere geworden ist.

v. Wolff versuchte auch für die älteren Formationen die geographische Verteilung der Magmaprovinzen festzustellen und kam zu dem Ergebnis, daß in der ältesten Zeit pazifische Gesteine ausschließlich herrschten und atlantische Gesteine erst im Silur sich zu zeigen begannen. Nach dem Devon verschwinden sie wieder, um am Ende des Paläozoicums wieder zu erscheinen und allmählich so sehr die Oberherrschaft zu gewinnen, bis die pazifischen Gesteine zuletzt auf die Geosynklinalen beschränkt bleiben. *v. Wolff* schließt aus dieser zeitlichen Verteilung, daß entsprechend der Abkühlungshypothese eine Weiterentwicklung der Magmen zu erwarten sei, die jüngsten zugleich die tiefsten wären und daß das Stammagma der atlantischen Sippe noch unter den basaltischen Magmen angenommen werden müsse. Der Ursprungsort der Laven rückt demnach immer mehr nach der Tiefe vor, womit zugleich die Intensität des Vulkanismus abnimmt.

Eingehend werden die verschiedenen Möglichkeiten der Differenziation und der Assimilation besprochen, d. h. Vorgänge, durch die ein ursprünglich homogenes Magma ohne Substanzzufuhr von außen inhomogen werden kann oder aber inhomogene Massen zu neuem

homogenen Magma werden können (durch Mischung von Magmen oder Auflösen und Einschmelzen von Nebengestein). Auch *Johnston-Lavis'* osmotische Theorie (wechselseitige Reaktion zwischen Eruptivgestein und Sediment ohne völliges Einschmelzen) wird untersucht. Die Eruptionsfolge von Eruptivgesteinen, die eine allgemein gültige Regel nicht erkennen läßt, aber in Einzelgebieten Gesetzmäßigkeiten aufweist, hängt mit Differenziationserscheinungen eng zusammen.

Nach diesen einleitenden, das Allgemeine behandelnden Abschnitten, in denen gelegentlich auch der kosmische Charakter des Vulkanismus gewürdigt wird, wendet sich der Verfasser nunmehr der speziellen Betrachtung der vulkanischen Erscheinungen der Erde zu, und zwar zunächst (im fünften Kapitel) denen der Tiefe. In die Tensionsschale vermag und vermochte das Magma offenbar leicht einzudringen und umfangreiche Einschmelzungen vorzunehmen. Größeren Widerstand setzt dem aufdringenden Magma die Kompressionsschale entgegen, weshalb es denn auch vielfach dieselbe nicht zu durchbrechen vermag, sondern als „Intrusionen“ in den verschiedenartigsten, im einzelnen genauer beschriebenen Lagerungsformen in der Tiefe erstarrt. Von Batholithen (d. h. großen Eruptivmassen, die sich in die ewige Tiefe fortsetzen und etwa an der Grenze zwischen Tensions- und Kompressionsschale lagern dürften) dürften alle übrigen Intrusivkörper der höheren Niveaus (hypobysische Massen) ausgegangen sein, so Gänge, Adern, Apophysen, vulkanische Necks, Lagergänge, Lakkolithen u. a., über deren Intrusionsweise freilich die Ansichten noch ebenso vielfach schwanken, wie über die Ursache der Intrusion (tektonische Krustenbewegungen und dadurch bewirkten Druck, oder elastische Spannung im Magma oder Kristallisationsdruck von Magmen, die unterhalb der Zone des maximalen Schmelzpunktes kristallisieren).

Nachdem einmal das Magma intrudiert ist, übt es auf seine Umgebung durch seine hohe Temperatur sowie durch Abgabe von Gasen und flüssigen Bestandteilen bedeutsame Einwirkungen aus. Dieselben sind im sechsten Kapitel kurz geschildert in den Abschnitten über Kontaktmetamorphose, über Pegmatite, Thermen und Mineralquellen, Klüftung und Absonderungserscheinungen.

Das siebente Kapitel ist den submarinen Eruptionen gewidmet, die seit der Tertiärzeit weit mehr vulkanische Produkte geliefert haben dürften als die des festen Landes, wohl schon deshalb, weil in den großen Meeresdepressionen als schwachen Stellen der Erdrinde vulkanische Ausbrüche wohl leichter eintreten konnten als in den starren Rindenstücken der Kontinente. Submarine vulkanische Lockerabsätze sind durch ihre Vergesellschaftung mit marinen Sedimenten, etwaigem Gehalt an marinen Tierresten und — auch in der Nähe des Schlots — durch geringe Neigungen ausgezeichnet, während in der Beschaffenheit submariner und subaerischer Laven kein wesentlicher Unterschied besteht. Die Dimensionen der submarinen Vulkane übertreffen die der Landvulkane oft bedeutend; ihre Böschungswinkel sind dagegen viel kleiner. Durch fortgesetzte Lavaausflüsse oder Lockeraufschüttung können schließlich Inseln entstehen; jedoch fallen die aus Lockermaterial aufgebauten Inseln oft rascher Zerstörung durch die Brandungswelle anheim.

Die submarinen und Inselvulkane treten entweder in perlschnurartigen, oft bogenförmig gekrümmten Reihen längs ozeanischer Gräben (pazifischer Typus) oder aber gruppenweise ohne erkennbare Beziehung zum Meeresrelief auf (atlantischer Typus). Eine Liste submariner Ausbruchspunkte ist beigegeben, und zum Schluß werden noch die bisher genauer bekannt gewordenen Begleitphänomene der submarinen Eruptionen besprochen.

Überblickt man, was der bisher vorliegende Teil des v. Wolffschen Vulkanwerkes bietet, so kann man es dahin präzisieren, daß man daraus ein sehr gutes Bild der allgemeinen physikalischen und chemischen Grundlagen der vulkanischen Äußerungen nach den neuesten Anschauungen gewinnt nebst einer trefflich durchdachten Schilderung der Gebilde und der möglichen Vorgänge vulkanischer Tätigkeit innerhalb der Lithosphäre und der Hydrosphäre der Erde. Wenn auch in manchen Einzelheiten vielleicht einmal eine andere Auffassung sich dem Leser aufdrängen wird, so wird doch die Gesamtleistung als eine vortreffliche, sorgfältig abgewogene, auf gründliche Literaturstudien wie eigene Forschungsarbeiten gestützte Arbeit charakterisiert werden müssen. Möge das Buch eine weite Verbreitung finden und bald die noch fehlenden Teile dem bereits erschienenen nachfolgen!

K. Sapper, Straßburg i. E.

Krusch, P., Die Versorgung Deutschlands mit metallischen Rohstoffen (Erzen und Metallen). Leipzig, Veit & Comp., 1913. XVI, 260 S. und 97 Abbildungen. Preis geh. M. 14,—, geb. M. 15.—.

In der Einleitung wird uns deutlich vor Augen geführt, daß Deutschland im allgemeinen bei weitem nicht in der Lage ist, seinen Bedarf durch eigene Erze zu decken.

Vier Gruppen sind zu unterscheiden:

a) Bei Quecksilber- und Molybdän Erz, Platin, Thorium- und Cerium-, Aluminium-, Uran- und Radiumerz wird nach dem jetzigen Stande des deutschen Bergbaues *keine Förderung* angegeben. — b) Die Erzproduktion an: Gold, Mangan, Kobalt, Zinn, Wismut, Antimon, Wolfram und Vanadium ist *unbedeutend* für den einheimischen Metallverbrauch. — c) Von den in nennenswerter Menge gefördert werden übrigen neun Rohmaterialien decken sieben einen *namhaften* Teil des deutschen Bedarfs (Kupfer, Eisenerz, Bleierz, Silber, Nickelerz, Arsen- und Schwefelerz). — d) Es bleiben also nur zwei Rohstoffe, nämlich Zinkerz und Eisen übrig, die von deutschen Lagerstätten bzw. Hütten in solchen Mengen gewonnen werden, daß der deutsche Konsum von der Einfuhr unabhängig sein könnte.

Im einzelnen ergibt sich folgendes: Der deutsche Goldverbrauch betrug im Jahre 1910 ca. 220 Millionen Mark. Die aus deutschen Erzen gewonnene Edelmetallmenge war unbedeutend, so daß Deutschland fast das ganze Gold aus dem Ausland beziehen mußte und zwar:

aus Großbritannien	für ca. 179 Mill. Mk.
aus Britisch-Südafrika	„ „ 22 „ „
aus dem europäischen	

Rußland	„ „ 11 „ „
-------------------	------------

Die drei genannten Länder lieferten also in Summa für 212 Millionen Mark an Deutschland.

Ein für die deutsche Eisenhüttenindustrie sehr wichtiges Erz ist das Manganerz, von dem im Jahre 1910 ca. 484 000 Tonnen gebraucht wurden. Die eigene Produktion Deutschlands beträgt nur wenige Hundert Tonnen; es ist im höchsten Grade abhängig von Rußland mit ca. 325 000 Tonnen, Britisch-Indien mit ca. 117 000 Tonnen und Brasilien mit annähernd 38 000 Tonnen nach Deutschland gehender Ausfuhr.

Ebenso ungünstig liegen die Verhältnisse bei der deutschen Quecksilberproduktion. Im Jahre 1910 wurden in Deutschland 804 Tonnen Quecksilber verbraucht, während die deutschen Gruben keine Quecksilbererze lieferten. Wenn sich auch nicht bis ins einzelne feststellen läßt, woher Deutschland das Quecksilber bezieht, so ist doch anzunehmen, daß hauptsächlich Spanien, Italien und Österreich in Frage kommen.

Wenig günstig ist die Lage Deutschlands auch in bezug auf den Zinnerz- und Zinnmarkt. Es brauchte im

Jahre 1910 ca. 18 100 Tonnen Zinnmetall. Die deutschen Gruben lieferten so gut wie kein Erz, dagegen bezog man aus Bolivien ca. 15 925 Tonnen Erz. Recht erheblich war auch die Einfuhr von Zinnmetall aus Niederländisch-Indien mit ca. 8135, Britisch-Indien mit ca. 1105 und Australien mit 1066 Tonnen.

Zu der Gruppe von metallischen Rohstoffen, die wenigstens einen namhaften Teil des deutschen Bedarfs decken können, gehören die Kupfererze. Deutschland brauchte im Jahre 1910 ca. 210 000 Tonnen metallisches Kupfer, davon stammte $\frac{1}{9}$ aus eigenen Erzen, während die Vereinigten Staaten ca. 181 000 Tonnen Metall lieferten.

Etwas günstiger liegen die Verhältnisse bei Eisenerz. Hier wurden im Jahre 1910 von den deutschen und luxemburgischen Hütten annähernd 35 570 000 Tonnen mit ca. 14 000 000 Tonnen Eiseninhalt gebraucht; die deutschen Eisenerzgruben lieferten annähernd $\frac{2}{3}$ dieser Eisenmenge; $\frac{2}{3}$ mußten in fremden Erzen eingeführt werden, die sich im Gegensatz zu den einheimischen größtenteils durch einen hohen Eisengehalt auszeichnen. Die Einfuhr betrug aus Schweden ca. 3,25, aus Spanien ca. 2,8 und aus Frankreich ca. 1,8 Millionen Tonnen.

Die Lage des deutschen Bleierz- und Bleimarktes geht aus folgenden Vergleichszahlen hervor: Deutschland brauchte im Jahre 1910 ca. 208 440 t Blei. Die deutschen Erzgruben konnten nur annähernd $\frac{1}{3}$ der deutschen Bleierzeugung liefern, so daß eine erhebliche Menge von Bleierzen aus Australien bezogen werden mußte. Der Bleiinhalt dieser Einfuhr beträgt 62 000 t.

Abgesehen von den Erzen, führten wir erhebliche Metallmengen von Blei ein. Hier kommen vor allen Dingen Belgien mit ca. 20 000 t, die Vereinigten Staaten mit ca. 27 000, Spanien mit ca. 9000 und Australien mit ca. 12 000 t in Frage. Im ganzen beträgt die Erz- und Metalleinfuhr annähernd zwei Drittel des Konsums.

Ähnliche Verhältnisse herrschen auf dem Silbermarkt. Deutschland brauchte im Jahre 1910 786 t und deckte davon ca. ein Fünftel mit eigenen Erzen.

Von dem eingeführten Silbermetall stammten aus Großbritannien ca. 581 und aus Mexiko ca. 29 t.

Der Bedarf an Nickel betrug im Jahre 1910 4500 t. Nur annähernd $\frac{1}{18}$ dieser Menge konnte aus einheimischen Erzen gewonnen werden, der bei weitem größte Teil, nämlich $\frac{17}{18}$, stammt aus Erzen Neu-Kaledoniens.

Zu der gleichen Gruppe gehören auch die Schwefelerze beziehungsweise Schwefelkiese. Deutschland brauchte im Jahre 1910 annähernd 1 022 000 t, von denen nur $\frac{1}{4}$ von einheimischen Gruben geliefert werden konnte. An der Einfuhr beteiligten sich hauptsächlich Spanien mit ca. 683 000 und Portugal mit ca. 59 000 t.

Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse bei der leider nur kleinen dritten Gruppe, zu welcher Zinkerz beziehungsweise Zink und Eisen gehören.

Im Jahre 1910 betrug die Zinkproduktion 221 395 t. Zieht man lediglich den Zinkgehalt der deutschen Erze mit 316 984 t im genannten Jahre in Betracht, so würden die deutschen Zinkerzgruben in der Lage sein, nicht nur den ganzen Bedarf zu decken, sondern es bliebe sogar noch ein erheblicher Überschuß. Leider wird dieses günstige Verhältnis durch die abnorm großen Aufbereitungs- usw. Verluste (30—40 %), die namentlich bei Galmei auftreten, wesentlich beeinflußt.

Trotz der günstigen Position, die Deutschland hier einnimmt, ist der Austausch mit anderen Ländern sowohl für Erze als auch für Metalle recht reger. Unter den Einfuhrländern für Erze steht 1908 an erster Stelle Australien mit ca. 134 600 t und an zweiter Spanien mit 20 700 t. Für Metall kommt vorzugsweise Belgien als Lieferant mit ca. 26 800 t in Frage.

Das Buch gibt Aufschlüsse über Statistik, Zölle, Tarife und die Usancen des Erz- und Metallhandels.

In einem zweiten Teile werden die allgemeinen Begriffe der Erzlagerstättenlehre gebracht, und im Hauptteil die oben aufgeführten Erze und Metalle ausführlich nach folgenden vier Gesichtspunkten behandelt:

Deutschlands Weltmarktstellung — Die deutschen Lagerstätten — Fremde für Deutschland wichtige Lagerstätten — Die Marktverhältnisse und die Weltproduktion. Jedem Kapitel ist eine Tabelle beigegeben, in welcher der Verbrauch Deutschlands und seine Deckung durch einheimische und fremde Erze enthalten ist.

Mit dem vorliegenden Buch, welches die Ausgestaltung einer seitens des Verfassers in der Vereinigung für staatswissenschaftliche Fortbildung in Berlin gehaltenen Vorlesung darstellt, ist von geologischer Seite ein umfassendes und zuverlässiges Fundament gegeben zur Beantwortung einiger der wichtigsten Fragen der Währungs- und Handelspolitik.

R. Lachmann, Breslau.

Astronomische Mitteilungen.

Der neue Komet 1913 c. Bald nach der Entdeckung des Kometen 1913 b durch den Astronomen der nord-amerikanischen Winchester-Sternwarte *Metcalf* ist schon wieder ein neuer Komet, 1913 c, durch den Astronomen *Neujmin* auf der Simeis-Sternwarte aufgefunden worden. Der neue Komet war von der zehnten Größenklasse und nimmt, wie auch seine inzwischen auf Grund mehrerer Beobachtungen durchgeführte Bahnberechnung zeigt, fortlaufend an Helligkeit ab, da er bereits Ende Juli der Sonne am nächsten war.

Über die räumliche Bewegung der Praesepe oder des schon mit bloßem Auge als mattes Wölkchen sichtbaren Sternhaufens in der Konstellation des „Krebes“ berichtet Prof. *Schwarzschild* (Potsdam) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4681 auf Grund von spektrophysikalischen Messungen, die an dem Potsdamer astrophysikalischen Observatorium von Dr. *Münch* und Dr. *Jantzen* ausgeführt wurden. Die spektroskopischen Aufnahmen ergaben für die ganze Sterngruppe eine starke Geschwindigkeit im Visionsradius, die im Mittel aus sechs Sternen $+36$ km in der Sekunde beträgt. Ferner wird darauf hingewiesen, daß die Radialbewegung des Praesepe-Sternhaufens ($+36$ km/Sek.) eine gewisse Ähnlichkeit mit der Bewegung der Hyaden-Gruppe ($+44$ km/Sek.) zeigt, so daß vielleicht die Annahme berechtigt erscheint, daß diese beiden Sterngruppen eine gleiche und gleichgerichtete Bewegung im Raume haben.

Die Helligkeit der Plejadennebel behandelt Prof. *Hertzsprung* (Potsdam) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4679 und kommt dabei zu ähnlichen interessanten Ergebnissen wie der amerikanische Astronom *Slipher* von der Lowell-Sternwarte, daß nämlich das Licht des Plejadennebels in der Hauptsache von einer reflektierten Strahlung des Hauptsternes *Merope* jenes Sternhaufens herrührt. Es folgt dies in erster Linie aus der beobachteten Tatsache, daß der Nebel um den Plejadenstern *Merope* ein kontinuierliches Spektrum mit denselben dunklen Linien ergibt, wie sie der Stern *Merope* selbst aufweist.

Über die Verschiebungen der Fraunhoferschen Linien im Sonnenspektrum in der Umgebung von Sonnenflecken enthält das Juniheft des „*Astrophysical Journal*“ eine sehr interessante Untersuchung von *Ch. E. John*. Zuerst hatte *Evershed* diese merkwürdige Verschiebung der dunklen Absorptionslinien im Sonnenspektrum über der Penumbra der Sonnenflecken nachgewiesen und zur Er-

klärung derselben eine Bewegung der Dämpfe auf der Sonne tangential zur Sonnenoberfläche und radial zur Achse der einen Sonnenfleck bildenden Wirbelbewegung auf dem Zentralgestirn angenommen. Diese Anschauung von *Evershed* wird durch die neuesten Untersuchungen von *John* an der Sonne vollkommen bestätigt.

A. Marcuse.

Geographische Mitteilungen.

Die Forschungen der indischen geologischen Landesaanstalt haben uns zwar über die geologischen Verhältnisse der *Ostküste Vorderindiens* bereits einigermaßen aufgeklärt, die geomorphologischen Züge sind dagegen bisher noch niemals eingehender untersucht worden. Diese Lücke auszufüllen, war der Zweck einer im Jahre 1910/11 von *S. W. Cushing* im Auftrage der Harvard University ausgeführten Reise, über die nunmehr ein knapper Bericht vorliegt (*Bull. Amer. Geogr. Soc., New York*, 1913, Bd. 45, S. 81). Das Studium der Landformen wird hier sehr wesentlich dadurch erleichtert, daß eine die Oberfläche verhüllende Vegetationsdecke in dem Gebiet so gut wie gänzlich fehlt. An dem Küstenstreifen von Calcutta bis Kap Comorin lassen sich mehrere, parallel zur Küste angeordnete morphologische Regionen unterscheiden, und zwar quert man, wenn man sich vom Gebirge nach der Küste zu bewegt, zunächst eine gehobene Peneplain, dann eine gehobene Platte marinen Ursprungs und schließlich eine Küstenebene. Die Peneplain, deren durchschnittliche Höhe etwa 700 m beträgt, ist in Gneisen, kristallinen Schiefen und Quarziten zur Ausbildung gekommen, und wenn sie auch bereits eine starke Zerschneidung erfahren hat, so ist sie doch aus der Konstanz der Höhen von Gipfeln und Rücken noch unschwer rekonstruierbar, und das Fehlen irgendwelcher Anzeichen mariner Einwirkung läßt einen subaerischen Ursprung als wahrscheinlich erscheinen. Da die Schichten im allgemeinen parallel zur Küstenlinie streichen, so sind auch die Rücken, in die die Peneplain aufgelöst ist, im allgemeinen parallel zueinander angeordnet und werden von den Flüssen in Quertälern durchbrochen. Sehr merkwürdig ist die sich seewärts anschließende Zone, die als alte Abrasionsplattform gedeutet wird. Die Gesteine, in denen sie liegt, sind dieselben wie bei der Fastebene, sie sind jedoch hier bis zu 30 cm Tiefe in Laterit umgewandelt worden. Entsprechend der geringeren Niederschlagshöhe und der tieferen Lage hat die Zerschneidung nur einen sehr unbedeutenden Grad erreicht, so daß die tischgleiche Ebene der hervorstechendsten Charakterzug bildet. Aus dieser Ebene steigen nun aber ganz unvermittelt zahlreiche Berge, die aus Quarziten bestehen, völlig isoliert auf; ihre Höhen ordnen sich einer und derselben ebenen Fläche unter, die, nach Westen hin verlängert, mit der dahinter gelegenen Peneplain zusammenfällt. Aus dem Umstand, daß sich am Fuße der Berge gelegentlich Brandungshöhlen finden, und daß die dem Rande der Peneplain benachbarten mit dieser durch Nehrungen verbunden sind, schließt *Cushing*, daß der Steilabfall der Ghats, ein altes Kliff, nicht etwa vielleicht eine Bruchstufe darstellt und daß jene einzeln stehenden Berge unaufgezehrte Überreste bei einem marinen Abrasionsvorgang sind. Sowohl nach der Beschreibung wie nach den beigegebenen Abbildungen scheinen diese Restberge aber offenbar dem Typus der Inselberge vom Monadnockcharakter anzugehören, wie sie in der letzten Zeit vor allem aus Afrika und Australien so zahlreich beschrieben worden sind, und es wäre daher sehr wertvoll gewesen, wenn die Schilderung etwas

ausführlicher ausgefallen wäre, da sich doch in der Frage der Inselbergbildung die Meinungen noch ziemlich unvermittelt gegenüberstehen und eine Herausparierung durch marine Kräfte bisher abgelehnt worden ist; unter diesen Umständen ist es sehr bedauerlich, daß *Cushing* die verschiedenen Entstehungsmöglichkeiten keiner Diskussion unterzogen hat, zumal das völlige Fehlen aller marinen Ablagerungen in der Ebene doch hätte stützig machen müssen. Die Küstenebene zerfällt in zwei Teile, eine reife und eine jugendliche; ihr innerer Rand fällt in einer deutlich ausgeprägten Cuesla ab, nach der Küste zu senkt sie sich unter einem Winkel von etwa 6°, sie zeigt jedoch keinerlei Besonderheiten gegenüber dem allgemeinen Typus.

Unter *Riasküsten* hat *Ferdinand v. Richthofen*, der diesen Küstentypus in die Literatur eingeführt hat, Küsten verstanden, die an Querküsten auftreten und infolge einer positiven Strandverschiebung, die das Meer in die Flußmündungen eintreten läßt, eine sehr unregelmäßige Begrenzung besitzen. Er selbst hat bereits betont, daß die Rias von Galicien, denen er den Namen entlehnte, nicht ganz dem reinen Typus entsprechen, aber auch in der Bretagne, die er als weiteres charakteristisches Beispiel aufführte, sind die eigentlichen Rias nicht im Westen, sondern vielmehr im Norden zu finden, d. h. also an einer ausgesprochenen Längsküste. *E. Scheu* hat es nun unternommen, die Rias Galiciens, Asturiens und West-Corsicas, d. h. Rias in gezeitenbewegten und in gezeitenlosen Meeren, einem vergleichenden Studium zu unterziehen und vor kurzem die Resultate seiner Arbeiten hinsichtlich Galiciens veröffentlicht (*Zeitschr. Ges. f. Erdkunde in Berlin* 1913, S. 84, 193). Die Rias dieser Küstenregion entsprechen nach ihm in der Tat der Richthofenschen Definition nur wenig: Granite und kristalline Schiefer treten an das Meer heran, so daß man eine Küste vor sich hat, die weder zu den Längs- noch zu den Querküsten gezählt werden kann. Man muß unterscheiden die Rias bajas und die Rias altas, jene an der Westküste, diese im Norden zwischen Kap San Andrian und Kap Prior, die in ihrer äußeren Form nicht unwesentliche Verschiedenheiten zeigen. Die Einwirkungen der Brandungswelle sind überall gering, so daß man die Herausbildung der einzelnen Buchten nicht auf ihre Kosten setzen darf. Es ist auch nicht unbedingt notwendig, wie *de Martonne* angenommen hat, daß die Riasküste ein jugendliches Stadium besitzt, um den Begriff zu erfüllen, dagegen darf die Zerschneidung der Landschaft nicht allzu groß sein, weil sonst der Charakter verloren gehen kann. Ist das Relief des Landes sehr gering, so kann das Meer bei der Senkung über die trennenden Wasserscheiden hinweggehen und es werden dann zwei Rias miteinander vereinigt, wie es z. B. bei der Ria von Arosa der Fall ist. *Scheu* hat auch versucht, eine Entwicklungsreihe für die Rias aufzustellen. Das Jugendstadium ist gekennzeichnet durch Aestuarie, in denen sich die Bucht fortsetzt, es sind jedoch noch keine Mündungsbarren zur Ausbildung gelangt, da der Ebbestrom die Sedimente gleichmäßig in der Bucht verteilt; die marinen Kräfte haben nur ganz geringfügige Effekte zu erzielen vermocht. In der Ria von Arosa sind die seitlichen Buchten schon abgeschlossen, sie befindet sich bereits auf dem Wege zur Reife und diese ist erreicht, wenn die Zuschüttung vollendet ist und die Kliffe eine größere Höhe erhalten haben, so daß dann also die ursprünglich stark gebuchtete Küstenlinie sich dem Ausgleich nähert.

A. Rühl.

Kleine Mitteilungen.

Sprengversuche mit flüssiger Luft. Versuche, die flüssige Luft als Sprengmittel zu verwenden, wurden be-

reits in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts angestellt, nachdem es durch die Erfindung von Professor *Linde* gelungen war, flüssige Luft in großen Mengen herzustellen. So kam ein aus Kohlenstoff und flüssiger Luft bestehender Sprengstoff unter dem Namen *Oxyliquit* damals in den Handel. Die in der ersten Zeit bei der Verwendung dieses Sprengstoffes hervorgetretenen Mängel wurden durch Verwendung von Kieselgur, die mit Petroleum oder Paraffin getränkt war, an Stelle des Kohlenpulvers beseitigt, und bei dem Bau des 20 km langen Simplontunnels in den Jahren 1898—1905 wurde von der Sprengung mit flüssiger Luft in ausgedehntem Maße Gebrauch gemacht. Trotz dieser Erfolge fand die flüssige Luft keine weitere Verbreitung in der Sprengtechnik, denn so hervorragend dieser Sprengstoff auch in seiner Wirkung war, so außerordentlich schwierig und zugleich mangelhaft war seine Handhabung.

In jüngster Zeit hat man jedoch neue gangbare Wege eingeschlagen und Versuche, die in den fiskalischen Kalksteinbrüchen in Rüdersdorf angestellt wurden, haben, wie Geh. Rat *Kolbe* in einem ausführlichen Bericht in der „*Sozialtechnik*“ 1913, S. 1—8, ausführt, über alles Erwarten zufriedenstellende Ergebnisse geliefert. Der Hauptfehler der früheren Sprengpatronen war, daß sie ihre Wirksamkeit zu schnell verloren, weil die flüssige Luft sehr rasch verdampfte. Es kam daher zunächst darauf an, der flüssigen Luft möglichst wenig Zeit und Gelegenheit zu geben, in dem Bohrloch über ein bestimmtes Maß hinaus zu verdampfen. Man versuchte daher, die Patronen mit dem trockenen Kohlenstoffträger für sich allein ohne die flüssige Luft in das Bohrloch einzuschieben und darauf zunächst diejenigen bergmännischen Vorbereitungen für das Sprengen zu treffen, die wegen des erforderlichen Zeitaufwandes im wesentlichen bei den früheren Versuchen den Anlaß dazu gegeben hatten, daß die Sprengwirkung unsicher und veränderlich wurde. Erst ganz zuletzt wurde nun die flüssige Luft zugesetzt und unmittelbar darauf gezündet. Dadurch, daß man es bei dieser Arbeitsweise in der Hand hat, die Zeit der Verdampfung auf ein bestimmtes minimales Maß zu beschränken, kann nicht nur die Zusammensetzung des Sprengkörpers von vornherein richtig bemessen werden, sondern es kann hierdurch auch an flüssiger Luft gespart werden, so daß das Sprengen gegen früher nicht unwesentlich verbilligt werden kann.

Als Patronenhülle wurde bei den Versuchen eine Papierhülle von 40 mm Durchmesser und etwa 35 cm Länge verwendet; sie wurde mit einer Mischung von Kieselgur und Petroleum im Verhältnis 60 : 40 gefüllt. Durch die Längsachse der Papierhülle geht ein 10 mm weites Rohr aus feinmaschigem Drahtgewebe, das von der Mischung frei bleibt und bei der Auffüllung der flüssigen Luft dazu dient, diese durch die ganze Masse hin zu verteilen. Das Besetzen des Bohrloches geschieht nun in der Weise, daß die Patrone, in welche eine Sprengkapsel mit elektrischem Zünder eingeführt wurde, in das Bohrloch eingeschoben wird. Befindet sich die Patrone in der Tiefe des Loches, so wird eine Räumnadel eingebracht und dann der Besatz hineingeschoben und festgestampft. Zieht man jetzt die Räumnadel wieder heraus, so ist die Patrone zum Laden mit flüssiger Luft vorbereitet. Die flüssige Luft wird in einer nach dem *Dewar*-schen Prinzip gebauten Kanne, die mit einem festen eisernen Gefäße umgeben ist, an die Sprengstrecke herangebracht. Da die flüssige Luft ständig verdampft, darf die Kanne nicht fest verschlossen sein. Zum Füllen der Bohrlöcher wird in der Kanne mit Hilfe einer daran angebrachten Handluftpumpe ein geringer Überdruck von 0.4 at erzeugt, der genügt, um die flüssige Luft aus der auf dem Erdboden stehenden Kanne durch

eine Pappröhrenleitung in das Bohrloch hinaufzudrücken und die Patronen zu füllen. Hierbei nimmt die flüssige Luft Wärme auf und verdampft anfangs ziemlich rasch. Die entstehenden Dämpfe treten aus dem hinteren Ende der Patrone aus und entweichen durch die Öffnung zwischen Patrone und Bohrloch. Hierbei umspülen die kalten Dämpfe die Patrone und schützen so die Flüssigkeit in der Patrone gegen Wärmeaufnahme vom Gestein her; es wird auf diese Weise eine sehr gute und für den Erfolg der Sprengung sehr wesentliche Wärmeisolierung erzielt.

Bei den Versuchen in Rüdersdorf wurden nach oben ansteigende Sprenglöcher von 1 cm Tiefe und der gewöhnlichen Weite gebohrt. Drei Sprenglöcher wurden immer zu gleicher Zeit gefüllt, und die ganze Arbeit zum Laden der drei Patronen dauerte nur ungefähr eine Minute. Die Wirkung der Detonation mit flüssiger Luft war die gleiche wie bei dem sonst von der Bergwerksverwaltung verwendeten Ammon-Cahüit, was auch mit den früher beobachteten Ergebnissen übereinstimmt. Für einen Schuß wurde etwa 1 l flüssige Luft verbraucht, zu deren Herstellung ein Energieaufwand von 2,5 PS-Stunden erforderlich ist.

Bei der Wiederholung der Versuche ergaben sich verschiedene wesentliche Verbesserungen des Verfahrens, so wurde eine Füllflasche konstruiert, die keinerlei bewegliche Teile besitzt und daher von jedem Arbeiter leicht bedient werden kann. Übrigens muß auch darauf hingewiesen werden, daß das Hantieren mit flüssiger Luft vollkommen gefahrlos ist und daß selbst beim Zerbrechen einer Transportflasche keine Gefahr für den Arbeiter besteht.

Man gewinnt aus den Versuchen die Überzeugung, daß das Verfahren, wenn es auch in mancher Beziehung noch verbesserungsfähig ist, für schlagwettersichere Gruben bereits heute betriebsfertig ist. Außer der schon genannten wertvollen Eigenschaft des neuen Sprengmittels, der gefahrlosen Lagerung und dem ungefährlichen Transport, bietet die Verwendung der flüssigen Luft noch eine Reihe weiterer Vorteile, so können die Unglücksfälle beim Sprengen in den Gruben, soweit sie beim Transport und beim Sprengen selbst stattfinden, vermieden werden, so daß die Betriebssicherheit der Gruben ganz wesentlich erhöht wird. Der Bergwerksbetrieb wird von den Sprengstoffabriken unabhängig, da die beiden erforderlichen Teilkörper des Sprengstoffes von jedem Grubenbetrieb in einfachster Weise selbst hergestellt werden können. Bei Verwendung der in den Kohlengruben zur Verfügung stehenden billigen Brennstoffe kann der Betrieb einer Luftverflüssigungsanlage so verbilligt werden, daß auch in bezug auf die Unkosten das neue Verfahren mit den heutigen Mitteln leicht wird in Wettbewerb treten können. S.

Über die neuere Entwicklung der **Calciumkarbid- und Acetylenindustrie** berichtet Dr. A. Fraenkel in der *Österr. Chemikerzeitung* (1913, XVI, p. 203). Das Acetylen, das früher fast nur in der Beleuchtungstechnik Anwendung fand, hat im Laufe der letzten 5 Jahre für das autogene Schweiß- und Schneidverfahren eine große Bedeutung erlangt. Neben dem Acetylen kommen heute für die autogene Metallbearbeitung noch verflüssigtes Blaugas und Äthan, welches ebenfalls aus Acetylen hergestellt wird, in Betracht. Während das acetylenothermische Verfahren eine gewaltige Steigerung des Sauerstoffverbrauchs bewirkt hat, verdankt die Stickstoffindustrie dem Calciumkarbid ihr Entstehen. Wenn man Stickstoff über im elektrischen

Ofen erhitztes Calciumkarbid leitet, erhält man Kalkstickstoff (Calciumcyanamid), welches hauptsächlich als Düngemittel Verwendung findet. Von technischer Bedeutung ist ferner die Spaltung des Acetylens in Kohlenstoff und Wasserstoff. Diese Spaltung, die unter hohem Druck durch den elektrischen Funken eintritt, liefert einen Ruß von außerordentlicher Feinheit. Ein weiteres Acetylenverwertungsverfahren besteht in der Darstellung einer Reihe von Acetylenchloridderivaten, die bereits eine ausgedehnte praktische Verwendung gefunden haben. Acetylen geht bei der Einwirkung von Chlor und Antimonchlorid in Acetylentetrachlorid über, aus welchem man leicht Trichloräthylen (in der Extraktionstechnik gewöhnlich als „Tri“ bezeichnet), Pentachloräthan und andere Chloride erhält. Diese Chloride sind zum größten Teil Flüssigkeiten, die für Fette, Öle, Harze und dergleichen ein großes Lösungsvermögen zeigen und gegenüber dem Benzin den großen Vorteil der Unentzündbarkeit besitzen. Von Trichloräthylen ausgehend kann man auch nach einem Patente des Konsortiums für elektrochemische Industrie zu künstlichem Indigo gelangen. Von großem aktuellen Interesse ist die Heranziehung des Acetylens zur Kautschuksynthese. Acetylen und Äthylen können zu Butadien kondensiert werden, welches durch Chlorierung in Isopren übergeht. Aus Isopren gelingt die Darstellung von Kautschuk durch Polymerisation mit konzentrierter Salzsäure. O. F.

Metallisches Barium hat man bisher nach der Methode von Güntz mittels Aluminium hergestellt gemäß der Formel $\text{BO} + \frac{2}{3} \text{Al}_2 = \frac{1}{3} \text{Al}_2 \text{O}_3 + \text{Ba}$. An Stelle des Aluminiums verwendet C. Matignon **das Silicium**, wobei die Reaktion nach der Formel $\frac{2}{3} \text{BO} + \frac{1}{2} \text{Si} = \frac{1}{2} \text{SiO}_2 + \text{BaO} + \text{Ba} - 18,5 \text{ cal}$ verläuft. Er bringt Kügelchen aus einem Gemisch von Bariumoxyd und fein gepulvertem Siliciummetall in ein an einem Ende geschlossenes Stahlrohr und erhitzt dieses in einem Porzellanrohr, in dem ein Vakuum unterhalten wird. Bei 1200° destilliert das Bariummetall dann nach den weniger stark erhitzten Teilen des Stahlrohrs. Da für diesen Zweck auch das billige technische Silicium von 90 % Reingehalt verwendbar ist, so hat die angegebene Methode gute Aussicht auf praktische Verwendbarkeit. (C. R. 156, 1378.) Mk.

Das **Aluminium** ist in den letzten Jahren zu einem Gebrauchsartikel der großen Massen geworden. Die **Weltproduktion** dieses Metalles betrug in den Jahren 1909 bis 1911 bzw. 31 200, 43 800, 46 700 metrische Tonnen, und der entsprechende Verbrauch 35 300, 44 200, 47 900 Tonnen. Diesen enormen Verbrauch ermöglichte der billige Preis des Aluminiums, der in den drei genannten Jahren durchschnittlich 1,35; 1,45; 1,20 M. pro kg betrug. Deutschland verbraucht von diesem Metall bedeutend mehr als es erzeugt, so daß es jährlich etwa 10 000 Tonnen davon einführt. Je ein Drittel dieser Menge wird aus Frankreich und aus der Schweiz bezogen. (Z. f. Elektrotech. 19, 269, 1913.) Mk.

Für **Methan** hat C. A. Crommelin den **dreifachen Punkt** bestimmt, d. h. diejenigen Zustandsbedingungen, unter denen die drei Aggregatzustände des Methans als fester Körper, als Flüssigkeit und als Gas gleichzeitig miteinander im Gleichgewicht zu bestehen vermögen. Es sind dies die Temperatur $-183,15^\circ$ und der Druck 7 cm. (Proc. Amsterdam. 15, 666, 1912.) Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 42.

17. Oktober 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Beiträge zur Pflanzengeographie und Floren-
geschichte der Kaukasusländer und Hoch-
armeniens. Von *Prof. Dr. M. Rikli, Zürich*. S. 993.

Aus der Automobil-Technik. 2. Die Vergaser. Von
Dr. H. Arnold, Berlin. S. 999.

Die 23. Jahresversammlung der Deutschen Zoologi-
schen Gesellschaft. Von *Hanns v. Lengerken, Berlin*. S. 1003.

Von der diesjährigen Naturforscherversammlung:
Über die Entwicklung von Lichtsinn und Farben-
sinn in der Tierreihe. Von *Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Hess, München*. S. 1005.

Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen.
Von *Prof. Dr. Eugen Fischer, Freiburg i. B.* S. 1007.

Die Eiszeit und die kontinentale Wasserscheide in
Patagonien. Von *Prof. Dr. R. Hauthal, Hildes-
heim*. S. 1009.

Die erste Anwendung des Steinkohlengases in der
Luftschiffahrt. Von *Dr. Ing. A. Sander, Karls-
ruhe i. B.* S. 1011.

Über Gelstrukturen. Von *Prof. Dr. Richard Zsig-
mondy*. Referat von *Dr. W. Bachmann, Göt-
tingen*. S. 1013.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zu den Zuschriften der Herren R. J. Meyer und
H. v. Dechend. Von *Privatdozent Dr. Hans
von Liebig, Giessen*. S. 1015.

Erwiderung auf das Vorstehende. Von *Prof.
Dr. R. J. Meyer, Berlin*. S. 1015.

Besprechungen. S. 1015.

Astronomische Mitteilungen. S. 1019.

Kleine Mitteilungen. S. 1020.

Paul Graebner

Lehrbuch der allgemeinen Pflanzengeographie

312 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. In Originalleinenband M. 9.—

„Die Ausführungen des Verfassers sind klar
und übersichtlich, so daß das Werk einen schönen
Überblick des heutigen Standpunktes der Pflanzen-
geographie gibt. Bei jeder Behandlung der ein-
zelnen Gebiete, der geologischen und paläonto-

logischen Betrachtungen, sowie der physiologischen
Ausführungen im Abschnitt, der die ökologische
Pflanzengeographie behandelt, hat Verfasser in
Anmerkungen die wichtigste klassische Literatur bei-
gefügt.“

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Die Pflanzenwelt Deutschlands

385 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. In Originalleinenband M. 7.80

„Das sind Dinge, die man wissen muß, um
die heimische Flora zu verstehen. Wenn aber erst
dieses Verständnis geweckt ist, dann wächst auch
die Liebe zur Heimat und der Eifer zu weiteren
Studien. So hat Graebner sich nicht nur für die

Phytopathologie als mutiger Mitarbeiter erwiesen
der die neuen Wege ausbauen hilft, sondern er
wird auch ein Lehrer für die weitesten Kreise, die
durch ihn die Heimat besser verstehen und schätzen
lernen.“

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomastus-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig

Die Lehre von den Tonempfindungen

Als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik

von Hermann von Helmholtz

Sechste Ausgabe

besorgt und mit einem Vorwort versehen von Professor Dr. R. Wachsmuth.
XVII 668 Seiten. Gr. 8°. Mit dem Bildnis des Verfassers und 66 Abbildungen.

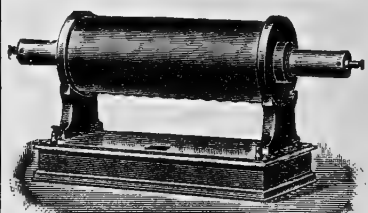
Mark 9.—, in Leinenband Mark 10.50.

Aus einer Besprechung von E. Waetzmann in der „Physikalischen Zeitschrift“:

„... Zum zweitenmal seit Helmholtz' Tode ist eine Neuauflage seiner „Tonempfindungen“ notwendig geworden. Es ist mit aufrichtigem Dank zu begrüßen, daß diese Neuauflage ein fast unveränderter Abdruck der noch von Helmholtz selbst durchgesehenen 4. Ausgabe ist. Damit ist der physikalischen Literatur eines ihrer klassischen Werke in ursprünglicher Schönheit und Geschlossenheit erhalten geblieben. — „Werke, die so tief wie das vorliegende in die Geschichte der Wissenschaft eingeschnitten und nach den verschiedensten Seiten hin epochemachend gewirkt haben, tragen in sich das Recht, als hehre, historische Denkmale in ihrer ursprünglichen Form bewahrt zu werden.“ (R. Wachsmuth, Vorwort zur 5. Ausgabe.)“

Induktorien mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungsbedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Die Diathermie.

Von **Dr. Josef Kowarschik**, Wien.

Mit 32 Textfiguren. 1913.

Preis M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.40.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV
Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite II u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II.

Beiträge zur Pflanzengeographie und Florengeschichte der Kaukasusländer und Hocharmeniens¹⁾.

Von Prof. Dr. M. Rikli, Zürich.

Weit größer als in den Alpen sind die klimatischen Gegensätze der Kaukasusländer. Dies hat auch eine entschieden vermehrte Mannigfaltigkeit der Vegetation zur Folge.

Das Rionbecken kann etwa mit der insubrischen Schweiz in Parallele gesetzt werden, nur sind die Niederschläge durchschnittlich noch reichlicher und die sommerlichen wie auch die mittleren Jahrestemperaturen höher. Eine schwüle Treibhausluft ist für die heiße Jahreszeit dieser Gestade bezeichnend. Zu den täglichen Erscheinungen gehören heftige, platzregenartige Niederschläge, doch bringen sie bei der stets mit Feuchtigkeit geschwängerten Luft keine wesentliche Abkühlung. Das sind Verhältnisse, die für ein *Waldland* wie geschaffen sind. Auch heute noch findet man in Abchasien unabsehbare Länderstrecken mit üppigen Urwäldern bedeckt. Mit ihrem Reichtum an Moosen, Farnen und Schlingpflanzen tragen sie ein ganz subtropisches Gepräge.

Im strengsten Gegensatz zu dieser maximalen Entwicklung der Pflanzendecke stehen die Niederungen des Unterlaufs der Wolga und der Kura, sowie die weiten Hochländer von Russisch-Hocharmenien. Sie haben ein ausgesprochen kontinentales, im Sommer trocken-heißes, im Winter empfindlich kaltes Klima. Mit 247 mm jährlichen Niederschlag hat Baku nicht einmal den zehnten Teil der Regenmenge der regenreichsten Orte der Kolchis, doch gibt es im Osten und Süden Stationen, die noch erheblich weniger Regen aufweisen. So hat das von uns besuchte Aralysch auf der Nordseite des Ararat nur 158 mm, Astrachan rund 120 mm und Kulp im oberen Araxestale sogar nur 97 mm. Mit Ausnahme einiger Auenwälder in der nächsten Umgebung der großen Flußläufe fehlt Wald vollständig. Lichte Gehölze verschiedener Tamarisken und von Rutensträuchern (*Calligonum*, *Ephedra* usw.), sind für die Depressionen mit hohem Grundwasserstand bezeichnend, Salzausbildungen keine Seltenheit. In Barrancos trifft man gelegentlich vereinzelt knorrige Bäumchen, ihre Blätter sind meist dicht-filzig, wie etwa bei *Pirus salicifolius* L., oder auch in etwas verminderter Maß bei *Crataegus orientalis* L. Bei den wenigen Sträuchern neigen die Äste zur Dornbildung; oft legen sie sich spalierartig dem Boden an, nur selten vermögen sich diese Krüppelsträucher mehr als 2 Fuß über ihre Umgebung zu erheben. Sonst ist das Land völlig baumlos. Unabsehbare

Steppen mit ihrer bunten, nur zu rasch vergänglichen Pflanzenwelt bedecken das weite Land in mehr oder weniger offener Vergesellschaftung. Stellenweise nimmt dasselbe den Charakter von *Steppenwüsten* an, die gelegentlich, wie in einzelnen Teilen der öden Mugansteppe, von *eigentlichen Wüsten* kaum zu unterscheiden sind.

Subtropische Regenwälder und *Halbwüsten*, das sind mithin die beiden extremsten Pflanzengesellschaften der Kaukasusländer. Zwischen diese beiden Endglieder sind aber eine Reihe der verschiedenartigsten Vegetationsbilder einzuschalten. Es sei nur erinnert an die *submediterrane Sibirjakformation* von Noworossiisk, an die herrlichen *kaukasischen Bergwälder* aus Nordmannstannen und orientalischen Fichten im mittleren Klytschtal, an die trockenen *Waldföhrenbestände* auf alten Lavaströmen bei Borshom, an die märchenhaft üppigen *Hochstaudenfluren*, ferner an die saftigen, farbenprächtigen *Alpenmatten*. Bei Sarepta am Wolgaknie haben wir Bekanntschaft gemacht mit den östlichsten, pontischen *Grassteppeninseln*, mit der einförmigen *Artemisiasteppe* und mit *Salzmorästen* von durchaus aralo-kaspischem Typus. In Russisch-Hocharmenien lernten wir *xerophil-rupestre Hochsteppen* mit ganz iranischem Florenbestande kennen.

Schon aus diesen wenigen Andeutungen ergibt sich, daß die Kaukasusländer *pflanzengeographisch keinen einheitlichen Charakter* tragen, daß es vielmehr *Grenz- und Mischungsgebiete* sind, woselbst sich recht verschiedenartige Floren treffen. Höchstens die *Hochlagen der Gebirge* können mit einer gewissen Berechtigung Anspruch erheben auf ein *spezifisch-kaukasisches Gepräge*; doch gilt dies fast nur für den eigentlichen Kaukasus und für die Grenzgebiete Transkaukasiens gegen das Lasistan, indessen die südlichen und östlichen Ketten und Gebirgsstöcke, selbst in ihren Hochlagen, eine Flora aufweisen, die in der Hauptsache als *alpine Variante der umgebenden Steppen* zu deuten ist.

Wer auch immer die mitteleuropäischen Alpenländer besucht, dem wird sich sofort die Unterscheidung zweier Floren aufdrängen; die *eurasische Wald- und die Alpenflora*. Das geschulte Auge des Pflanzengeographen bemerkt allerdings noch zahlreiche *Einstrahlungen*, die er, je nach ihrem Ausgangspunkt als *mediterran*, *pontisch*, *atlantisch* oder gar als *altafrikanisch* bezeichnet. Doch diese fremden Florenelemente sind relativ nur in geringer Zahl vorhanden, sie treten mehr vereinzelt auf und schließen sich kaum zu eigenen Formationen zusammen, sondern bilden mehr oder weniger integrierende Bestandteile *eurasisch-silvestrer Vergesellschaftungen*. Immerhin vermögen sie doch zuweilen der Flora ein ganz spezifisches *Lokalgepräge* zu geben, das dem einigermaßen aufmerk-

¹⁾ Autoreferat eines Vortrages, gehalten in Frauenfeld am 10. September, in der 2. Hauptsitzung der 96. Jahresversammlung der schweiz. Naturforschenden Gesellschaft.

samen Beobachter kaum entgehen wird, das aber den gesamten Vegetationscharakter doch nie wesentlich zu verändern vermag.

Anders in den Kaukasusländern. Wer zum erstenmal, sei es auch nur flüchtig, den Kaukasus und Hocharmenien bereist, der wird mit *fünf recht verschiedenen Floren*, mit fast vollständig verändertem Artbestand Bekanntschaft machen. Es sind:

1. *Die Waldflora*. Sie erreicht ihre Hauptentwicklung im westlichen Transkaukasien, zwischen dem Südfall des Kaukasus und dem pontischen Gebirge. Im Osten bilden die Meskischen Berge, die Wasserscheide zwischen Rion und Kura, die Grenze. Ein zweites Waldgebiet umfaßt die Landschaften am Südufer der Kaspisee: Talysch, Gilan, Massanderan; ein beachtenswerter Unterschied dieses Waldgebietes gegenüber der Kolchis ist das vollständige Fehlen zapfentragender Nadelhölzer, und von den sechs Wacholderarten der Kaukasusländer sind nur *Juniperus communis* L. und *J. Sabina* L. vorhanden. Merkwürdigerweise fehlen hier auch die baumförmigen *Rhododendren* und der *Pfeifenstrauch* (*Philadelphus coronarius* L.).

2. *Die Hochgebirgsflora*. Infolge der Zerstückelung der kaukasischen Gebirgswelt in eine Reihe mehr oder weniger selbständiger Ketten, Gebirgsstöcke oder dem Hochlande aufgesetzter, einzelner, riesenhafter erloschener Vulkane, muß man, wie J. S. Medwedew gezeigt hat, *sechs verschiedene Zentren alpiner Pflanzenwelt unterscheiden*, nämlich neben der kaukasischen Hauptkette noch fünf kleinere, getrennte Kolonien in Transkaukasien und dem angrenzenden Hocharmenien. Sehr eng begrenzt sind die Oreophytenbezirke des Talysch und des Ararat. Jedes dieser Gebiete hat seine Eigentümlichkeiten.

3. *Die pontische Niederungssteppenflora*. Sie umfaßt den größten Teil Ciskaukasiens, besonders das Schwarzerde- und Lößgebiet. Herrschend sind *Grassteppen* und die aus thermophilen, winterkahlen Gebüsch bestehende *Sibljakformation*, welche in offener Vergesellschaftung besonders die Hügelländer besetzt hält. Als Leitpflanze dieser auch in Transkaukasien wiederkehrenden Vegetationsbilder kann der gemeine Stechdorn (*Paliurus aculeatus* L.) gelten.

4. *Die xerophil-rupestren Hochsteppen* von Hocharmenien und des Karabagh, mit ihren Dorn- und Rutensträuchern und vielen sehr aberranten Pflanzentypen. Es ist das Reich der Tragante (*Astragalus*) und der stacheligen *Acantholimon*-Arten.

5. *Die Halbwüsten und Wüstengebiete* der westlichen Uferlandschaften des Kaspischen Meeres und des untersten Kuratales. Der Pflanzenwuchs ist sehr spärlich; vielfach enthalten die Landschaften auch durch das massenhafte Auftreten von *Chenopodiaceen*, insbesondere von *Salsolaceen* ein sehr einförmiges Aussehen.

Aus der Fülle des während einer zehnwöchentlichen Reise (im Sommer 1912) Gesehenen, wurden zunächst einige eingehende ökologisch-pflanzengeographische Schilderungen besonders

interessanter Vegetationsbilder gegeben. Sie sollten als Grundlage dienen zu einer Analyse der Wald- und Hochgebirgsflora nach ihren Florenelementen, einer Analyse, die gleichzeitig einige Anhaltspunkte zur Florengeschichte dieser Länder verschaffen konnte.

Von den *Vegetationsbildern* sollen hier nur vier mit wenigen Worten charakterisiert werden:

1. *Der kolchische Niederungswald um Gagry*. — Der kolchische Urwald der unteren Stufe, bis etwa 400 m Meereshöhe, ist ein *außerordentlich reichhaltiger Mischwald*, der fast nur aus Laubböhlzern besteht. Reichlich vertreten sind Eichen, Ahornarten, Ulmen, Eschen, Buchen, Elsbeerbäume, ganz besonders aber Linden. Auch der Buchs ist sehr häufig, er bildet meistens Unterholz, kommt aber auch in Baumform vor und bringt es zu einer Stammhöhe von 13 m. Aber auch unter dem Strauchwerk begegnet man manchem Bekannten aus der fernen Heimat.

Die häufigsten und tonangebendsten Arten sind mithin diejenigen des mitteleuropäischen Waldes und doch machen diese Wälder in mancher Hinsicht einen ganz fremdartigen Eindruck. Dies ist zum Teil ihrer *geradezu fabelhaften Üppigkeit* zuzuschreiben. Zudem sind Stämme und Astwerk der Jahrhunderte alten Waldriesen mit einem dichten, *schwellenden Moosmantel* bedeckt, in dem sich ganze Regimenter von Farnen, ja selbst Blütenpflanzen und Sämlinge von Holzgewächsen als Epiphyten angesiedelt haben.

Im Unterschied zu unseren Wäldern spielen im Unterholz eine Reihe *immergrüner Arten* eine wichtige Rolle. Neben *Stechpalme* und *Buchs* bildet der *Kirschlorbeer* (*Prunus Laurocerasus* L.) ausgedehnte, vielfach beinahe undurchdringliche Dickichte, dazu kommen baumförmige *Rhododendren*. Das immergrüne *Rhododendron ponticum* L. sucht die schattigen Stellen des Waldes auf und wird bis 8 m hoch, es entwickelt im Mai blauviolette Blütensträube, indessen das gelbblütige, sommergrüne *Rh. flavum* Don sich mehr an die Lichtungen hält.

Neben diesen, unseren Wäldern fremden Bestandteilen, ist das Auftreten *einer Reihe südlicher Sträucher*, die immerhin noch die Südschweiz, ja zum Teil sogar die nordalpine See- und Föhnzone erreichen, von besonderem Interesse. Hieher: der *Feigenbaum*, die *Hopfenbuche* (*Ostrya carpinifolia* Scop.), der *Zürgelbaum* (*Celtis australis* L.), die *Dattelpflaume* (*Diospyros Lotus* L.), der *Perückenbaum* (*Cotinus*) usw.

Doch damit noch nicht genug. Vom pflanzengeographischen Standpunkt aus verdienen einige Arten, *die nach Osten weisen*, ganz besonders hervorgehoben zu werden. So der in unseren Gärten viel gehaltene *Pfeifenstrauch* (*Philadelphus coronarius* L.) und *Siegesbeckia orientalis* (L.) Desv., eine Komposite, die auch den Wäldern Japans angehört. *Aver laetum* C. A. Mey. gewissermaßen eine primitive Form unseres Spitzahorns, erstreckt sein Areal nach Osten bis ins östliche Himalaya und ins Yünnan. Zu dieser Gruppe gehört auch, um nur noch zwei besonders auffällige Gestalten

wenigstens kurz zu erwähnen, die Juglandacee *Pterocarya caucasica* C. A. Mey. und die Ulmacee *Zelkova crenata* (Desf.) Spach. Auch die baumförmigen *Rhododendren* sind dieser Kategorie von Pflanzen zuzuzählen.

Nichts trägt aber so sehr zum abweichenden Charakter des kolchischen Urwaldes gegenüber unseren einheimischen Wäldern bei, als das massenhafte Auftreten einer ungewöhnlich großen Zahl von *Kletter- und Schlingpflanzen*, die vielfach siegreich bis in die obersten Wipfel der Bäume vorstoßen. Neben unseren Arten, die aber ein bescheidenes Dasein fristen, sind es unserer Flora fremde Gewächse. Der im westlichen Transkaukasien und im Talysch heimische *kolchische Efeu* (*Hedera colchica* C. Koch) legt sich mit seinen zahlreichen Adventivwurzeln aufs innigste an sein Opfer. Der Haupttrieb erreicht Schenkeldicke und die dichte Blattfülle umhüllt den Träger in einer Breite von 8–12 Fuß. Aber noch mehr wird wohl die *wilde Weinrebe* (*Vitis vinifera* L.) unsere Bewunderung erregen. Obwohl von Nordpersien bis Griechenland verbreitet, fühlt sie sich doch nirgends so heimisch wie in den kolchischen Waldtälern. Ihre Stämme bringen es bis zu einer Dicke von 45 cm. Das Blattwerk ist tief gelappt, die Früchte klein und sauer. Mit ihren dicht verflochtenen Netzen überspannt sie ganze Kronen und läßt alsdann ihre langen Triebe graziös aus dem Gezweig herunterfallen. Endlich sei noch ein echtes Kind der Kolchis, die *kaukasische Yamswurzel* (*Dioscorea caucasica* Lipsky) erwähnt, eine endemische Liane von ganz tropischer Verwandtschaft. Um Gagry am Ufer des Pontus ist sie nicht selten. In ihrer Erscheinung erinnert sie sehr an unsere *Tamus communis* L., zumal in männlichen Stöcken. Die weiblichen Exemplare erzeugen aber statt Beeren dreiflügelige, trockene Früchte mit flugfähigen Samen.

Ursprüngliche, durchaus urwaldartige Wälderbilder sind an uns vorbeigezogen. Die Großblätterigkeit, der Reichtum an epiphytischen Moosen, Farnen und Schlingpflanzen, das Auftreten immergrüner Arten im Unterholz, die überaus große Feuchtigkeit sind wesentliche Unterschiede gegenüber unseren mitteleuropäischen Waldungen und erinnern einigermaßen an subtropische Regenwälder.

2. *Die Hochstaudenfluren.* — Eine große Anzahl von *Riesenkräutern*, den verschiedensten Familien angehörend, vielfach mannshoch und darüber, bedecken ganze Mulden und weite Strecken der Gebirgsabhänge auf der Südseite des westlichen Kaukasus mit einer unvergleichlichen Blütenpracht. Was strotzende Üppigkeit, ungeahnte Formenmannigfaltigkeit und blendende, geradezu verführerische Farbenwirkungen anbetrifft, kennt unsere Flora nicht ihresgleichen. In dieser verschwenderischen Pracht verschwinden vielfach Roß und Reiter. Für diese Vergesellschaftung haben E. Levier und St. Sommier ganz treffend den Namen „*Mammutfloren*“ geprägt. Levier schreibt: „Ce fut pour nous un travail de pionniers que de nous frayer un chemin à travers cette végétation qui semblait anti-diluvienne et où nous dis-

paraissions comme les hommes de Liliput.“ Diese lebensvollen Ausführungen, geschrieben unter dem Eindruck der ersten Begeisterung, können wir nur bestätigen. Auch uns kamen diese einzigartigen Vegetationsbilder vor wie eine Erinnerung an eine frühere, längst der Vergangenheit angehörige Zeitepoche. Auf all meinen vielen Reisen habe ich nichts gesehen, das den kaukasischen Hochstaudenfluren an die Seite gestellt werden könnte, sie bilden eine wunderbar abgetönte, herrliche Farbensymphonie, die mit ihrem bestrickenden Zauber Herz und Gemüt erfrischt, und die in ihrer vollen Pracht gesehen zu haben, allein schon eine Reise nach dem fernen Kaukasus wert ist. Es würde zu weit führen, einzelne Arten, meistens kaukasische Endemismen, aufzuführen, doch auf die Vergänglichkeit dieser Flora wird noch hingewiesen werden. Nach den ersten Herbstfrösten stirbt jedes Jahr die ganze Herrlichkeit bis auf den Grund ab, um nach der langen Winterruhe, gleichsam explosionsartig, neuerdings aus dem Boden emporzuschießen. In wenigen Wochen sind ihre Tage schon wieder gezählt.

3. *Die Alpenmatten.* — Während in den Alpen die Flora Mitte Juni bis Anfang Juli ihre schönsten Reize entfaltet, gelangt sie im westlichen Kaukasus erst reichlich zwei Monate später zum Gipfelpunkt ihrer jährlichen Periodizität. Unser schwefelgelbes Windröschen (*Anemone sulphurea* L.) steht im Alpengebiet vielfach schon Ende Mai in voller Anthese, am Kluchor haben wir die kaukasische Rasse (*var. aurea*) am 10. August in Vollblüte angetroffen. Im hohen Kaukasus sieht man noch zu einer Zeit alles grünen und blühen, wo bei uns das meiste schon abgeblüht ist, und nur noch Nachzügler auf dem Plane stehen. Man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man die gewaltigen Niederschläge und die ungewöhnlich große Feuchtigkeit der Luft für diesen auffallenden Unterschied verantwortlich macht. Auf der trockenen Nordseite war die Vegetation ungleich weiter vorgeschritten. Bekannt ist, daß Trockenheit die Blütenbildung beschleunigt, Feuchtigkeit sie dagegen verzögert. Es sei nur an die frühe Entwicklung der Flora trockener Kalkgebiete und an die verspätete Sumpffloren erinnert.

Noch in einer anderen Richtung wirkt das extrem feuchtozeanische Klima in Verbindung mit der großen Steilheit der Gehänge auf die Pflanzenwelt ein, es trägt zur Verwischung der Höhenunterschiede bei. Etwas Ähnliches zeigen beispielsweise auch die Tessiner Alpen, wo einerseits mit 1750 m die Buche höher ansteigt als sonstwo in der Schweiz und andererseits bei Vira Alpenrosen den Spiegel des Langen Sees (ca. 200 m) schmücken. Doch viel auffälliger sind die extremen Höhengrenzen vieler Arten im westlichen Kaukasus. Bei Gagry trafen wir die Buche, schöne Hochwälder bildend, in nächster Nähe des Meeres; als Gebüsch tritt sie noch bei 2250 m an der Baumgrenze auf. *Rhododendron ponticum* L., das schon im Tiefland als Unterholz die Buchenwälder schmückt, wird im Bergwald bis über 1500 m angetroffen, *Rh. flavum*

Don sogar bis 2100 m. Die Stechpalme sahen wir noch bei 1900 m, den Kirschlorbeer sogar bis 2150 Meter. Diese Fälle stehen nicht vereinzelt da; ebenso könnten zahlreiche Beispiele echter Alpenpflanzen mit ungewöhnlich tiefen Standorten aufgeführt werden.

Eine Folge solch extremer Höhengrenzen ist die *wenig scharfe Scheidung der Laub- und Nadelhölzer*. Von einem eigentlichen Nadelholzgürtel kann man im westlichen Kaukasus kaum sprechen. In der Höhenlage von 1300—1750 m besteht der Gebirgswald allerdings hauptsächlich aus edlen *Nordmannstannen* (*Abies Nordmanniana* Stev.) und *orientalischen Fichten* (*Picea orientalis* Carr.), doch sind diesen Koniferen in mehr oder weniger großer Zahl immer Laubbölzer, besonders Buchen, eingesprengt. An der, je nach den Gebirgsabschnitten zwischen 1800—2500 m wechselnden *Baumgrenze* herrschen wiederum hauptsächlich Laubbäume, besonders *Birke*, *Fagus orientalis* Lipsky, *Sorbus aucuparia*, *Wildbirne* und *Acer Trautvetteri* Medw.

Über dem Nacharlager im oberen Klytschtal trafen wir üppige *subalpine und alpine Matten*. Mitte August, zur Zeit unseres Besuches, standen sie in voller Anthese. Darüber waren wir uns alle einig, daß eine solche Blütenfülle in den Alpen zu den seltenen Ausnahmen gehört und nur auf ganz eng begrenztem Raume angetroffen wird. Sowohl hinsichtlich der Artenzahl, als auch in bezug auf das kräftige Wachstum und die ungeahnte Farbenpracht verdienen die Alpenmatten des westlichen Kaukasus unbedingt den Vorrang. Von 2100 bis 2650 m erfolgte der Aufstieg zum Kluchorpaß durch wahre Blumengärten, die in allen Abstufungen der gesamten Farbenskala prunkten. In den tieferen frisch- bis feuchthumösen Lagen erreicht die Vegetationsdecke eine Höhe von 30—90 cm; weiter oben wurde sie allmählich kurzrasig und hatte sie nur noch 20—5 cm. Vorherrschend sind saftige Kräuter; Gräser treten stark zurück.

Obwohl eine ziemliche Anzahl *alpiner Oreophyten* vorkommen, so überwiegen doch die uns fremden Florenbestandteile, sowohl nach ihrer Individuen-, als ganz besonders nach ihrer Artenzahl. Die Vertreter der Pflanzenwelt unserer Alpen sind *hier gewissermaßen nur geduldete Gäste*. Mit den einheimischen Kindern des Kaukasus können sie in bezug auf Üppigkeit, Formenreichtum und Farbenpracht es nicht aufnehmen. Mit diesen wenigen, allgemein orientierenden Bemerkungen müssen wir uns begnügen, für eine auch nur einigermaßen vollständige Aufzählung mit kurzer Charakterisierung der einzelnen Spezies nach ihrer Erscheinung und Ökologie fehlt hier der Raum und eine trockene Artenliste würde uns nichts sagen¹⁾.

¹⁾ Interessenten seien verwiesen auf: M. Rikli und E. Rübel, *Vegetationsbilder aus dem westlichen Kaukasus* in G. Karsten und H. Schencks Vegetationsbilder, Reihe XI, Heft 6/7 (1913), Jena, G. Fischer, und auf das im Druck befindliche Buch: M. Rikli, *Natur- und Kulturbilder aus den Kaukasusländern* von Teilnehmern der schweiz. naturwissenschaftlichen Studienreise, mit 64 Tafeln, ca. 280 S., Orell Füssli, Zürich (erscheint auf Weihnachten 1913).

4. *Die Gebirgsflora des Großen Ararat*. Obwohl der 5160 m hohe Ararat in seinen höheren Lagen mit Schnee und Eis bedeckt ist, kommt es auf demselben doch *kaum zur Ausbildung spezifisch alpiner Formationen*. Vollständig vereinsamt erhebt sich sein Hochalpengebiet aus dem armenischen Hochlande, mitten aus einer äußerst trockenen Landschaft. Neben den durchaus ungenügenden Niederschlägen, der Trockenheit der Luft und der intensiven Besonnung kommt noch die poröse Gesteinsbeschaffenheit hinzu. So sickert das spärliche Wasser sofort in die Tiefe, daher enthalten die oberflächlichen Erdschichten im Spätsommer kaum Spuren von Wasser. So bleibt sich der Vegetationscharakter durch alle Höhenlagen in den Hauptzügen gleich: Kahlheit, fast völliges Fehlen von Baumwuchs, meist mehr oder weniger offene Bewachsung des Bodens, Vorherrschen von Dornsträuchern, Rutenpflanzen, Filzgewächsen, Xerogramineen und Therophyten sind bezeichnend. Das Hauptkontingent der Flora stellen *Steppenpflanzen*, deren Heimat im östlichen Vorderasien, besonders im iranischen Hochlande zu suchen ist. Das Felsenmeer des dunklen vulkanischen Gesteins beherbergt, selbst in den Hochlagen, eine *fast ausschließlich xerophile Vegetation*.

Trotz der südlichen Lage und der Trockenheit des Klimas ist der Ararat, wie J. S. Medwedew 1907 zuerst hervorgehoben hat, einer der südlichsten Punkte der Gebirgsreihe Vorderasiens, auf dem sich noch die *Wirkung des Eiszeitklimas bemerkbar gemacht hat*. Als Zeugen für diese Tatsachen kann das Vorhandensein von etwa fünfzig weitverbreiteten *Glazialpflanzen* in Anspruch genommen werden, so z. B. *Cerastium cerastioides* (L.) Britton, *Sibbaldia*, *Erigeron alpinus* L. und *E. uniflorus* L., *Oxyria digynia* (L.) Hill, *Saxifraga sibirica* L. usw. Manche dieser Arten habe ich im Sommer 1908 auch in Dänisch-Nordwest-Grönland gesammelt. — Eine Folge der Isoliertheit der alpinen Stufe des Ararat ist auch das Auftreten einer größeren Anzahl engbegrenzter, zum großen Teil nur diesem erloschenen Vulkankegel und zwar ausschließlich dessen höheren Gebirgslagen angehörender *Endemismen*. Bezeichnend ist, daß von den vierzehn Endemiten elf wiederum von nordischen Typen abzuleiten sind. Nur drei Astragalusarten sind als oreophyte Abkömmlinge zentralasiatischer Formen abzuleiten.

Versuchen wir noch kurz die Wald- und Oreophytenflora der Kaukasusländer nach ihrer Herkunft und möglichen Wanderungsbahnen zu erläutern.

a) *Waldflora*. — Die kolchischen Niederungswälder bestehen aus *zwei ganz verschiedenen Bestandteilen*. Neben unseren mitteleuropäischen Waldbäumen und Waldpflanzen, die in denselben Typen oder doch in nahe verwandten Arten auftreten, begegnen uns auch zahlreiche Gestalten, die auf den fernen Osten weisen. Es sind zumeist Gattungen und Sippen, die der Pflanzenwelt Mitteleuropas völlig fehlen. Ihr derzeitiges, öfter zerrissenes Areal, ihre nahe Verwandtschaft mit subtropischen Arten, die Tatsache, daß einzelne dieser

Gewächse in Ostasien in einer größeren Anzahl von Arten auftreten, in der Kolchis aber ihre letzten, weit nach Westen vorgeschobenen Vorposten haben, verleiht diesem Florenbestandteil *ein altertümliches Gepräge und spricht für eine langandauernde ungestörte Florenentwicklung der Ostpontis*. Diese Auffassung wird weiter dadurch bestärkt, daß einzelne dieser Arten — es sei nur an *Rhododendron ponticum* L. erinnert — im südalpinen und mediterranen Tertiär mehrfach nachgewiesen worden sind. Außer an der östlichen Uferlandschaft am Schwarzen Meer ist diese Art heute nur noch aus der feuchten südatlantischen Provinz der iberischen Halbinsel bekannt. Das Massenzentrum der baumförmigen *Rhododendren* gehört bekanntlich dem östlichen Himalaya und dem Yünnan an. So trägt *Rhododendron ponticum* L. einen ausgesprochenen Reliktencharakter. Dasselbe gilt von *Dioscorea caucasica* Lipsky, von *Philadelphus coronarius* L.; *Andrachne colchica* Fisch. et Mey., *Pterocarya*, *Zelkova* und anderen wichtigen Bestandteilen beziehungsweise Begleitpflanzen der kolchischen Urwälder. Auch die Buche des Kaukasus (*Fagus orientalis* Lipsky) steht, wie bereits Köhne betont, der japanischen *F. Sieboldi* Endl. entschieden näher als unserer europäischen Art. Diese Elemente des kolchischen Waldes sind größtenteils Reste einer alten, mehr hygrophytischen *Mediterranflora*, sie versetzen uns in die Interglazialzeiten und in die ausgehende Tertiärzeit Mittelbeziehungsweise Südeuropas, in eine Zeit, wo der Wald auch bei uns eine ähnliche Zusammensetzung gehabt hat. Schon 1891 schrieb R. v. Wettstein: „Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, daß in interglazialer Zeit die Flora der Gebirge des nördlichen Tirol und wahrscheinlich eines großen Teils der Alpen überhaupt dieselbe Zusammensetzung besaß, wie gegenwärtig die Flora der östlichen Umgebung des Schwarzen Meeres.“ Unter Berücksichtigung dieser Forschungsergebnisse wird die *Wanderung durch den kolchischen Urwald zu einer pflanzengeschichtlichen Reminiszenz*.

Die nordischen und mitteleuropäischen Bestandteile der kolchischen Wälder sind dagegen wohl erst *postglazial* eingewandert und somit gewissermaßen als *moderne Zutaten* anzusprechen. Noch zur Eiszeit waren die pontisch-aralokaspischen Niederungen mit Meer bedeckt, so daß die *Einwanderung der nordasiatischen Waldflora* in den Kaukasus erst später erfolgen konnte. Die *Waldungen Ciskaukasiens* dagegen haben ein völlig nordisches Gepräge; tertiäre Elemente fehlen nahezu ganz. Vielfach sind Waldföhre, Birke, Zitterpappel tonangebend. Nur in der Ostpontis zeigen die Wälder den oben geschilderten, ausgesprochenen *Mischcharakter* einer spätertären beziehungsweise *interglazialen Reliktenflora*, durchsetzt und zum Teil verdrängt von einer *rezenten, aus dem Norden eingewanderten Waldflora*.

b) *Oreophytenflora*. — Wer zum ersten Male aus eigener Anschauung — und sei es auch nur flüchtig — einen Einblick in die *kaukasische Alpenflora* gewonnen hat, dem drängt sich sofort der Vergleich mit der *Pflanzenwelt unserer Alpen* auf.

Er wird erstaunt sein zu sehen, daß viele der häufigsten und bezeichnendsten Alpenpflanzen fehlen, so z. B. die beiden Alpenrosen, das Edelweiß, die Grünerle, das stengellose Leimkraut (*Silene acaulis* L.), der Gletscherranunkel (*Ranunculus glacialis* L.), mehrere Steinbreche wie *Saxifraga aizoides* L., *S. oppositifolia* L., *S. stellaris* L.; ferner unsere großblumigen Alpenenzianen (*Gentiana Clusii* Perr. et Song. und *G. Kochiana* Perr. et Song.), ebenso mit Ausnahme von *Primula farinosa* L. alle alpinen Primeln und viele andere mehr. Auch sind die Gattungen *Carex*, *Festuca*, *Salix*, *Arabis*, *Hieracium* usw. im kaukasischen Hochgebirge viel spärlicher vorhanden als bei uns.

Doch dieser Ausfall wird reichlich ersetzt durch viele den Alpen fremde Arten. In der subalpinen Stufe fällt, besonders im Westen, die stattliche Zahl üppiger Hochstauden auf. Nur ganz wenige sind auch in den Alpen vorhanden. Eine ganze Reihe von Gattungen, die der alpinen Stufe Europas fehlen, haben im kaukasischen Hochgebirge ihre Vertreter, so beispielsweise die Genera *Fritillaria*, *Muscari*, *Carum*, *Nonnea* usw. Noch größer ist die Zahl der Alpenpflanzen aus Gattungen, die in den mitteleuropäischen Alpen, ja meistens in ganz Europa nicht vorkommen. Es sei nur erinnert an *Puschkinia* unter den Liliaceen, an *Pseudovesicaria* unter den Cruciferen; bei den Umbelliferen trifft dies für die Genera *Chamaesciadium* und *Zozima* zu, bei den Borragineen für *Arnebia* und *Omphalodes*; die Scrophulariaceen figurieren mit *Rhynchocorys*, die Campanulaceen mit *Podanthum* usw. Ferner gibt es eine ganze Anzahl von Gattungen, die erheblich artenreicher sind als in den Alpen, so *Alopecurus*, *Papaver*, *Astragalus*, *Euphorbia*, *Hypericum*, *Campanula*, *Centaurea*, *Cirsium* usw. All dies wirkt zusammen, um der kaukasischen Flora einen gegenüber unserer alpinen Pflanzenwelt recht veränderten Charakter und den *Stempel großer Selbständigkeit* zu verleihen.

Für die Sonderstellung der kaukasischen Alpenflora sprechen auch noch folgende Tatsachen, auf die bereits A. Engler (Berlin) aufmerksam gemacht hat. Nur 38 % ihrer Arten hat die Oreophytenflora des hohen Kaukasus mit derjenigen der benachbarten Gebirge gemeinsam; in den Bergen Griechenlands sind es 46 %, in Rumelien gar 66 %. — *Endemismen* zählte das Gebirge nach A. Englers 1879 veröffentlichter Zusammenstellung 29 %. Seit her sind aber noch sehr viele neue Arten beschrieben worden, so daß wir wohl nicht zu hoch greifen, wenn wir heute 35 % annehmen. Das ist gegenüber 15,4 % in den Alpen mehr als das Doppelte. Der Rest von 27 % dürften in der Hauptsache weit verbreitete *Glazialpflanzen* oder ins Gebirge eingewanderte *Steppenelemente* sein.

Als *alpin-altaische Gewächse* bezeichnet man Arten, welche außer im Alpensystem auch noch im Ural und Altai, zum Teil auch in der Arktis auftreten. Kürzlich hat A. Engler eine 47 solcher Arten umfassende Liste veröffentlicht, die aber alle im Kaukasus nicht vorkommen. Mit Recht hebt der hervorragende Pflanzengeograph hervor, daß diese Tatsache von großer Bedeutung für die Erkenntnis

der Wege ist, welche die Glazialpflanzen während der Eiszeit und nach dieser auf ihren Wanderungen von den subarktischen Gebirgen Asiens nach den Alpen genommen haben. *Obwohl der Kaukasus dem Altai und dem Ural näher liegt als den Karpathen und Alpen, so ist doch die Wanderung der Glazialpflanzen dem weiteren Weg, der Südgrenze des Polareises gefolgt.*

Ganz fehlt übrigens dieses Element dem Kaukasus nicht, es sei nur *Vaccinium uliginosum* L. erwähnt. Die Rauschbeere ist übrigens nicht spezifisch arktisch-alpin, sondern als Moor- und Waldmoorpflanze durch das submontane Mitteleuropa und durch Nord- und Mittelrußland verbreitet. Es ist daher wohl denkbar, daß diese Spezies vom Norden mit der Waldflora in den Kaukasus gelangt ist. Ihr seltenes Vorkommen im kaukasischen Hochgebirge läßt auch an zufällige Verschleppung durch Vögel denken. *Anemone narcissiflora* L. und *Aster alpinus* L. sind zwei Glazialpflanzen, die wohl von Osten her in den Kaukasus gelangt sind.

Der Kaukasus hat auch einige arktische und arktisch-alpine Arten, wie *Poa alpina* L., *Dryas octopetala* L., *Thalictrum alpinum* L., *Gnaphalium supinum* L. usw., ferner *Saxifraga flagellaris* Willd. em. und *S. sibirica* L. Die beiden letzten Arten fehlen im Alpensystem. Durch ihre Gesamtverbreitung und die Verbreitung der nächststehenden Arten kann eine Einwanderung aus Osten, aus den Gebirgen Zentral- und Hochasiens, mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden. Auch *Thalictrum alpinum* L. dürfte auf diesem Wege in den Kaukasus gelangt sein.

Wenn einst die Pflanzenwelt des Tianschan und des nordpersischen Randgebirges besser bekannt sein wird, dann dürfte sich für die Geschichte der kaukasischen Alpenflora diese östliche Einwanderungslinie gewiß wichtiger erweisen, als man bisher angenommen hat. Immerhin darf ein Moment nicht vergessen werden: *Die lang andauernde Bedeckung der aralokaspischen Senke durch ein gewaltiges Binnenmeer.* Damals muß das Klima der südlichen Randgebirge Turkestans milder und vor allem feuchter gewesen sein als heutzutage. Einen Anhaltspunkt für die in jenen Gegenden herrschenden Verhältnisse kann die Flora des Talysch geben. Unter solchen Bedingungen mußte in den Gebirgen eine Wanderung alpiner Arten des Altaisystems und des südlichen Hochasiens nach Westen erheblich leichter erfolgt sein, als dies jetzt der Fall ist. Mit dem Verschwinden des großen zentralasiatischen Binnenmeeres wurde das Klima trockener und extremer. Viele glaziale Arten mögen alsdann der fortschreitenden Versteppung der höheren Gebirgsteile zum Opfer gefallen sein.

Eine ähnliche Lücke in der Erkenntnis der Pflanzenwelt besteht leider auch im Westen, indem die Erforschung der Flora des pontischen Gebirgszuges im Norden von Kleinasien immer noch recht mangelhaft ist. Manches deutet jedoch darauf hin, daß auch auf dieser Linie ein recht erheblicher Florenaustausch zwischen dem Kaukasus und den Gebirgen Südosteuropas, und damit indirekt auch

mit dem Alpensystem erfolgt sein muß. Darüber nur wenige Andeutungen. Einzelne Bestandteile der ostpontischen Hochstaudenfluren, wie *Telekia speciosa* Baumg., *Doronicum macrophyllum* Fisch., *Senecio Othonnae* M. Bieb. usw. sind auch im Balkan vorhanden. Den Kirschlorbeer (*Prunus Laurocerasus* L.) trifft man als Unterholz in den Wäldern Ostrumeliens, Südostserbiens, Thraziens und Griechenlands. *L. Adamovič* faßt sie für die Balkanländer als Tertiärrelikt auf. In den Wäldern trifft man die kolchischen Holzpflanzen *Celtis caucasica* Willd., *Carpinus orientalis* Mill. und *Corylus Colurna* L., und auch mehrere im Kaukasus besonders stark entwickelte Gattungen sind bereits im Balkan in einer größeren Anzahl von zum Teil nahe verwandten Arten vertreten.

Doch vergessen wir neben all diesen Fremdlingen die eigentlichen Kinder des hohen Kaukasus nicht. Unbedeutende Abarten weitverbreiteter Spezies spielen nur eine untergeordnete Rolle. So ist *Aconitum Lycoctonum* L. var. *orientale* Regel eine weißlich blühende Abart unserer Wolfswurz. *Anemone narcissiflora* L. tritt neben dem Typus auch in der goldgelbblütigen Abart *chrysantha* F. et C. A. Mey auf. Diese Beispiele lassen sich mit Leichtigkeit vermehren. Das sind jedoch alles verhältnismäßig kleine Abweichungen, die auf eine rezente Entstehungsgeschichte hinweisen.

Viele kaukasische Endemismen, es sind gerade die schönsten, glanzvollsten und auffallendsten Gestalten, zeigen dagegen Merkmale einer alten Flora, wie systematisch mehr oder weniger isolierte Stellung, geringe Variabilität, relative oder absolut kleine Verbreitungsareale, weit entfernt von denen der nächststehenden Arten. Wir verzichten hier auf Erörterung spezieller Fälle, es liegt dies außerhalb des Rahmens dieses Referates. Bis in das Tertiär hinein müssen diese alten Elemente der oreophyten Kaukasusflora zurückreichen. Sie lehren, daß offenbar schon vor der Eiszeit der hohe Kaukasus eine reiche Flora besaß, die bei der nicht zu starken allgemeinen Vergletscherung dieses Gebirges in den Nachbargebieten ihr zugehörige Standorte fand, wo sie die ungünstige Zeitepoche überdauerte, um am Schuß der Glazialperiode wiederum, und durch neue Arten verstärkt, in die Hochlagen der Hauptkette einzuwandern.

Wir sind am Schluß. Wenn auch viele Einzelheiten der Florengeschichte der Kaukasusländer immer noch im dunklen liegen und gewisse Auffassungen der Revision bedürfen, so kann man heute doch schon so viel sagen, daß die Florengeschichte dieser Länder, obwohl in manchen Punkten recht abweichend von derjenigen unserer Alpen, doch kaum weniger verwickelt ist, daß aber der einheitliche Charakter der Pflanzenwelt der höheren Lagen des westlichen Kaukasus, ebensowenig wie in den Alpen, der Ausdruck gleichartigen Ursprungs, sondern derjenige der vereinheitlichenden Ausgleicharbeit der daselbst herrschenden Lebensbedingungen ist.

Aus der Automobil-Technik.

2. Die Vergaser.

Von Dr. H. Arnold, Berlin.

Von den zahlreichen Aufgaben, welche den Automobilbau und den damit eng verknüpften Flugmotorenbau andauernd beschäftigen, ist das Vergaserproblem vielleicht dasjenige, an dessen Lösung man am längsten arbeitet und von dessen einwandfreier, wissenschaftlicher Klärung man nichtsdestoweniger heute noch recht weit entfernt ist. Das klingt fast unglaublich, wenn man sich die große Entwicklung, die wirtschaftliche Bedeutung und die technischen Leistungen der heutigen Automobile vor Augen hält, wird aber sofort einleuchten, wenn man von Leuten, die mit Automobilmotoren viel zu tun haben, hört, wie geradezu launenhaft sich ein solcher Motor verhalten kann, wie selten es vorkommt, daß zwei Motoren einer großen Serie, die ganz genau gleich gearbeitet worden sind, sich hinterher im Betriebe als gleich erweisen, usw. An all diesem ist, man kann fast sagen, ausnahmslos der Vergaser schuld.

Die nachstehenden Zeilen haben den Zweck, den Lesern dieser Zeitschrift einen gedrängten, leicht verständlichen Überblick über den heutigen Stand des Vergaserproblems zu geben. Dazu ist vor allem erforderlich, sich zu vergegenwärtigen, daß der heutige Automobilmotor nach dem sogenannten Viertaktverfahren arbeitet und als Betriebsstoff ein Gemisch aus Luft und Dämpfen eines flüssigen Brennstoffes (Benzin oder Benzol, seltener Spiritus) verwendet, welches in dem Vergaser fertig erzeugt werden und dessen Mischungsverhältnis (Verhältnis von Brennstoff zu Luft nach dem Gewicht) sich innerhalb bestimmter, ziemlich enger Grenzen halten muß, damit es überhaupt im Motorzylinder entzündet werden kann. Jedes Arbeitsspiel des Motors umfaßt vier Hübe (Takte) des Kolbens: Beim ersten Takt saugt der Kolben, gewöhnlich abwärts laufend, den Zylinder mit brennbarem Gemisch voll, dann schließt sich das Einströmventil, der Kolben kehrt um und verdichtet im zweiten Takt die vorher angesaugte Ladung auf etwa $\frac{1}{5}$ des früheren Rauminhaltes. Am Ende dieses Hubes wird die Ladung durch den an der Zündkerze überspringenden elektrischen Funken entzündet, es tritt eine plötzliche Drucksteigerung auf ungefähr 25 Atmosphären ein, und der Kolben wird mit großer Kraft abwärts getrieben. Er vollführt hierbei im dritten Takt denjenigen Hub, bei welchem er Nutzarbeit leistet. Die heißen Brenngase hinter dem Kolben expandieren bis annähernd auf $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Überdruck und werden, nachdem sich das Abspuffventil geöffnet hat, bei Umkehr des Kolbens im vierten Takt ausgeschoben, worauf wieder das Ansaugen beginnt. Aus der geschilderten Arbeitsweise des Automobilmotors ergibt sich, daß das Ansaugen des frischen Gemisches immer nur mit Unterbrechungen, stoßweise, stattfinden kann. Diese Stöße folgen um so schneller aufeinander, je mehr Zylinder an einen gemeinschaftlichen Vergaser angeschlossen sind, bleiben aber, wie tatsächlich ausgeführte Messungen be-

weisen, auch bei sehr hohen Umdrehungszahlen fühlbar. Unter Umständen treten infolge dieser Stöße auch noch Resonanzerscheinungen auf, welche die Wirkung der Stöße zeitweilig verstärken.

Für den heutigen Vergaser, der zumeist als sogenannter Spritzvergaser nach der Erfindung des bekannten Oberingenieurs *Maybach* der Daimler-Motoren-Gesellschaft konstruiert ist, sind diese Verhältnisse von großer Bedeutung. Die allgemeine Anordnung eines Spritzvergasers erkennt man aus Fig. 1. Aus einem explosionssicheren Behälter *a*, der entweder, wie dargestellt, höher liegt als der Vergaser oder durch einen Abzweig der Abspuffleitung des Motors unter einen gewissen Überdruck

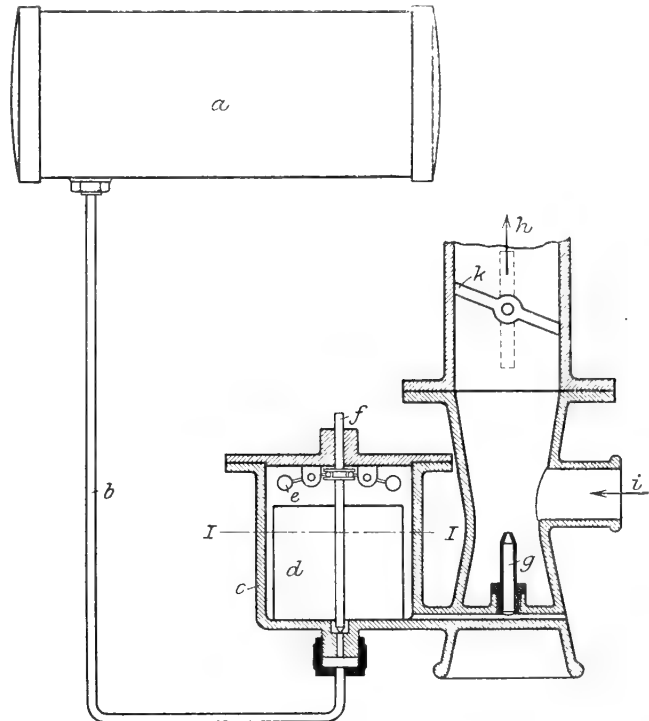


Fig. 1. Anordnung eines Spritzvergasers.

gesetzt wird, fließt der Brennstoff durch eine Leitung *b* in den Behälter *c*. Ist dieser bis zu einer bestimmten Höhe mit Brennstoff gefüllt, so hebt sich der hohle Blechschwimmer *d*, stößt an die kugelförmigen Gegengewichte *e* und schiebt die Ventilschwimmer *f* derart nach unten, daß sie mit ihrer unteren, eingeschliffenen Spitze den weiteren Zufluß von Brennstoff verhindert. Bei geringem Sinken des Brennstoffspiegels öffnet die Nadel die Zuflußleitung ganz selbsttätig wieder, und auf diese Weise wird erreicht, daß der Brennstoffspiegel in dem Behälter *c* unter allen Umständen auf einer gewünschten Höhe *I—I* erhalten bleibt.

Mit dem Behälter *c* steht nun durch eine Bohrung die rohrförmige Spritzdüse *g* in Verbindung. In dieser steigt der Brennstoff nach dem bekannten Gesetz von den kommunizierenden Gefäßen ebenfalls bis zur Höhe *I—I*, und zwar wird diese Höhe durch Auf- oder Niederschrauben der Nadel *f* in dem Schwimmer *d* immer so festgelegt, daß der Brennstoff nicht über den Rand der Düse *g* laufen

kaum, sondern sich um einige Millimeter tiefer einstellt. Der Raum über der Düse *g* heißt Mischraum des Vergasers und ist bei *h* an den Motor angeschlossen. Sobald der Motor den Saughub vollführt (1. Takt), entsteht in dem Mischraum ein gewisser Unterdruck, und der überwiegende äußere Luftdruck treibt durch die Öffnung *i* Frischluft in den Mischraum. Zugleich spritzt auch aus der Düse *g* Brennstoff heraus, da auf den Spiegel im Schwimmerbehälter *c* der volle äußere Luftdruck wirkt. Dieser Brennstoff wird durch die Düse zerstäubt und verdampft in der vorüberstreichenden Frischluft, wodurch das fertige Gemisch gebildet wird.

Es ergibt sich hieraus, daß die von dem Motor kolben ausgeführte Saugwirkung bei der Bildung des brennbaren Gemisches im Vergaser eine hervorragende Rolle spielt. Das ist es aber auch, was alle Schwierigkeiten des Vergaserbetriebes mit sich bringt, denn alle Schwankungen in der Saugwirkung des Motors bedingen notwendigerweise auch Änderungen im Vergaserbetrieb. Im Ruhezustande, d. h. bei stillstehendem Motor, herrscht in dem Mischraum über der Vergaserdüse der Außendruck. Je schneller der Motor läuft, desto größer ist die Luftmenge, welche durch die Öffnung *i* nachströmen muß, desto größer ist also auch der Unterdruck in dem Mischraum. Neben der Umdrehungszahl des Motors beeinflusst aber auch die in der Saugleitung *h* eingebaute Regulierklappe *k* den Unterdruck im Mischraum. Ist diese nämlich beinahe geschlossen, so stellt sich in dem Mischraum nicht der Unterdruck ein, welcher der augenblicklichen Umdrehungszahl des Motors entspricht, sondern ein viel kleinerer Unterdruck, weil durch die geringe Klappenöffnung nur wenig Luft nachströmen kann.

Umdrehungszahl und erforderliche Leistung schwanken nun bei einem Automobilmotor wegen der wechselnden Anforderungen des Wagenbetriebes sehr häufig. Daraus folgt, daß auch der Unterdruck im Mischraum des Vergasers andauernden Schwankungen unterworfen ist; dazu kommen noch jene periodisch wiederkehrenden Schwankungen, welche von dem erwähnten absatzweisen Ausaugen des Motors herrühren, gegebenenfalls verstärkt durch etwaige Resonanzwirkungen, sodaß man von einem Vergaserbetrieb unter auch nur annähernd gleichförmig bleibenden Druckverhältnissen gar nicht reden kann.

Der Einfluß, den diese andauernden Druckschwankungen auf den Vergaserbetrieb ausüben, war sehr lange wissenschaftlich ungeklärt. Man hatte wohl bald nach der Erfindung des ersten Spritzvergaser beobachtet, daß diese Einrichtungen bei höheren Umdrehungszahlen des Motors immer brennstoffreichere Gemische lieferten, und eine der wichtigsten Verbesserungen, die den damaligen Spritzvergaser eigentlich erst lebensfähig machte, bestand gemäß der Erfindung des Hauptmanns *Krebs* aus dem Jahre 1902 darin, dem von dem Vergaser gelieferten Gemisch mit steigender Umdrehungszahl des Motors immer größere Mengen sogenannter Nebenluft beizufügen, um seinen zu großen Brennstoffreichtum wieder auszugleichen. Einen der ersten Vergaser dieser Bauart, der von

der Société des anciens Etablissements *Panhard & Levassor*, Paris, hergestellt wurde, zeigt die Fig. 2 im Schnitt. Solange der Motor langsam läuft, saugt er in den Mischraum *a* nur über die Düse *b* Frischluft an, die sich mit dem aus der Düse *c* spritzenden Brennstoffe mischt. Wird dagegen der Regulierschieber *g* weiter geöffnet und läuft infolgedessen der Motor schneller, so wird wegen des steigenden Unterdruckes im Mischraum *a* der Kolben *f* niedergedrückt, dessen Außenseite unter dem Einfluß des äußeren Luftdruckes und dessen Innenseite unter dem Einfluß einer Feder steht. Je tiefer dieser Kolben niedergeht, je stärker also der Unterdruck im Mischraum, um so weiter öffnet dann der mit dem Kolben *f* verbundene Rundschieber *e* die Schlitzes *d*, um so größere Luftmengen strömen also nach, um das sonst zu reich an Brennstoff werdende Gemisch wieder auf das erforderliche Maß zu verdünnen.

Es leuchtet ein, daß dieses Zusetzen von verdünnender Nebenluft in bestimmter Gesetzmäßigkeit

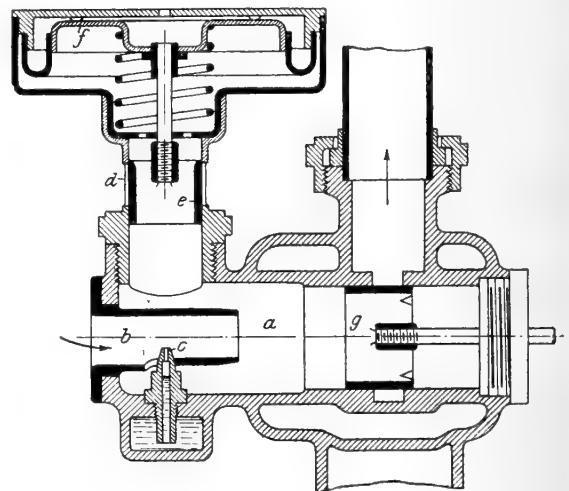


Fig. 2.

keit erfolgen muß, wenn der Brennstoffgehalt des fertigen Gemisches bei allen vorkommenden Schwankungen des Unterdruckes im Vergaser gleich bleiben soll. *Krebs* hat wohl auch versucht, hierfür eine Art Theorie aufzustellen, die aber nichts weiter ist als eine rein empirische Regel. Wirkliche Aufklärung haben dagegen erst in neuerer Zeit Laboratoriumsversuche, insbesondere von Dr.-Ing. *Rummel* gebracht, bei denen sich ergeben hat, daß der von *Krebs* und von vielen anderen beobachtete Fehler des einfachen Spritzvergaser durch die mit verändertem Unterdruck veränderten Bewegungsverhältnisse des Brennstoffes und der Luft bedingt wird. Die Geschwindigkeiten nämlich, mit welchen Brennstoff und Luft in den Mischraum einströmen, verändern sich bei zunehmenden Unterdrücken im Vergaser nach verschiedenen Gesetzen, und infolgedessen mischen sich auch diese beiden Stoffe in immer verschiedenem Verhältnis.

Für die gebräuchliche Brennstoffdüse eines Spritzvergaser, deren Längsschnitt Fig. 3 zeigt, und deren Mundstück einen sehr engen Kanal von

verhältnismäßig großer Länge l im Vergleich zu der 1 bis 2 mm betragenden Weite d aufweist, ergibt sich nach den erwähnten Versuchen, daß die in der Zeiteinheit ausströmenden Brennstoffmengen B mit zunehmendem Unterdruck H nach einem Gesetz von der allgemeinen Form

$$c_1 B^2 + c_2 B = H$$

zunehmen, und nicht nach dem von der einfachen Lehre der Hydrostatik her bekannten Gesetz

$$\frac{c^2}{2g} B_1^2 = H; \quad B_1 = c \sqrt{2gH}.$$

c , c_1 und c_2 sind hierin Konstante, g die bekannte Erdbeschleunigung.

Trägt man die sich aus obigen Gleichungen ergebenden Werte von B und B_1 in Fig. 4 in einem

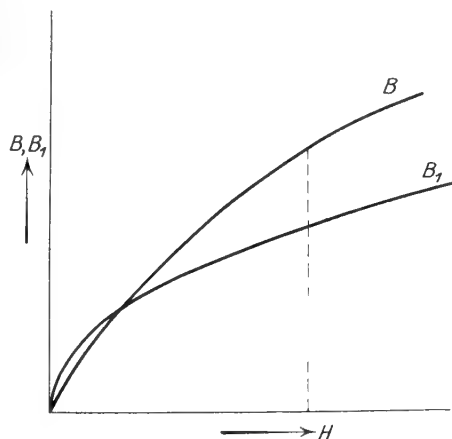


Fig. 4. Ausflußgesetz gewöhnlicher Vergaserdüsen.

Koordinatensystem derart ein, daß die Unterdrücke H als Abszissen, die Brennstoffmengen B und B_1 als Ordinaten erscheinen, so liegen alle Werte von B_1 auf einer Parabel, alle Werte B dagegen auf einer anderen Kurve zweiten Grades, die im allgemeinen höher liegt, derart, daß bei den meisten vorkommenden Werten von H die Menge B größer ist als die Menge B_1 .

Im Gegensatz hierzu steigt die Luftmenge L , welche mit zunehmendem Unterdruck H in den Vergaser nachströmt, stets nach einem Gesetz von der allgemeinen Form

$$\frac{a^2}{2g} L^2 = H; \quad L = a \sqrt{2gH},$$

also nach einer reinen Parabel, wenn man eine ähnliche Darstellung wählt wie in Fig. 4. Aus dieser Verschiedenheit der Strömungsgesetze folgt ohne weiteres die Erklärung für das fehlerhafte Verhalten der einfachen Spritzvergaser. Da B_1 zumeist kleiner ist als B und das Verhältnis $\frac{B_1}{L} = \frac{c}{a}$ konstant bleibt, so muß das Mischungsverhältnis $\frac{B}{L}$ mit wachsendem Unterdruck stetig zunehmen, also das Gemisch immer reicher an Brennstoff werden.

Ist die Erklärung für diesen Fehler gefunden, so ist es verhältnismäßig leicht, den Fehler ganz zu

beseitigen, ohne daß es solcher Hilfsmittel, wie sie von *Krebs* angegeben und bis in die neueste Zeit bei allen Vergaserkonstruktionen in ähnlicher Weise benutzt worden sind, bedarf. Man braucht nämlich nur die Konstruktion der Düse so zu wählen, daß ihr Ausflußgesetz die Form $B = c \sqrt{2gH}$ erhält. Dann ist bei allen vorkommenden Unter-

drücken das Mischungsverhältnis $\frac{B}{L} = \frac{c}{a}$ konstant und von den Schwankungen des Unterdruckes vollkommen unabhängig. Die Konstruktion einer Spritzdüse, welche diesen Anforderungen entspricht, zeigt Fig. 5. Sie kennzeichnet sich dadurch, daß sie keinen langen, engen Kanal, sondern nur eine scharfkantig begrenzte Mündung aufweist und daß bei ihr infolgedessen alle jene inneren

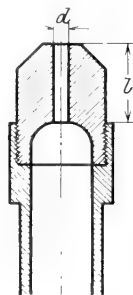


Fig. 3. Gebräuchliche Spritzdüse.

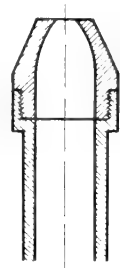


Fig. 5. Verbesserte Spritzdüse für Vergaser.

Reibungswiderstände fortfallen, welche bei der Düse gemäß Fig. 3 den Ausfluß nach den Gesetzen der klassischen Hydraulik stören. Für den Ausfluß von Brennstoff aus einer Düse nach Fig. 5 gilt somit die für die Öffnung in einer dünnen Wand geltende Regel.

Mit dem Vorstehenden ist eigentlich das, was man an theoretischer Klärung der Vergaservorgänge bis heute erreicht hat, als ziemlich erschöpft anzusehen. Es reicht leider bei weitem nicht aus, um das Vergaserproblem restlos zu lösen, denn noch sind eine ganze Reihe von Einflüssen unaufgeklärt, die bei der Vergasung ebenfalls eine große Rolle spielen. Vielfach begegnet man sogar noch der Ansicht, daß die weiter oben behandelten Druckschwankungen im Mischraum des Vergasers gar nicht von entscheidender Bedeutung sind, daß vielmehr der ganze Spritzvergaser als eine Art Ejektor (Strahlapparat) anzusehen sei, bei welchem die Strömungsenergie des angesaugten, mit großer Geschwindigkeit an der Mündung der Düse vorbeistreichenden Luftstromes die Menge des mitgerissenen Brennstoffes bestimmt. Soweit theoretische Grundlagen für die Beurteilung der Vorgänge in Ejektoren vorhanden sind, stehen diese allerdings mit der erwähnten Anschauung im Widerspruch. Das schließt freilich nicht aus, daß entweder neue Ejektortheorien gefunden werden könnten, die diesen Widerspruch beseitigen, oder daß zum mindesten Vorgänge dieser Art für das Verhalten der Vergaser im praktischen Betrieb in hohem Grade mitbestimmend sind.

Was sonst an Verbesserungen des ursprünglichen einfachen Spritzvergaser vorliegt, ist in der Hauptsache das Ergebnis praktischer Erfahrungen, wofür sich wissenschaftlich begründete Regeln nicht aufstellen lassen. Sehr bezeichnend sind hierfür die Einrichtungen, die man bei Spritzvergasern angebracht hat, um das Ankurbeln des Motors zu erleichtern und den geräuschlosen Leerlauf des Motors mit möglichst kleiner Umdrehungszahl zu erzielen. Damit nämlich ein Vergaser richtig arbeitet, darf der Unterdruck an der Brennstoffdüse nicht unter eine bestimmte Grenze sinken, denn zur Erzielung einer schnellen Verdampfung ist erforderlich, daß der Brennstoff aus der Düse herausgespritzt und nicht etwa nur über den Rand

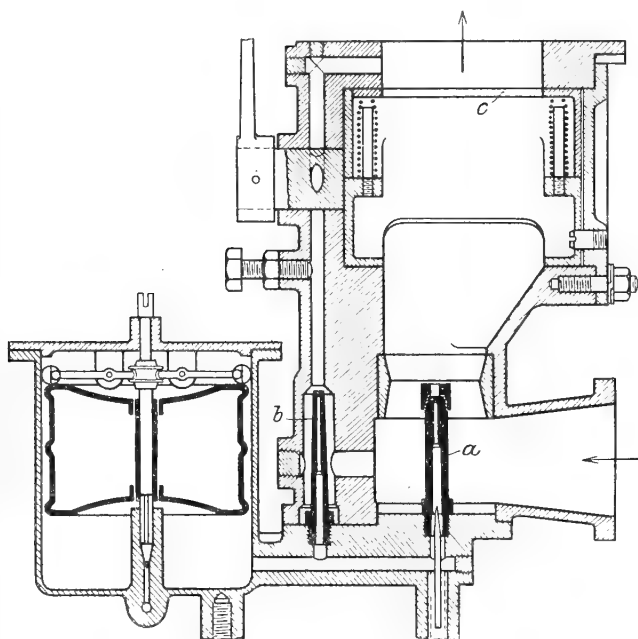


Fig. 6. Zweidüsen-Vergaser der Daimler Company in Coventry.

der Düsenmündung herunterläuft. Welches diese Grenze des Unterdruckes ist, hat man noch nicht festgestellt. Es ist aber gelungen, diese Grenze sehr weit dadurch herunterzudrücken, daß man beim Ankurbeln und beim langsamen Leerlauf an Stelle der Hauptdüse eine Hilfsdüse in Tätigkeit setzt, während die Hauptdüse abgeschaltet bleibt.

Fig. 6 zeigt eine kennzeichnende Vergaserkonstruktion dieser Art, die von der Daimler Company in Coventry herrührt. Die Richtungen der Luftzuströmung und der Gemischabsaugung sind durch Pfeile gekennzeichnet. Der Mischraum enthält die Hauptdüse *a* und in einer besonderen Ausnehmung des Vergaserkörpers sitzt die Hilfsdüse *b*, welche aus der gleichen Brennstoffleitung gespeist wird wie die Hauptdüse. Beim Ankurbeln und beim Leerlauf des Motors ist der drehbare Schieber *c* geschlossen. Dadurch wird der Raum über der Hauptdüse von dem Motor vollständig abgetrennt, dagegen wird über einen seitlichen Umleitkanal und eine Bohrung in der Spindel des Schiebers *c* die Hilfsdüse mit der Saugleitung in Verbindung

gesetzt. Infolgedessen stellt sich über der Hilfsdüse ein für die richtige Vergasung ausreichender Unterdruck auch dann noch ein, wenn die Umdrehungszahl des Motors sehr niedrig ist. Natürlich muß die Hilfsdüse von der Saugleitung getrennt werden, sobald die Hauptdüse in Wirkung tritt, doch wird diese Vorschrift bei vielen Vergaserkonstruktionen nicht berücksichtigt.

Das mit der Hilfsdüse angestrebte Ziel kann man ohne Benutzung einer Hilfsdüse, allerdings in nicht so vollkommener Weise erreichen, wenn man dafür sorgt, daß an der Hauptdüse beim Ankurbeln und beim Leerlauf des Motors ein genügend großer

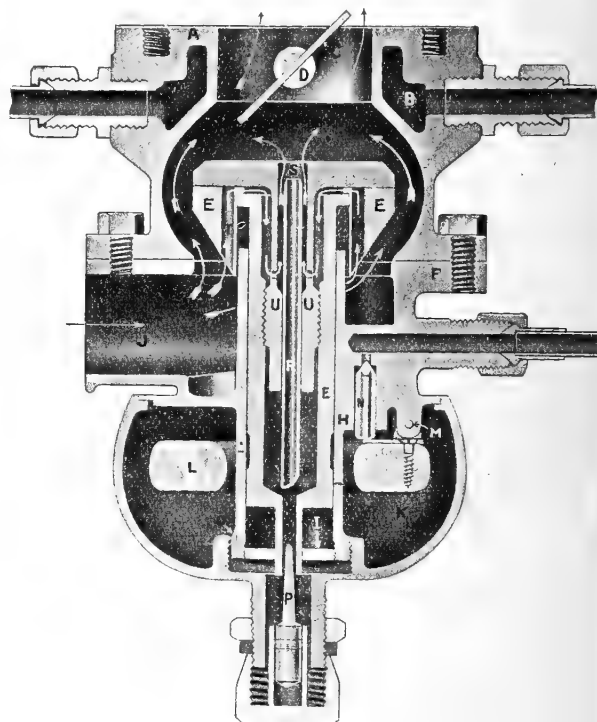


Fig. 7. Vergaser der Deutschen Stewart-Vergaser-Gesellschaft, Hannover.

Unterdruck vorhanden ist. Eine Konstruktion dieser Art zeigt der Vergaser der Deutschen Stewart-Vergaser-Gesellschaft, Hannover, in Fig. 7. Der Schwimmbehälter *K* ist hier konzentrisch zur Achse des ganzen Vergasergehäuses *A* angeordnet, damit sich bei Schwankungen des Vergasers die Höhenlage des Brennstoffes in dem Düsenraume nicht ändert. Der Schwimmer *L* besteht hier aus einem präparierten Korkring, welcher bei *M* drehbar ist und beim Erreichen der Höchstlage mittels des Nadelventils *N* die Brennstoffzuleitung absperrt. Aus dem Schwimmergehäuse *K* fließt der Brennstoff durch Löcher *O* an der Ventildadel *P* vorbei in das Innere *G* des Düsenrohres *E*, welches in einem Rohre *H* senkrecht beweglich und mit einer schweren Kappe versehen ist. In dieser sitzt ein langes, dünnes Rohr *R*, welches so tief hinabreicht, daß es ständig in den Brennstoffvorrat bei *G* eintaucht.

Ist die auf einer Achse *D* drehbare Regulierklappe *C* ganz weit geöffnet und der Motor im

vollen Betriebe, so hebt der Unterdruck, welchen der Motor in der Saugleitung erzeugt, den ganzen Körper *E* so hoch, daß die bei *J* zuströmende Frischluft außen vorbeistreichen kann. Der Brennstoff steigt dabei in dem Rohre *R* empor, da auf den Brennstoffspiegel im Schwimmerbehälter der Außenluftdruck wirkt, und mischt sich in der erforderlichen Weise mit der Frischluft. Beim Ankurbeln und bei Leerlauf des Motors geht hingegen außen an der Kappe *E* keine Luft vorbei, da der geringe Unterdruck nicht genügt, um diesen Teil von dem Gehäuseteil *F* abzuheben. Dagegen streicht die Luft durch die viel engeren Kanäle *T* und *U* und erzeugt an der oberen Mündung des Rohres *R* einen solchen Unterdruck, daß die Vergasung auch bei niedriger Umdrehungszahl aufrechterhalten bleibt. Da sich bei tiefster Stellung der Kappe *E* auch der freie Durchflußquerschnitt an der Nadel *P* verkleinert, so kann in den Düsenraum *G* nur eine beschränkte Brennstoffmenge nachfließen. Der

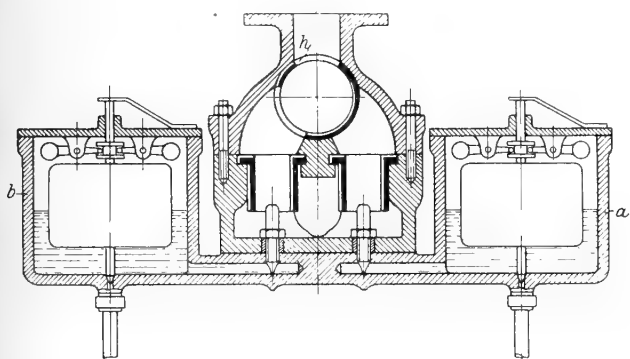


Fig. 8. Doppelvergaser.

Mantel *B* wird an den Kühler oder die Auspuffleitung angeschlossen und dient dazu, das fertige Gemisch zu erwärmen und die Verdampfung des Brennstoffes zu beschleunigen.

Die Verbesserungen, die man bei den Vergasern angebracht hat, um mit Rücksicht auf den hohen Preis von leicht verdampfbarem Benzin auch schwerer flüchtige Rohödestillate und insbesondere Benzol für den Betrieb von Motorwagen benutzen zu können, beschränken sich im wesentlichen auf die Heizung ähnlich wie bei dem vorstehend beschriebenen Vergaser sowie auf Änderungen in Luftzuführung, entsprechend dem höheren Luftgehalt, den das fertige Gemisch haben muß. Auch hier wird der Fortschritt äußerst mühsam erkämpft, da man systematische Versuche der hohen Kosten wegen scheut und sich auf das Ausprobieren von Neukonstruktionen auf dem Versuchsstand beschränkt. Da jeder Automobilmotor, wenn er einmal warm geworden ist, sogar auch mit Petroleum ganz gut läuft, so könnte man insbesondere für Lastwagen- und Bootsmotoren recht gut die sogenannten Doppelvergaser anwenden, die sich in früheren Jahren, als man noch ernsthaft an die Zukunft des Spiritusbetriebes glaubte, gut bewährt haben. Ein solcher Doppelvergaser besteht nach Fig. 8 aus zwei getrennten Vergasern, deren Schwimmergehäuse *a* und *b* an Behälter mit Benzin

und Petroleum angeschlossen sind und deren Spritzdüsen je nach der Einstellung des Schiebers *h* abwechselnd zur Wirkung gelangen. Beim Ankurbeln und beim Leerlauf läßt man die Benzindüse arbeiten, während der Hauptzeit der Fahrt dagegen kann die Petroleum- oder Benzoldüse benutzt werden. Der Verbrauch an Benzin wird hierbei so eingeschränkt, daß der Benzinpreis kaum eine Rolle spielt.

Das immer notwendiger werdende Bestreben, dem Automobilbetrieb billigere, schwerer verdampfende Brennstoffe dienstbar zu machen, lenkt unwillkürlich unsere Aufmerksamkeit auf die Frage, welche Zukunft wohl unseren heutigen Vergasern bevorstehen mag. Obgleich derartige Ausblicke in die Zukunft wegen der sprunghaften Entwicklung unserer Technik immer etwas Gewagtes an sich haben, kann man doch schon heute sagen, daß das allgemeine Streben daraufhin abzielt, den heutigen Vergaser grundsätzlich aufzugeben und das ganze Arbeitsverfahren des Automobilmotors abzuändern. Wenn es gelingt, Vorrichtungen zu finden, die es gestatten, den Brennstoff unmittelbar in den Motorzylinder einzuspritzen, so sind nicht allein alle heutigen Vergaserschwierigkeiten beseitigt, weil die Verdampfung dann im Innern des heißen Zylinders erfolgt und das Mischungsverhältnis durch genaues Zumessen der eingespritzten Brennstoffmenge bestimmt werden kann, sondern man ist auch in der Lage, Brennstoffe zu verwenden, die außerhalb des Motorzylinders überhaupt nicht verdampft werden können, z. B. schwere Teeröle usw. Vorläufig ist man von diesem Ziele allerdings noch sehr weit entfernt, denn gewöhnliche Kolbenpumpen u. dergl. sind zur Einführung der außerordentlich kleinen Brennstoffmengen, die bei Automobilmotoren in Frage kommen, nicht geeignet.

Die 23. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

Von Hanns v. Lengerken, Berlin

Der diesjährige Kongreß der deutschen Zoologen in Bremen wurde durch eine Ansprache von Professor *Korschelt* eröffnet. Professor *Schauinsland* begrüßte die Versammlung im Namen des Bürgermeisters und der Stadt Bremen und gab zugleich einen kurzen Abriß der Entwicklungsgeschichte des Städtischen Museums und der naturwissenschaftlichen Bestrebungen in der freien Reichs- und Hansestadt. Nach Erledigung des geschäftlichen Teils folgte ein umfangreiches Referat Professor *Meisenheimers* über: *Außere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen*. Das Referat möge hier schon des allgemeineren Interesses wegen etwas ausführlicher besprochen werden.

Der Vortragende beginnt bei den Protisten. Aus den ursprünglich hier vorhandenen Isogameten werden Anisogameten, Mikro- und Makrogameten. Bei Coccidien tritt uns schon eine dimorphe Ausbildung der Mutterzellen entgegen. Es sind hier schon zwei Generationen in den Dienst der Geschlechtsfunktion getreten, die Gameten nebst Mutterzellen und die Gametocyten. Die Algen lassen bereits drei Generationen unterscheiden,

nämlich die Gameten selbst, die Gametocyten und den Gametocytenträger. Diese drei Generationen bilden die Grundlage der geschlechtlichen Differenzierung aller niederen Pflanzen und ebenso fast sämtlicher Metazoen. — Es folgt eine Betrachtung des Dimorphismus, wie er bei den Prothallien der Farne häufig ist, und eine Beleuchtung der entsprechenden Verhältnisse bei höheren Pflanzen. Dann wird die Entstehung der Getrenntgeschlechtlichkeit aus der Zwitterorganisation besprochen, und zwar bei Bilharzia und Wedlia. Höhere Pflanzen, Gametocytenträger 2. Ordnung, weisen Vorgänge sexueller Differenzierung auf, die mit denen bei Trematoden und Ciliaten in Parallele zu stellen sind. — Der weiteren Betrachtung unterliegt der Gametocytenträger, der bei allen Algen, Pilzen, bei geschlechtlichen Generationen der Moose und Farne, wie bei fast allen Tieren vorhanden ist. Dieser Gametocytenträger ist zunächst geschlechtlich indifferent. Erst bei höher differenzierten Metazoen begegnen wir einer geschlechtlichen Umbildung des Gametocytenträgers, und es treten die sekundären Geschlechtsmerkmale auf. Es ist selbstverständlich, daß die Geschlechtscharaktere immer an das Vorhandensein bestimmter Geschlechtsdrüsen gebunden sind. Bei Hermaphroditen können die Sexualcharaktere zu Artmerkmalen werden; bei getrenntgeschlechtlichen Tieren bildet sich durch den Einfluß der Geschlechtsdrüsen der geschlechtliche Dimorphismus aus, der sich sogar bis zu Verschiedenheiten der Hämolymphe und der Darmzellen durchbilden kann. Die Kastration hat im allgemeinen einen Verlust der Sexualcharaktere zur Folge. — Es finden sich jedoch auch Schmetterlingszwitter, die äußerlich genau halbiert sind, innerlich aber nur weibliche Keimdrüsen zeigen. Sehr jung kastrierte Raupen beiderlei Geschlechts lieferten Falter, die einen der ursprünglichen Geschlechtsdrüsen entsprechenden Geschlechtshabitus aufwiesen. Sehr interessante Resultate haben bekanntlich die Gonadentransplantationen geliefert. Steinacher verpflanzte Ovarien auf Männchen von Ratten und Meerschweinchen. Es zeigte sich, daß die Geschlechtsmerkmale auf der jeweiligen Entwicklungsstufe stehen blieben, dagegen wurden die Brustwarzen weiblich, und es zeigten sich typisch weibliche Charaktere und weibliche Psyche. Die Transplantation von Geschlechtsorganen bei Schmetterlingen hat keinerlei Einfluß auf die entgegengesetzten sekundären Geschlechtsmerkmale. Es werden die bekannten Fälle, die den spezifischen Einfluß der Geschlechtssubstanz auf die Ausbildung äußerer Sexualmerkmale bezeugen, besprochen. Die Brücke zwischen den sich widersprechenden Tatsachen findet Meisenheimer in der Auffassung, daß, je jünger, phylogenetisch gedacht, das Geschlechtsmerkmal ist, es um so abhängiger von der Gegenwart einer Sexualdrüse sein wird. Je älter, je fixierter das Merkmal ist, desto weniger wird es von der Abwesenheit der Geschlechtsdrüse beeinflußt werden. Im wesentlichen dienen also zwei Momente zur Aufklärung der Beziehungen zwischen Keimdrüse und sekundären Geschlechtsmerkmalen, und zwar sind das Stoffwechselzustände und Verschiedenartigkeit phyletischer Entwicklungsstufen.

Der Vortragende geht dann auf die Vererbungserscheinungen der Geschlechtscharaktere ein. Es tritt bald intermediäre Vererbung, bald Mosaikvererbung auf, in anderen Fällen sind Mendelsche Spaltungsregeln zu beobachten. Es ist anzunehmen, daß in einem Individuum die Determinanten des entgegengesetzten Geschlechts latent vorhanden sind. Es wären sonst Vererbungen von Eigenschaften des Vaters mütterlicher Seite durch die Mutter auf ihren Sohn unerklärlich. Hat erst einmal der erworbene Geschlechtscharakter beim Männchen seinen maximalen Positivwert erreicht, so beginnt er

auch, sich auf das Weibchen zu übertragen; so daß zuletzt der Dimorphismus der sekundären Geschlechtsmerkmale in bezug auf bestimmte Organe fortfallen kann.

In der zweiten Sitzung trug A. Thienemann über *Die Salzwassertierwelt Westfalens* vor.

Der Referent konnte in westfälischen Salzwässern 120 Tierarten nachweisen. Mehr als die Hälfte davon besteht aus Dipteren und Coleopteren, der Rest rekrutiert sich aus Gastropoden, Nematoden, Cladoceren, Trichopteren und Protozoen. Es fehlen gänzlich z. B. Hydroiden, Hirudineen, Amphibien usw. Es finden sich Tiere, die auch anderswo vorkommen, es sind dies die „Gäste“ (haloxene Formen). Salzwasserliebhaber (halophile Formen) sind Organismen, die auch im Süßwasser gedeihen, die aber doch eine Vorliebe für Salzwasser zeigen. Die eigentlichen typischen Salztiere (Halobien) leben fast nur im Salzwasser. Sehr interessant ist die äußerst schnelle Besiedelung von Salzwässern mit Tieren. Der Einfluß des Salzgehaltes auf die Zusammensetzung der Fauna ist sehr groß. Bei 22 % Salzgehalt wird das Wasser azoisch.

Es folgte Spengels Vortrag *Zur Organisation und Systematik der Gattung Sipunculus*.

Außer einigen für die Systematik der Sipunculiden wichtigen Untersuchungen wird ein am Hinterende von Sipunculus gelegenes Sinnesorgan, wahrscheinlich ein Statocyste, beschrieben.

Nachdem in der 3. Sitzung der nächstjährige Vorstand gewählt und über die Abänderung der Statuten abgestimmt war, sprach K. Escherich über: *Der gegenwärtige Stand der angewandten Entomologie und Vorschläge zu deren Verbesserung*.

Wie absolut zeitgemäß die vielfachen Anregungen und Forderungen Escherichs waren, beweist die sich dem Vortrag anschließende und sehr lebhaft diskutierte Diskussion. Escherich stellt die Vernachlässigung der angewandten Entomologie in Deutschland sehr überzeugend dar. Amerika muß, was die Förderung der volkswirtschaftlich so wichtigen Probleme der praktischen Entomologie anbetrifft, durchaus vorbildlich sein. Es hat eine genügende Zahl von Arbeitsplätzen errichtet, beschäftigt ein großes Personal in seinen Instituten und hat an seinen Universitäten sehr gute Ausbildungsstätten für gründlich zu schulende Entomologen. Wie steht es dagegen in Deutschland? Die wenigen Institute, an denen praktische entomologische Fragen gelöst werden, sind schnell aufgezählt. Sie reichen lange nicht aus, um den Berg ungelöster Fragen zu erledigen, Fragen, die für Forst- und Landwirtschaft im Heimatlande und in den Kolonien von größter Wichtigkeit sind. Wir können in Deutschland demjenigen Zoologen, der sich der angewandten Entomologie widmen will, noch nicht einmal die erforderliche Ausbildung verschaffen, wenn wir uns eben nicht ans Ausland wenden wollen. Daher ist die Gründung entomologischer Professuren ein dringendes Bedürfnis. Außerdem fehlt uns eine Zentralanstalt in bezug auf die Verteilung der Arbeitsgebiete usw. Um nun diese Übelstände, denen aus volkswirtschaftlichen Gründen allein schon abgeholfen werden müßte, schneller zu beseitigen, hat sich die *Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie* unter dem Vorstand von Professor Escherich, Professor Schwangart, Professor Heymons und Dr. Martini gebildet, deren Bestrebungen von jedem Einsichtigen durchaus unterstützt werden sollten.

F. van Bemmelen behandelte *Die phylogenetische Bedeutung der Puppenzeichnung bei den Rhopaloceren und ihre Beziehungen zu derjenigen der Raupen und Imagines*.

van Bemmelen hat die Puppen von Pieriden, Papilioniden und Nymphaliden untersucht und kommt zu dem

Schluß, daß nicht nur auf den Flügelscheiden, sondern auch auf dem ganzen übrigen Körper eine Farbenzeichnung auftritt, der eine phylogenetische Bedeutung beizumessen ist. Die farbigen Lepidopterenpuppen geben wahrscheinlich ein Bild der Farbenzeichnung bei den Ahnen der Tagschmetterlinge. Die einfarbigen Puppen haben sicherlich infolge verborgener Lebensweise die ursprüngliche Farbe verloren.

Fr. Voß referierte über *Vergleichende Untersuchungen über die Flugwerkzeuge der Insekten*.

Der Vortragende hat verschiedene Flugeinrichtungen bei Insekten eingehend untersucht und drei Grundtypen der Flugorgane aufgestellt. Die verschiedenen Typen und Modelle in aerodynamischer Beziehung zu klären, würde zur Verbesserung der menschlichen Flugzeuge, vielleicht sogar zur Nachbildung tierischer Flugapparate führen.

In der 4. Sitzung ließ sich H. Lohmann über *Coccolithophoriden* aus.

Diese gerade in der Flachsee so massenhaft auftretenden Flagellaten unterwirft der Referent einer eingehenden Untersuchung in bezug auf ihre Systematik. Nach der Ausbildung des Skelettes zerfällt die Familie in zwei natürliche Unterfamilien; die eine baut ihre Schalen aus undurchbohrten, einfachen scheibenförmigen Discolithen, die andere aus durchbohrten Trehallithen auf. Die letzteren bestehen aus einem Röhrenstück mit sich nach dem Rande zu verjüngender Kalkscheibe. Die Geißelzahl schwankt zwischen eins und zwei.

Paul Schulze sprach dann über *Chitin und andere Cuticularstrukturen bei Insekten*.

Die sehr interessanten Untersuchungen beginnen mit der Erklärung des Baues der Käferflügeldecken im allgemeinen. Es werden zwei Typen unterschieden. Der eine Typ weist zwei Platten auf, die durch kleine Säulen (columnae) verbunden sind (Melasoma). An der ventralen sitzen kleine Dornen (spinulae) oder Chitinperlen (perlae). Im Hohlraum zwischen den beiden Platten liegt nun das von Paul Schulze entdeckte Karotingewebe, oder er ist durch sekundäres Chitin ganz ausgefüllt. Beim zweiten Typ tritt als neuer Bestandteil der Decke eine braune Schicht zwischen der Grenzlamelle und der Chitinhauptlage auf, die „Lackschicht“. Die Säulen, Festigungselemente nach dem Prinzip der T-Träger, bilden sich bei Typus 1 schon während des Puppenstadiums; bei Typus 2 entstehen sie erst nach dem Schlüpfen des Käfers. Der zentrale Teil der Säulen besteht beim 2. Typ ganz aus Lackschichtsubstanz. — Es werden dann die verschiedenen Schichten der Decke eingehend geschildert. Als Resultat ergibt sich, daß die Lackschicht kein eigentliches Chitin ist. Sie weist typisch sechseckige Felderung, der Form der Bildungszellen entsprechend, auf. Das Chitin selbst besteht aus Platten mit fibrillärem Bau. In den Aussparungen befindet sich die nicht fibrilläre Zwischensubstanz. Paul Schulze bespricht ferner das Sekretrelief bei Cicindelen und einigen Coleoptera. Bei Cicindela tritt eine Reliefskulptur aus nicht ganz regelmäßigen Sechsecken auf. Von besonderer Wichtigkeit sind zwei Elemente der Skulptur: die schuppenförmigen Erhebungen (Cyrrhome) und die Kurvenanfangspunkte, von denen die Sechsecke in kreisspiraliger Anordnung ausgehen. Da sich die Reliefskulptur in Kalilauge löst, besteht sie nicht aus Chitin. Außerdem hat die Sekretschicht auch noch für das Zustandekommen der Elytrenfärbung Bedeutung.

In der 5. Sitzung diente *Der Flug der Tiere* H. Erhard zum Vortragsthema.

Beim Tierflug kommt nur das Prinzip der Aerodynamik in Betracht. Der Flug vieler Tiere ist ein „Fallschirmflug“ (*Flattermaki, Draco*). Den typischen „Gleitflug“ findet man bei den Flugfischen. Den primi-

tivsten „Ruderflug“, den „Flutterflug“, zeigen die Fledermäuse. Er besteht aus einem Ausbreiten und Zusammenfallen der Flügel. Die Insekten bedienen sich eines je nach der Spezies sehr modifizierten Flutterfluges; der Hinterleib dient dabei als Steuer. Bei Käfern mit harten Elytren spielen beim Flug die Alae die Hauptrolle. Meister des Fluges sind die Vögel. Gute Flieger besitzen lange, schmale, geringe Krümmung aufweisende Flügel. Schlechte Flieger kurze, breite, stark gekrümmte Flügel. Beim spiralförmigen Schwebeflug ohne Flügelschlag spielen vertikale Luftströmungen eine große Rolle. Der Ruderflug ist am schwierigsten zu erklären. Um vorwärts zu kommen, schlägt der Vogel von oben hinten nach unten vorn. Beim Niederschlagen erfolgt eine Hebung und Beschleunigung, beim Aufschlagen eine Verzögerung. Der Hauptmoment des Vogelfluges ist die automatische Stabilisierung. Bei der Möve z. B. spielt auch noch die Stellung des Schwanzsegels eine große Rolle; so ist der Schwanz beim Kreisen sehr weit auseinandergebreitet. Ganz kleine Vögel bedienen sich fast stets des Wellenfluges. Unsere menschlichen Flugwerkzeuge sind über hundertmal so ungünstig im Gesamtnutzeffekt gestellt als die Vögel im Durchschnitt.

Es folgten mehrere kürzere Referate, auf die einzeln einzugehen der Raum nicht gestattet. E. Breßlau sprach über *das spezifische Gewicht des Protoplasmas und die Wimperkraft der Turbellarien und Infusorien*; E. Martini über *die Stellung der Nematoden im System*; G. Eutz jun. brachte eine vorläufige Mitteilung: *Cytologische Beobachtungen an Polytoma uvella*, und Prell demonstrierte *Deutsche Protoren*.

Als Ort der nächstjährigen Versammlung wurde Freiburg gewählt.

Über die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe¹⁾.

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Heß, München.

v. Heß hat im Laufe der letzten Jahre eine Reihe neuer Methoden zur Untersuchung des Farbensinnes der Tiere entwickelt und berichtet in seinem Vortrage an der Hand zahlreicher Projektionsbilder von Blitzlichtaufnahmen verschiedener Tierarten im Spektrum über die Ergebnisse seiner Untersuchungen, in erster Linie solcher mit spektralen Lichtern. Wir müssen uns hier auf die Wiedergabe einiger weniger seiner Befunde beschränken.

I. Wirbeltiere.

Der Affe sieht das Spektrum am langwelligen und am kurzwelligen Ende genau so weit wie wir, auch die adaptativen Änderungen bei längerem Dunkelaufenthalte und Herabsetzung der Lichtstärke der Reizlichter sind dort die gleichen wie bei uns. *Tagvögel* und *Reptilien* sehen das Spektrum am langwelligen, roten Ende eben so weit wie wir, dagegen ist es am kurzwelligen, violetten Ende für sie hochgradig verkürzt, nämlich bis zur Gegend des Blaugrün, d. h. diese Sauropsiden können das Grünblau, Blau und Violett des Spektrums nicht mehr wahrnehmen; es hat dies seinen Grund in dem Vorhandensein rot und gelb gefärbter, sogenannter Ölkugeln vor den lichtempfindlichen Elementen der

¹⁾ Autoreferat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Netzhaut. Aus den geschilderten Befunden ergibt sich eine Reihe interessanter Fragen über die Sichtbarkeit bzw. Bedeutung der bisher als Schmuckfärbung aufgefaßten blauen Farben verschiedener Vogelarten.

Bei den Amphibien zeigen die Sehqualitäten weitgehende Ähnlichkeit mit jenen des Menschen.

Ein von allen übrigen Wirbeltieren durchaus verschiedenes Verhalten zeigen die *Fische* (und *Amphioxus*); bei ihnen sind die Sehqualitäten in jeder Hinsicht durchaus die gleichen wie beim *total farbenblinden* Menschenauge.

Ebenso wie für dieses hat auch für das Fischauge das Rot einen äußerst geringen Helligkeitswert, es erscheint ihm tief dunkelgrau, fast schwarz. Mit dieser Feststellung sowie mit einer eingehenden Analyse des Einflusses, den die Färbung des Wassers auf die Sichtbarkeit der verschiedenen Farben des Spektrums hat, erbringt v. Heß unter anderem den Nachweis von der Unhaltbarkeit der herrschenden Anschauungen über das sogenannte Hochzeitskleid, das man, ebenso wie andere bunte Farben der Fische, bisher als einen zur Anziehung des anderen Geschlechtes bestimmten Schmuck aufgefaßt hatte. Ein Fisch mit einem z. B. roten Hochzeitskleid erscheint schon wenige Meter unter der Oberfläche nur noch dunkelgrau; bei vielen solchen Fischen liegen aber die Laichplätze in 60 bis 80 Meter Tiefe, wo von einer Wahrnehmung des Rot keine Rede sein kann.

II. Wirbellose.

Alle von v. Heß untersuchten Wirbellosen, die in Wasser lebenden ebenso wie die in Luft lebenden, zeigen in allen wesentlichen Punkten genau das gleiche Verhalten wie die Fische und wie der *total farbenblinde* Mensch. Außer der Ansammlung der betreffenden Tiere im Hellen benutzte v. Heß zu diesen Feststellungen unter anderem das Verhalten der Pupillenreaktion im Cephalopodenauge und die Fluchtbewegungen bei Lichtstärkenverminderung, die er z. B. bei *Culex*larven und Röhrenwürmern verfolgen konnte; bei wieder anderen, wie bei siphoniaten Muscheln und *Amphioxus* verfolgte er die Reaktionen bei Belichtungszunahme, bei Mückenschwärmen die Ansammlung der schwärmenden Tiere über hellen Stellen des Grundes. Bei nicht wenigen Arten lassen sich mit den von v. Heß entwickelten Methoden so genaue Messungen anstellen, daß das Studium der Sehqualitäten bei manchen niederen Tieren nunmehr in ganz ähnlicher Weise und zum Teile mit fast der gleichen Genauigkeit sich experimentell und rechnerisch in Angriff nehmen läßt wie bei unserem eigenen Sehorgan.

Besonderes Interesse beanspruchen die von v. Heß mit verschiedenen neuen Methoden an *Bienen* angestellten Untersuchungen, welche überzeugend dartun, daß, entgegen der herrschenden Lehre, auch sie *total farbenblind* sind; die bei Zoologen und Botanikern verbreitete Meinung, die bunten Blütenfarben seien um der Insekten willen vorhanden, ist durch diese Feststellungen widerlegt.

An Hand seiner neuen Befunde nimmt v. Heß Stellung zu der von verschiedenen älteren und neueren Biologen vertretenen Auffassung der Organismen als chemischer Maschinen. Er zeigt, daß, selbst wenn es gelänge, Maschinen zu konstruieren, die sich im Spektrum wie auch sonst gegenüber farbigen Lichtern so verhalten wie die untersuchten Fische und Wirbellosen, doch gerade das unerklärt bliebe, was an seinen neuen Befunden das Wesentliche, zugleich auch die merkwürdigste von allen einschlägigen Erscheinungen ist, nämlich *die Übereinstimmung der relativen Reizwerte verschiedener farbiger Lichter für die Sehorgane jener niederen Lebewesen mit den Helligkeitswerten*, die diese Lichter für das *total farbenblinde* Menschenauge zeigen.

Bei Besprechung der biologischen Bedeutung der durch das Licht in der Tierreihe hervorgerufenen Lebensäußerungen bringt der Autor den Nachweis von der Unhaltbarkeit verbreiteter Meinungen und begründet eingehend seine Auffassung, nach welcher auch den niederen Tieren eine *Helligkeitsempfindung* zukommt. Er zeigt, wie das physiologische Experiment dazu führt, schon der einzelnen Lichtsinnszelle, wie sie z. B. der Lanzettfisch zeigt, die spezifische Energie zuzuerkennen, auf bestimmte Lichtreize mit der Vermittlung bestimmter Helligkeitsempfindungen zu antworten, von deren Art Experiment und Messung nunmehr ziemlich genaue Kunde geben.

Während man bisher einen Farbensinn in der Tierreihe weit verbreitet glaubte, lehren die neuen Befunde, daß ein solcher allein bei den luftlebenden Wirbeltieren zur Entwicklung gekommen ist, dagegen die Fische und alle Wirbellosen übereinstimmend die charakteristischen Merkmale des *total farbenblinden* Menschenauges zeigen. Eine genauere Analyse läßt in dieser Eigentümlichkeit eine wundervolle Anpassung an die besonderen physikalischen Bedingungen des Wasserlebens erkennen.

Nur bei den Wirbeltieren haben die spezifischen Energien der nervösen Substanz des Sehorgans mit dem Übergang zum Luftleben unter dem Einflusse der viel größeren Mannigfaltigkeit der nunmehr zum Sehorgan gelangenden Strahlungen eine Umbildung erfahren, vermöge deren sie jetzt neben den farblosen Helligkeiten auch die bunten Farben zum Bewußtsein bringen. Aber selbst im normalen farbentüchtigen Menschenauge lassen sich noch jene Eigentümlichkeiten nachweisen, welche er weit herab in der Tierreihe, ja selbst da feststellte, wo die Wahrnehmung von Licht noch nicht durch besondere Sehorgane vermittelt wird: denn die gleiche Art der Helligkeitswahrnehmung, wie jene niederen Tiere, zeigt auch das normale Menschenauge, sobald wir es im Zustande der Dunkeladaptation, unter Bedingungen untersuchen, unter welchen auch ihm sonst farbig gesehene Lichter farblos erscheinen.

Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen.

Von Prof. Dr. Eugen Fischer, Freiburg i. B.

Das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen erfuhr durch neue Fragestellung und neue systematische Bearbeitung in allerletzter Zeit so intensive Förderung, daß es lohnt, einmal auf das Prinzipielle dabei einen Blick zu werfen¹⁾.

Angeregt wurde diese neuere Forschung durch die glänzenden Resultate, die vor allem Botaniker, dann auch Zoologen, auf dem Gebiete der experimentellen Vererbungslehre²⁾ erzielt haben. Und wie dort die Resultate für die Praxis größte Bedeutung haben — man benutzt heute die Kenntnisse der Mendelschen Vererbungsregeln zur Zucht von Blumen- und Getreiderassen —, so führt das Problem der Rassenkreuzung auch beim Menschen unmittelbar zu praktischen Konsequenzen, denn die sog. Mischehenfrage in den Kolonien, die christlich-jüdische Mischehenfrage, die Frage der Bedeutung von Völkermischungen für die Kultur („Germanen und Renaissance“) — das alles sind auch Probleme der Rassenkreuzung.

Aber theoretisch ist die Frage von mindestens ebenso großer Tragweite. Schon zu *Brocas* Zeit hat man die Frage der Rassenkreuzung in Angriff genommen, hat aus der Tatsache der Fruchtbarkeit von Rassenkreuzungen Argumente entnommen für die Behauptung der spezifischen Einheit des Menschen. In der Tat kann man aus den Erscheinungen bei der Rassenkreuzung außerordentlich wichtige Folgerungen ziehen — nicht nur in bezug auf jene Einheit, auch für die Frage nach dem Wesen der Rassen überhaupt.

Lange hat dann die Bastardforschung geruht; von gelegentlichen Beobachtungen abgesehen, muß man in die allerneueste Zeit gehen, wo die Anwendbarkeit der Mendelschen Regeln als neu interessierendes Problem auftauchte. Von diesem Gesichtspunkt aus hat erstmals Verf. eine große systematische Bastarduntersuchung³⁾ vorgenommen. Vor mehreren Generationen kreuzten sich in Südafrika Buren und Hottentottinnen; die „Bastards“, wie sie selbst sich nennen, heirateten unter sich und bilden heute mehrere richtige „Stämme“, d. h. politisch organisierte kleine Staaten, aus Bastarden der verschiedensten Grade, Rückkreuzungsprodukten und neuen Erstkreuzungsmischlingen bestehend; deren einer, in Deutsch-Südwest, wurde eingehend bezüglich der Vererbung der Rassenmerkmale und der sonstigen biologischen Erscheinungen einer „Bastardpopulation“ untersucht, die Ergebnisse bilden eine Hauptgrundlage zur Lösung des Problems der menschlichen Rassenkreuzung überhaupt. Für einzeln herausgegriffene Rassenmerkmale wurde etwa

gleichzeitig und kurz vor jener Bearbeitung derselbe Versuch erfolgreich unternommen. *G.* und *Ch. Davenport* haben die Art der Vererbung von Augen-, d. h. Irisfarbe, Haarfarbe, Haarform und Hautfarbe bei Europäern (in Amerika) festgestellt, *Hurst* die der Augenfarbe, *Bean* die der Haarform auf den Philippinen und *Salaman* die der Nasenform bzw. Physiognomie bei Engländer-Juden-Mischung. Alle diese Arbeiten gelten der Feststellung des Vererbungsmodus bei Rassenkreuzung, also der Frage, ob sich „intermediäre“ Merkmale bilden, ob also das betr. Merkmal von Vater- und Mutterrasse her je verschmilzt zu einem neuen, das etwa die Mitte hält zwischen den elterlichen, oder ob diese sich einzeln halten, also in den Kindern oder Enkeln stets wieder rein auftreten; die Eigenschaften spalteten sich dann also stets wieder in die väterlichen und mütterlichen, und zwar nach ganz bestimmten Mengenverhältnissen. Bekanntlich ist dieses letztere, die sog. Mendelsche Vererbung, als „der“ Vererbungsmodus für Hunderte von Rassenunterschieden bei Pflanzen und Tieren durch Kreuzungsexperimente festgestellt. Und damit stimmen nun die Verhältnisse bei der Kreuzung menschlicher Rassen vollständig überein.

Die Augenfarbe und Haarfarbe vererben sich nach den Mendelschen Regeln, „dunkel“ ist dabei dominant (kurz ausgedrückt). Die Haarform ebenfalls, wobei „kraus“ dominant ist über „schlicht“; wahrscheinlich gibt es dabei besondere „Erbeinheiten“ für wellig und für spiralkraus (*Fischer*). Die schmale hohe Nasenform (des Europäers) vererbt sich als dominant über die niedere breite (des Hottentotten), ebenso die „gerade“ Augenspaltenform (jenes) über die schiefe (des letzteren) (nach *Fischer*). — Die Schädelform (Längenbreitenindex), Gesichtsform vererben sich sicher nicht intermediär (*Boas*, *Fischer*); die Kopfindices der Kinder fallen über die beiden der Eltern oft nach beiden Seiten hinaus; ein Verschmelzen zu einer mittleren Kopfform findet also nicht statt. Die Mendelschen Ziffern aber lassen sich hier nicht ohne weiteres feststellen. Es scheint fast, als ob dabei vor allem eine Dominanz des Breitendurchmessers zu beobachten wäre. —

Jedenfalls also vererben sich fast alle Merkmale, die man daraufhin bei Rassenkreuzung hat untersuchen können, nach den Mendelschen Regeln.

Besonders schwierig ist die Frage, wie sich bei Rassenkreuzung die geistigen Eigenschaften vererben. Da haben wir noch sehr wenig einwandfreies Beobachtungsmaterial. Die meiste innere Wahrscheinlichkeit hat es, daß auch da Mendelsche Vererbung eintritt, und zwar mit sehr vielen „Erbeinheiten“, so daß die Zahl der Kombinationsmöglichkeiten eine sehr große ist. Das würde z. B. die Mannigfaltigkeit der geistigen Höhe von Mischlingen, das gelegentliche Auftreten geistig sehr bedeutender Mischlinge (*Boeker Washington* und andere) plausibel machen, ebenso die geistige Minderwertigkeit anderer, wobei aber bemerkt wer-

¹⁾ Autoreferat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

²⁾ *S. Baur*, „Einführung in die experimentelle Vererbungslehre“. Berlin 1911.

³⁾ *Eugen Fischer*, „Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen“. Jena 1913.

den muß, daß letztere ganz besonders oft nur durch das soziale Milieu gerade der Rassenmischlinge bedingt ist. Das bei einer Rassenkreuzung zu erwartende Resultat kann man niemals voraussagen; wir wissen darüber *nichts*.

Welche Eigenschaften nun sich bei der Mendelschen Vererbung als dominant erweisen und welche als rezessiv, wissen wir nicht prinzipiell (d. h. erst die Erfahrung muß es von Merkmal zu Merkmal erweisen). Die dominanten Eigenschaften erscheinen dann natürlich bei der Mischlingsbevölkerung gehäuft (75 % — falls Auslesevorgänge usw. wegbleiben), und der flüchtige Beobachter sagt, die betr. „Rasse“ ist „präpotent“, „schlägt durch“ usw. Ich glaube, präpotente Rassen als solche gibt es nicht, nur dominante Einzelmerkmale, und jede Rasse, die viele an sich dominante Einzelmerkmale besitzt, wird ihre Formen den Mischlingen stärker (aber nur 75 %) aufdrücken; also z. B. eine dunkeläugige, dunkelhaarige, kraushaarige, lang- und schmalnasige, dunkelhäutige (?), (brachykephale?) Rasse wird gegen eine mit den entgegengesetzten Merkmalen dominant sein (in angegebenem Sinne). Die unverständliche Präpotenz einer ganzen Rasse ist aufgelöst in die Erscheinungen der Dominanz (im Mendelschen Sinne, 75 % und aufspaltend) der Einzelmerkmale. (Warum ein bestimmtes Merkmal dominant ist, wissen wir noch nicht, auch nicht für Tier und Pflanze.) Das erklärt z. B. die *scheinbare* starke Vererbungskraft der Juden bei christlich-jüdischer Kreuzung; es besteht also hier keine Präpotenz der Juden an sich! Ja zum Teil halte ich diese oft gehörte Ansicht als auf einfachen Beobachtungsfehlern begründet, die 25 % das rezessive Merkmal tragender Individuen werden übersehen.

Mit der Mendelschen Vererbung ist aber dann auch die Zukunft der Kreuzung bestimmt, *soweit diese rein von der Vererbung abhängt*. Rein durch die Kreuzung und Vererbung, also ohne daß nun (wie es durch den Tierzüchter nach Kreuzung geschieht) Auslesevorgänge, Ausmerzungen eintreten, kann keine neue Rasse entstehen. Die elterlichen ursprünglichen Merkmale müssen immer wieder auftreten. *Kollmann* hat schon lange auf die „Konstanz“ der Typen aufmerksam gemacht. Seit Tausenden von Jahren gibt es Lang- und Kurzschädel in Europa, Blonde und (sog.) Schwarze; — trotz aller Mischung ist nicht eine einheitliche „mittlere“ Schädelform und ein gleichmäßiges Braun geworden. Das ist nun erklärt, oder doch sozusagen an seinen Ursprung verfolgt — die Nachkommen eines Mischlings bekommen die großelterlichen Eigenschaften durch „Aufspalten“ wieder rein ausgeteilt. Nur Auslese kann das Kreuzungsprodukt definitiv ändern. Einmal wird offenbar nicht selten aus der Mischung das *eine* Element wieder ausgetilgt, die eine (eventuell alte und bodenständige) Rasse entledigt sich sozusagen desselben, sie „entmischt“ sich (*v. Luschán*) und die *eine* Rasse erscheint nach der Mischung wieder (fast) rein. Es könnte aber auch eine neue Rasse positiv gezüchtet werden, indem Individuen mit bestimmten Merkmalkombinationen der beiderelterlichen Merkmale positiv ausgelesen oder isoliert würden. Ob derart eine Rasse einmal

wirklich entstanden ist, wissen wir nicht. Jedenfalls zeigt sich also, daß das exakte Studium der Rassenmischung da weite neue Gesichtspunkte eröffnet hat.

Aber mehr! Wenn sogenannte Rassenmerkmale sich nach den Mendelschen Regeln vererbt dartin lassen, ist überhaupt damit erst bewiesen, daß es erbliche Rassenmerkmale in der Tat sind! Denn man kann das sonst einem Merkmal nicht ansehen. Kinder könnten theoretisch dieselbe Haarfarbe, Kopfform usw. wie die Eltern haben, weil auf sie dieselben klimatischen, Ernährungs- usw. Einflüsse wirken wie auf jene! In der Tat kann man zeigen, daß, wenn man Kinder *anderen* Einflüssen aussetzt, einzelne Merkmale sich ändern. So hat *Boas* gezeigt, daß die Kopfform von in Amerika geborenen Kindern von Südtalienern und osteuropäischen Juden etwas verändert ist gegen die der Eltern. Es gibt also wohl direkte Umweltwirkung auf manche sog. Rassenmerkmale. Wäre derart z. B. die gesamte Kopfform *nur* umweltbedingt (was natürlich weder *Boas* noch sonst jemand annimmt), so könnten wir gar nicht entscheiden, ob z. B. die heute in Süddeutschland an Stelle der eingewanderten langschädeligen (dolichocephalen) Germanen sitzenden Rundköpfe (Brachykephale) nicht die „reinen“ Germanen sind, deren Kopfform nur — ohne Beeinflussung irgend einer erblichen Qualität — verändert, „modifiziert“ ist. Aber wir wissen, ein *Etwas* an den „modifizierbaren“ Merkmalen ist erbständig, ist nur der Vererbung zu danken, an der Schädelform wird es *fast* alles ausmachen, an der Körpergröße z. B. weniger. Und gerade der Nachweis des „Mendels“ zeigt natürlich an, daß es wirklich *erbliche*, d. h. wahre Rassenmerkmale sind; also die Augenfarben, die Haarformen, die Nase des Europäers, Juden, Hottentotten, die Kopf- und Gesichtsform (diese trotz ihrer Modifizierbarkeit, aber wegen dieser nur bis zu gewissem Grad — und ebenso noch mehr die Körpergröße — *sind* in der Tat Rassenmerkmale).

Dieser Nachweis aber spricht weiter dafür, daß sich die menschlichen Rassen so nahe stehen, wie jene Tier- und Pflanzenrassen, mit denen die Mendelschen Regeln herausexperimentiert werden, d. h. sie gehören einer einzigen Spezies an. Dafür spricht weiter die Bastardfruchtbarkeit beim Menschen. Europäer-Hottentotten-Mischlinge sind durch viele Generationen unbeschränkt fruchtbar (*Fischer*) und ähnliches scheint für viele andere Rassen zu gelten, aber darüber existieren noch keine zuverlässigen Daten.

Mulatten unter sich sind vielleicht minder fruchtbar, und auffälligerweise solche mit nordeuropäischen Vätern scheinen unfruchtbarer und sonst hinfalliger und schwächer als solche mit südeuropäischen — aber exakte Feststellungen fehlen noch.

So ist das Problem der Rassenkreuzung des Menschen heute um vieles klarer geworden gegenüber dem Stand vor wenigen Jahren, vor allem sind feste Fragestellungen gewonnen; aber es sind noch sehr viele Antworten ungegeben; eine Menge interessanter Einzelaufgaben liegen nun vor: gelöst werden

können sie nur durch exakte und gewissenhafte Untersuchungen an einzelnen Familien, je an Eltern, Kindern und Enkeln, bei rasseungleichen Eltern; Familienanthropologie wird also da weiterführen, wir brauchen nicht (nur) Massenstatistik, sondern Individualstatistik.

Die Eiszeit und die kontinentale Wasserscheide in Patagonien¹⁾.

Von Prof. Dr. R. Hauthal, Hildesheim.

Der im Jahre 1902 durch Schiedsspruch der englischen Regierung beendete Grenzstreit zwischen Argentinien und Chile bezeichnet in der Geschichte beider Staaten einen sehr wichtigen Abschnitt. War er doch die Veranlassung, daß die geographische Erforschung beider Länder, besonders aber Argentinens, ganz energisch in die Hand genommen wurde, und so sind unsere Kenntnisse von großen Gebieten, namentlich in der Kordillere, erschlossen und erweitert worden. Gebiete, die sonst wohl noch lange weiße Flecke auf der argentinischen Karte gewesen wären — noch heute, nach 11 Jahren, sind bedeutende Teile jener Gebiete unerforscht. Aber nicht nur die allgemeine Kenntnis jener entlegenen Kordillerengebiete wurde gefördert, es wurden auch für die wissenschaftliche Geographie sehr interessante Tatsachen enthüllt, deren definitive Klärung noch manchen Forschers Arbeit erfordern wird. Erwähnen will ich hier unter anderem die vielen gewaltigen andinen Seen, deren Entstehung immer noch ein ungelöstes Problem ist. So zum Beispiel der Lago Buenos Aires, der fast das ganze System der Kordillere quert. Aber das interessanteste Ergebnis jener Forschungen ist doch wohl unstreitig der eigenartige Verlauf der interozeanischen Wasserscheide in Patagonien. Während sie nämlich im Norden bis zum 40° s. B. innerhalb der Kordillere sich hält und hier im wesentlichen mit dem Hauptzuge derselben zusammenfällt, tritt sie südlich vom 40° aus der Kordillere heraus, um zum allergrößten Teile östlich von derselben in der Pampa zu verlaufen. Je mehr nach Süden, desto häufiger tritt diese Tatsache ein und desto weiter greift die Wasserscheide nach Osten hinüber mit der Ausnahme, daß ganz im Süden in der Gegend des 50. Breitengrades die Wasserscheide wieder auf dem Kamm der Kordillere verläuft und die gewaltigen Seen Viedma und Argentino in normaler Weise nach Osten entwässern.

Wie ist dies eigentümliche Verhalten zu erklären? Das eben Angeführte, daß das Heraustreten der Wasserscheide aus der Kordillere in die östliche Pampa nach Süden zu vorwiegt, gibt uns einen Hinweis, daß dieses Verhalten mit Ursachen zusammenhängt, die nach Süden zu in höherem Grade wirksam sind — es sind nicht tektonische,

mit der Gebirgsbildung zusammenhängende Ursachen, sondern klimatische Vorgänge. Die Flußläufe und die Wasserscheide sind hier in erster Linie abhängig von der Wirksamkeit des fließenden Wassers und nicht minder auch von der des festen Wassers, des Eises. Je größer die Niederschläge, desto kräftiger und desto mehr in den Bodenformen sich kundgebend sind auch die Wirkungen des Wassers. Das ist eine Binsenwahrheit, die aber nicht oft genug betont werden kann und die uns gerade in Patagonien mit seinem trockenen östlichen und feuchten westlichen Gebiete in der markantesten Weise entgegentritt. Wir wissen, daß die Niederschläge im nördlichen Argentinien gering sind, daß sie aber nach Süden zunehmen und im südlichen Patagonien namentlich im westlichen Teile eine recht bedeutende Größe erreichen. Wir wissen ferner, daß dieselben klimatischen Verhältnisse zur Eiszeit, und zwar nicht nur in Argentinien und Chile, sondern auch in Bolivien und Peru herrschten. Die lokalen klimatischen Verhältnisse waren dieselben wie jetzt. Das wird immer mehr durch Forschungen bestätigt (vgl. *Sievers, Hans Meyer, Hauthal* und jüngst auch *Keidel*).

Zur Eiszeit nahmen also die die Kordilleren bedeckenden Eismassen nach Süden hin an Mächtigkeit zu, so zwar, daß die Gletscher, welche von den Gehängen der Gebirge zu Tal glitten, bis tief in das Vorland hinein sich erstreckten, ja bis zum 46. Grad s. B. und vielleicht noch weiter nördlich den Atlantischen Ozean erreichten. Zu dieser Zeit der Eisbedeckung war die Eisscheide der Kordillere auch zugleich die Wasserscheide für die subglazial abfließenden Schmelzwasser. Das Eis wirkte verändernd auf die präglaziale Oberfläche ein, und nach dem Rückzuge des Eises fanden die Gewässer eine andere Oberfläche vor, als sie vor der Vereisung war. Je mehr nach Süden, desto einschneidender waren die Veränderungen. Es waren Rinnsale, Vertiefungen entstanden, namentlich da, wo gewaltige Eisströme sich zu großen Gletschern vereinigten und nachdem das Eis aus dem Vorlande der Kordillere verschwunden, noch als gewaltige Talgletscher in den großen Querdepressionen bis an den Ostfuß der Kordillere sich ausdehnten. Jetzt dienen diese Zungenbecken der großen spätdiluvialen Gletscher den andinen Seen zum Bett, die ich anfangs erwähnt habe. Lange, lange Zeit müssen diese Becken von den Gletschern erfüllt gewesen sein, das beweisen die mächtigen Moränenzüge, die halbkreisförmig das Ostende der Seen umrahmen, oft weit in die Pampa hinein sich erstreckend. So liegen — um nur ein Beispiel anzuführen — die Endmoränenkreise am Lago Buenos Aires und namentlich Lago Puyeredon mindestens 20—30 km vom Seenende entfernt und ungefähr 2—300 m höher. Die Mächtigkeit und die Anzahl dieser Moränenzüge zeigen uns, daß die Gletscher lange Zeit in dieser Stillstandslage oszillierten und daß die nach Osten abfließenden Schmelzwässer sich ebenso lange Zeit quer durch die Pampa nach dem Atlantischen Ozean ergossen, zeigen uns die tief in die Tertiärschich-

¹⁾ Autoreferat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

ten der Pampa eingegrabenen Querdepressionen, die vom Fuße der Kordillere am Ostende der Seen beginnen und bis zum Atlantischen Ozean Patagonien queren. Mit dem Abschmelzen der Gletscher trat eine Änderung ein. Das zeigen die Terrassen, die sich stufenförmig an den Gestaden der Seen erheben. Mit dem Geringerwerden der Eismassen sank natürlich auch der Spiegel der Seen. Merkwürdigerweise sank er aber bei den meisten Seen so tief, daß der Seespiegel jetzt tiefer liegt als der Abfluß nach Osten; die Gewässer fanden in postglazialer Zeit einen Abfluß nach Westen. Ja, wir finden an vielen Stellen die ganz eigenartige Erscheinung, daß Flüsse, die früher nach Osten fließend sich mit dem Hauptstrom der Schmelzwässer vereinigten, jetzt nicht mehr nach Osten fließen, sondern plötzlich im rechten Winkel umkehren und sich in den nach Westen abfließenden See ergießen. Mag nun dieser Fluß von Norden oder von Süden kommen, stets findet diese Umkehr da statt, wo einstmals das Schmelzwasser des Gletschers als großer Bach den Eisrand verließ. Beide Erscheinungen: Abfluß der Seen nach Westen und Umkehr der Flüsse nach Westen haben den Verlauf der Wasserscheide in postglazialer Zeit ganz bedeutend verändert. Wie sind diese Veränderungen zu erklären? *Quensell*, der sich eingehend mit diesem Problem beschäftigt hat, nimmt an, daß die Seen so lange nach Osten abflossen, als die während der Eiszeit entstandenen westlichen Depressionen durch Eis verstopft waren, und daß mit dem Ausapern der westlichen Depressionen der Abfluß nach Westen stattfand. Das ist zum Teil richtig. Es sind tatsächlich im Westen aller patagonischen Seen tiefe Depressionen vorhanden und tatsächlich entwässern diejenigen Seen, bei denen die Depressionen noch mit Eis erfüllt sind, z. B. der Lago Argentino, auch heute noch nach Osten. Aber soweit unsere Kenntnis bisher reicht, sind diese durch Glazialerosion entstandenen westlichen Depressionen nicht tiefer als der östliche Abfluß der Seen. Da nun aber die Seen nach Westen entwässern, so ist es klar, daß nur die postglaziale Erosion in den westlichen Depressionen den Wasserabfluß so tief gelegt hat, daß die Gewässer nicht mehr nach Osten abfließen können. *Quensell*, der sich eingehend mit diesen Problemen beschäftigt hat, legt der postglazialen Erosion nur eine ganz untergeordnete Bedeutung bei; aber die Beobachtungen an Ort und Stelle an den westlichen Wasserabflüssen selbst zeigen, daß es ganz wesentlich die nach dem Schwinden der Gletscher eintretende Erosion des fließenden Wassers ist, die hier Abfluß nach Westen geöffnet hat und noch immer öffnet. Vor allen Dingen bietet der Lago Belgrano ein ganz ausgezeichnetes Beispiel. Das breite, wannenartige, weit in die Pampaformation sich erstreckende Ostbecken wird von großen Moränenzügen umrahmt, zwischen denen noch deutlich der einstmalige Ostabfluß der Schmelzwässer sichtbar ist. Die westlichen Partien dieses Sees erstrecken sich fjordartig in der eigentlichen Kordillere weit nach Süden, eine Kette von Seen bildend, die, durch enge Flußläufe verbunden, schließ-

lich durch den San Martin und dessen Westabfluß, den Rio de La Pascua, in den Stillen Ozean abfließt. Da, wo der Lago Belgrano in den Lago Azara fließt, ist eine enge Felsenschlucht, deren Oberfläche etwa 30 m über dem Seespiegel aufragt und deutlich alle Spuren der Glazialerosion zeigt. In diese glaziale Schwelle hat nun das fließende Wasser nach dem Schwinden der Eisbedeckung eine tiefe enge Schlucht, wie sie für die Wassererosion so charakteristisch ist, eingerissen und erst durch diese Wasserschlucht ist es dem Lago Belgrano ermöglicht worden, nach Westen abzufließen. Ja, daß dieser Vorgang sich in einer früheren Zwischeneiszeit ebenso abgespielt hat, zeigt uns auch diese Stelle am Lago Belgrano recht schön. Die eben erwähnte glaziale Schwelle steigt nach Westen bedeutend an, hier ein altes Gletscherbett der vorletzten Eiszeit zeigend. Und genau wie die jüngere Eisschwelle von der Wassererosion durchschnitten, so zeigt sich auch bei dieser älteren Eisschwelle ein alter Wasserriß, der einstmals den Gewässern Abfluß nach Westen gab. Dieselbe Erscheinung finden wir, wenn wir uns die Westabflüsse der Seen betrachten, überall deutlich ausgeprägt; ein allerdings nicht mit einem jetzigen See zusammenhängendes Beispiel, das aber, weil es an der viel benutzten Heerstraße (jetzt Eisenbahn) über den Cumbrepaß von Argentinien nach Chile liegt, sehr leicht aufgesucht werden kann, bietet der bekannte Salto del Soldado, wo auch in einem das ganze Tal querenden, durch die Eiserosion herausmodellierten Quarzitdamm in der postglazialen Zeit ein Bach tief eine Schlucht eingegraben hat. Kurz zusammenfaßt würde sich also der Einfluß der Eiszeit auf die interozeanische Wasserscheide in Patagonien so darstellen lassen:

1. Während der Vergletscherung der Kordillere bildete die Eisscheide auch die Wasserscheide.
2. Die von der Kordillere abfließenden Eismassen kolkten auf beiden Seiten im Osten wie im Westen Depressionen aus.
3. Beim Rückzuge der eiszeitlichen Gletscher wurden die östlichen Depressionen (jetzt mit Seen erfüllt) eher eisfrei als die westlichen und die Gewässer flossen in Gestalt von großen Flüssen nach Osten, solange die Depressionen im Westen vom Eise verstopft waren.
4. Wo die westlichen Depressionen noch heute vom Eise verstopft sind, wie am Lago Argentino, Lago Viedma, geht die Entwässerung auch jetzt noch nach Osten.
5. Wo die westlichen Depressionen eisfrei sind und wo die postglaziale Wassererosion wirken konnte, entwässern die Seen nicht mehr nach Osten, sondern nach Westen.
6. Die kontinentale Wasserscheide ist so in die Gebiete der glazialen Ablagerungen (Moränen, Drumlins usw.) östlich von der Kordillere verlegt.

Die erste Anwendung des Steinkohlengases in der Luftschiffahrt¹⁾.

Von Dr. Ing. A. Sander, Karlsruhe i. B.

Bis vor wenigen Jahren war man allgemein der Ansicht, daß das Steinkohlengas von dem englischen Luftschiffer *Green* im Jahre 1818 zum ersten Male zum Füllen eines Luftballons verwendet worden sei, erheblich später also als die heiße Luft und der Wasserstoff, die beide bereits im Jahre 1783 mit Erfolg hierzu angewandt worden waren. Diese Angabe ist sowohl in der aeronautischen wie auch in der technischen Literatur weit verbreitet. So schreibt z. B. *A. Hildebrandt* in seinem Buche „Die Luftschiffahrt“ (2. Auflage, München 1910, Verlag von R. Oldenbourg) auf Seite 58: „Leuchtgas kommt vorläufig nur für Freiballons noch in Betracht... es ist zuerst 1818 auf Veranlassung von *Green* zur Füllung benutzt.“ Noch in zahlreichen anderen Schriften wird die Einführung des Leuchtgases in die Luftschiffahrt dem Engländer *Green* zugeschrieben. Alle diese Angaben stützen sich scheinbar auf eine Mitteilung in Dinglers polytechnischem Journal, Band 9, Seite 134, vom Jahre 1822, wo es heißt:

Anwendung des gekohlstofften Wasserstoff-Gases zu Aerostaten.

„Herr *Karl Green*, der rühmlich bekannte Aeronautiker, teilt in einem Schreiben an Herrn *Gill* (in dessen Technical Repository, Juli 1822, S. 38) seine Beobachtungen über dieses Gas, als Mittel zur Aeronautik, mit, nach welchen dasselbe dem gewöhnlichen Wasserstoff-Gase in jeder Hinsicht vorzuziehen ist, und unendliche Vorteile vor demselben besitzt.“

Neuere Forschungen haben indessen bewiesen, daß weder der Engländer *Green*, noch der Franzose *Lebon*, der Erfinder der „Thermolampe“, die ersten waren, die einen mit Leuchtgas gefüllten Ballon aufsteigen ließen, sondern daß der Professor an der Universität Löwen *Jean Pierre Mincklers* diesen Ruhm für sich in Anspruch nehmen kann. Schon wenige Tage, nachdem der Physiker *Charles* auf dem Marsfelde in Paris seinen mit Wasserstoff gefüllten Ballon hatte aufsteigen lassen (28. August 1783), betraute der Herzog *Ludwig Engelbert von Arenberg*, in der richtigen Erkenntnis, daß diese Luftballone in Zukunft von erheblichem Nutzen sein werden, die drei Gelehrten *Thysbaert*, *van Bouchaute* und *Mincklers* mit der Aufgabe, die aus verschiedenen Stoffen gewonnenen brennbaren Gase daraufhin zu untersuchen, ob es nicht möglich wäre, mit Hilfe eines einfachen Verfahrens und mit geringen Kosten in kurzer Zeit eine große Menge eines permanenten Gases herzustellen, das genügend leicht wäre, um zur Füllung von Luftballonen dienen zu können. Diese drei Gelehrten machten sich alsbald daran, die ihnen von dem Herzog gestellte Aufgabe zu lösen, und *Mincklers* war der erste, dem dies gelang. Er wußte wohl, daß die von den Brüdern *Montgolfier* verwendete heiße Luft wegen der Mitnahme einer offenen Feuerung im Ballon zu gefährlich war sowie daß die Füllung eines Ballons mit Wasserstoff zu langwierig und überdies wegen des damals noch sehr hohen Preises der Schwefelsäure zu kostspielig war; er begann daher seine Versuche damit, daß er Stroh und Wolle in eisernen Retorten der trockenen Destillation unterwarf und die dabei entweichenden Gase in einem mit Wasser gefüllten Behälter auffing. Es zeigte sich jedoch, daß diese Gase gegenüber der atmosphärischen Luft zu schwer waren. Die Versuche wurden daher mit anderen tierischen und

pflanzlichen Stoffen fortgesetzt, und zwar wurden Harnknochen, Eichen- und Buchenholz, Holzkohle und auf Vorschlag des Professors *van Bouchaute* auch Kaminruß und Molybdän der trockenen Destillation unterworfen. Aber auch aus diesen Stoffen ließ sich nur ein Gas gewinnen, das nicht viel leichter als die atmosphärische Luft war und das dem beim Auflösen von Metallen in Schwefelsäure gewonnenen Wasserstoff hinsichtlich des spezifischen Gewichtes erheblich nachstand.

Nachdem so die Destillation tierischer und pflanzlicher Stoffe nicht zum Ziele geführt hatte, wandte sich *Mincklers* den brennbaren mineralischen Stoffen zu, und zwar namentlich den schwefelhaltigen, aus denen er auf Grund der damals geltenden Phlogistontheorie am ehesten ein leichtes Gas erhalten zu können glaubte. Da für die Gasgewinnung nur ein billiges, leicht zu beschaffendes Ausgangsmaterial in Frage kam, wurde ein Versuch mit Steinkohle angestellt, und zwar mit bestem Erfolge. Am 1. Oktober 1783 erhielt *Mincklers* beim Erhitzen von Steinkohlenpulver in einem Flintenlauf ein brennbares Gas, und zwar sehr rasch und in großer Menge; 4 Unzen Kohle gaben 1 cbf (franz.) Gas, und dieses Gas war viermal leichter als die atmosphärische Luft. Die verwendete Kohle war eine Fettkohle, wie sie in Löwen zur Heizung der Kamine allgemein in Anwendung war. Da diese Kohle sich beim Erhitzen stark aufblähte, wurden die eisernen Rohre, sobald sie auf Rotglut oder etwas höher erhitzt waren, bisweilen zersprengt. Auf Vorschlag von *Thysbaert* wurde dann eine Magerkohle destilliert, die ebenso viel Gas, jedoch von noch geringerem spezifischen Gewicht ergab. Eine Beschädigung der Eisenrohre trat bei Verwendung dieser Kohlsorte nicht mehr ein.

Während die Versuche der Brüder *Montgolfier* sowie des Physikers *Charles* in der älteren aeronautischen Literatur sehr genau und ausführlich beschrieben werden, findet man die nicht minder interessanten Untersuchungen von *Mincklers* merkwürdigerweise in der zeitgenössischen Literatur fast nirgends erwähnt. Dies ist um so erstaunlicher, als *Mincklers* selbst die Ergebnisse seiner Untersuchungen in höchst anschaulicher Weise in einer Schrift niedergelegt hat, die unter dem Titel „Mémoire sur l'air inflammable tiré de différents substances, rédigé par *M. Mincklers*, Professeur de Philosophie au Collège du Faucon, Université de Louvain“ im Jahre 1784 in Löwen erschienen ist und die einen Umfang von 50 Seiten (80) hat¹⁾.

¹⁾ Ebenso wie den Versuchen von *Mincklers* ist offenbar auch seiner Abhandlung keine weitere Beachtung zuteil geworden und so ist sie in Vergessenheit geraten. Die Vereinigung der Gasfabrikanten in Niederland hat sich der verdienstvollen Aufgabe unterzogen, das Werk von *Mincklers* der Vergessenheit zu entreißen, indem sie einen Neudruck der obengenannten Abhandlung veranlaßte, der im Jahre 1905 von Direktor *P. Bolsius* in Herzogenbusch herausgegeben wurde (nicht im Buchhandel!). Dieser Neudruck enthält ebenso wie das Original in einer Tabelle die von *Thysbaert* ausgeführten Bestimmungen des spezifischen Gewichtes der verschiedenen Gasarten, ferner aber zwei biographische Notizen, aus denen zu entnehmen ist, daß *Mincklers* am 2. Dezember 1748 als Sohn eines Apothekers in Maastricht geboren wurde. Ursprünglich zum Theologen bestimmt, wandte er sich bald dem Studium der Naturwissenschaften zu und wurde schon mit 24 Jahren (1772) zum Professor der Philosophie an der Universität Löwen ernannt. Dort wirkte er 16 Jahre hindurch als Lehrer der Physik; bei seinen Versuchen zur Auffindung eines leichten, zur Füllung von Luftballonen geeigneten Gases erfand er im Jahre 1783 das Steinkohlengas, dessen Brauchbarkeit als Leuchtgas er bald entdeckte. Bereits von 1785 an hat er nach dem Zeug-

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Mincklers macht in seiner Schrift noch eine Reihe weiterer interessanter Mitteilungen, so z. B. über die Änderung der Ausbeute und des spezifischen Gewichtes des Gases bei rascherem oder langsamerem Erhitzen der Kohle. Auch über den verschiedenen Luftbedarf bei der Verbrennung eines durch rasches bzw. durch langsames Erhitzen gewonnenen Gases findet man in der Abhandlung durchaus zutreffende Angaben, die zugleich beweisen, mit welcher Gründlichkeit *Mincklers* seine Untersuchungen ausgeführt hat. Obwohl es, wie *Mincklers* selbst sagt, nicht wahrscheinlich war, daß aus anderen Stoffen ebenso leicht ein Gas mit den Eigenschaften des Steinkohlengases gewonnen werden konnte, stellte er doch noch mit einer größeren Zahl anderer Stoffe Versuche an, so mit Weingeist, Äther, Pech, Benzoecharz, Kampfer, Zucker, Terpentinöl, Asphalt, Bernstein, Torf, Hirschhorn und noch vielen anderen.

Alle diese Stoffe ergaben jedoch kein so günstiges Resultat wie die Steinkohle. *Mincklers* faßt seine Versuche dahin zusammen, daß das aus Steinkohlen gewonnene Gas nach dem Wasserstoff das leichteste Gas ist, daß es keine Waschung mit Wasser erfordert und direkt in den Ballon eingefüllt werden kann. Wenn es auch schwerer als der Wasserstoff sei, so verdiene es doch wegen der geringeren Herstellungskosten und der einfacheren Gewinnung den Vorzug.

Zur Herstellung einer größeren Menge Steinkohlengas wurden auf Vorschlag von *Thysbaert* große eiserne Rohre angefertigt, die 20 Pfund Kohle faßten und in kurzer Zeit 80 cbf Gas liefern konnten. Vier solcher Rohre wurden in einer gemeinsamen Feuerung erhitzt, und durch gleichzeitigen Betrieb mehrerer solcher Öfen war die Möglichkeit gegeben, in kurzer Zeit und in kontinuierlichem Betriebe eine sehr große Menge Gas zu erzeugen.

Die erste Füllung eines kleinen Ballons, der aus Goldschlägerhaut gefertigt war, erfolgte in dieser Weise am 21. November 1783 im Park des Schlosses Héverlé des *Herzogs von Arenberg*; der Ballon riß sich nach beendeter Füllung von den Haltetauen los und verschwand in den Wolken. Er legte eine Strecke von 25 km zurück und fiel in Sichem zu Boden. In der Folge ließ man mehrere andere mit Steinkohlengas gefüllte Ballone von verschiedener Größe aufsteigen, so am 23. Februar 1784 in Antwerpen und am 24. Februar in Löwen; beide Ballone wurden etwa 6 Meilen vom Aufstiegsort wiedergefunden.

Hiernach steht es also zweifellos fest, daß *J. P. Mincklers* als erster das Steinkohlengas zur Füllung eines Luftballons verwendet hat.

Einen weiteren interessanten Beitrag zu jener ältesten Geschichte der Gasverwendung in der Luftschiffahrt liefert *Lucien Bertin* in einer kleinen, im Jahre 1912 erschienenen Schrift mit dem Titel: „Les premiers emplois du gaz de houille en aérostation“¹⁾. Er gibt darin zahlreiche Bruchstücke aus Zeitungsberichten des Jahres 1783 und aus sonstigen schwer zugänglichen Aufzeichnungen wieder, so daß die kleine Schrift für die Geschichte der Luftschiffahrt von hervorragendem Interesse ist. Nach einer anschaulichen Schilderung der ersten Ballonaufstiege sowie der Eindrücke, die diese Ereignisse auf die Bevölkerung machten, bespricht *Bertin* die Schwierigkeiten, die sich bei

der Füllung der Ballone sowohl mit heißer Luft wie mit Wasserstoff ergaben und welche die Versuche zur Auffindung eines anderen leichten Gases durchaus berechtigt erscheinen lassen.

Die Füllung der Montgolfières bereitete zwar an sich keine Schwierigkeiten und vollzog sich auch ziemlich rasch, jedoch brachte die Mitführung eines offenen Feuers mancherlei Unannehmlichkeiten mit sich. Das Feuer mußte bald gedämpft, bald stärker geschürt werden, so daß die Stoffhülle leicht in Brand geraten konnte. Die mit Wasserstoff gefüllten Ballone boten zwar größere Sicherheit, dagegen war ihre Füllung langwieriger und kostspieliger, zumal zu jener Zeit die Schwefelsäure, wie schon erwähnt, noch sehr teuer war. So ist es denn sehr begreiflich, daß ein weitschauender Mann wie der *Herzog von Arenberg* alsbald nach dem Bekanntwerden der Versuche von *Montgolfier* und *Charles* die drei obengenannten Gelehrten der Universität Löwen damit beauftragte, ein neues, zur Füllung von Luftballonen geeignetes Gas ausfindig zu machen.

Über den ersten Aufstieg eines mit Leuchtgas gefüllten Ballons berichtet *Bertin*¹⁾ auf Grund eines Briefes, den der Sekretär des *Herzogs von Arenberg, Dey*, am 15. Februar 1784 von Brüssel aus schrieb und aus dem hier einige Stellen mitgeteilt seien:

„A notre retour aux Pays-Bas, le 16 novembre²⁾, ils apportèrent au château d'Héverlé, à un quart de lieu de Louvain, séjour du Duc d'Arenberg pendant l'automne et le printemps, trois magasins de fer blanc, contenant 70 pots d'air inflammable chacun. Nous essayâmes sur le champ, au milieu de l'eau, d'en charger un petit ballon de baudruche que j'avais rapporté de Paris et qui n'avait que 14 pouces de diamètre. Il s'éleva rapidement et dès qu'il eut dépassé le bâtiment, il rompit le fil au moyen duquel on voulait le retenir. On put le suivre des yeux jusqu'à sa disparition totale et nous n'en entendîmes plus parler.

Encouragés par ce premier succès, nous nous mîmes dès le lendemain à l'ouvrage pour remplir un ballon de baudruche verni à l'esprit de vin que j'avais fait, il y avait plus de six semaines, en collant ensemble 400 feuilles de 4 pouces carrés, et qui contenait quarante pieds cubes. Une forge à double soufflet et 3 de ces canons dont parle dans sa lettre *M. de Thysbaert* — qui ne sont que de forts canons de carabine d'un pouce ou plous de diamètre — furent tout l'appareil dont nous nous servîmes; la culasse de deux canons était continuellement dans le feu de la forge, pendant qu'on faisait refroidir, qu'on vidait et qu'on remplissait le troisième de 5 à 6 pouces de hauteur de houille, recouverte jusqu'au bout du canon avec du sable. Un tuyau de prolongement en fer blanc conduisait l'air dans un entonnoir placé dessous un tonneau rempli d'eau, posé sur un baquet plein du même fluide, que l'air dégagé de la houille remplaçait, après l'avoir traversé. . . . Le procédé exigea plus de sept quarts d'heures, et ne fut aussi long qu'à cause du peu de grandeur de l'ouverture des robinets. Le globe lesté d'un poids de 15 onces, s'éleva très rapidement. . . .“

Noch im gleichen Jahre wie *Mincklers* hat *Alexander Lapostolle*, ein Apotheker in Amiens, in derselben Richtung Versuche angestellt, die jedoch noch viel weniger bekannt geworden sind. Weder in den Gemeinde- oder in den Departementsarchiven, noch in den Berichten der Akademie von Amiens findet man die Untersuchungen von *Lapostolle* über die Destillation von Steinkohlen und

nis von einigen seiner früheren Schüler seinen Hörsaal mit Steinkohlengas beleuchtet. Er starb im Alter von fast 76 Jahren am 4. Juli 1824. Im Jahre 1904 wurde ihm in seiner Vaterstadt ein Denkmal errichtet.

¹⁾ Vortrag auf der Hauptversammlung der Société Industrielle in Amiens. Druck von G. Stora, Amiens 1912. 29 Seiten.

¹⁾ A. a. O. S. 14.

²⁾ *Mincklers* gibt als Tag des ersten Aufstiegs den 21. November an.

über die Verwendung des hierbei gewonnenen Gases zur Füllung von Luftballonen erwähnt. Nur ein Brief im *Journal de Paris*, den auch *H. d'Allcmagne* auf Seite 547 seiner „*Histoire du Luminaire*“ wiedergibt, enthält nähere Angaben hierüber.

Die Anregung zu seinen Versuchen erhielt *Lapostolle* durch *Charles Dallery*, der im Dezember 1783 in Amiens zwei Heißluftballone öffentlich aufsteigen ließ. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß *Lapostolle*, der damals Professor an der Medizinschule, „*Apothicaire du Roy pour les maladies épidémiques*“ und Mitglied der Akademie von Amiens war, diesen Ballonaufstiegen beiwohnte und daß er in der darauffolgenden Woche in seinem Laboratorium im *Jardin du Roy* Versuche über die Herstellung eines leichten Gases anstellte, denn kaum drei Wochen nach dem Aufstieg *Dallerys*, am 4. Januar 1784, richtete er an das *Journal de Paris* einen Brief, in dem er die Verwendung des Steinkohlengases zur Füllung von Luftballonen empfahl. Aus diesem Briefe, der am 24. Januar in der genannten Zeitung erschien und den *L. Bertin*¹⁾ im Wortlaut wiedergibt, seien hier die wichtigsten Stellen angeführt:

„ . . . il existe un moyen aussi simple que peu dispendieux pour avoir en moins de six heures une quantité de gaz inflammable telle qu'il le faudrait pour remplir un ballon propre, par sa capacité, à élever des hommes.

Ce gaz inflammable se trouve dans le charbon de terre; on l'en extrait par la distillation pneumatique. Dans les expériences que nous avons faites . . . , nous nous sommes convaincus que son dégagement s'opère avec une rapidité qui exige des précautions pour le conduire dans le ballon; il se dégage du charbon de terre, enfermé dans un appareil pneumatique et exposé à un violent coup de feu, une émanation composée de deux fluides aériformes, c'est-à-dire un gaz inflammable de la plus grande fugacité, et un autre fluide qui a pour principe un pétrole, mais tenu à l'état de vapeur par une grande quantité de fluide igné avant de conduire ce fluide aériforme dans le ballon, on le fait passer dans une masse d'eau qui, en désunissant le pétrole de son dissolvant, s'en empare.

Le gaz inflammable, purifié par ce moyen, est de la plus grande beauté; la quantité de ce gaz retiré de cette manière est immense; le charbon resté dans l'appareil après cette opération est encore propre à la combustion, il est dans l'état de koack; quant à celui qui est nécessaire pour effectuer le dégagement, il forme la seule dépense, en supposant toutefois qu'on ait en sa possession un appareil pneumatique.“

Mangels anderer Aufzeichnungen muß dieser Brief als Beweis dafür gelten, daß es *Lapostolle*²⁾ spätestens im Januar 1784 gelungen ist, aus Steinkohlen ein zur Füllung von Luftballonen geeignetes Gas herzustellen. Die erfolgreichen Versuche von *Mincklers* waren ihm sicherlich zu jener Zeit noch nicht bekannt; er hat auch nicht wie dieser den Versuch gemacht, das Steinkohlengas als Leuchtgas zu verwenden. Immerhin muß man neben *Mincklers* auch *Lapostolle* den Ruhm zuerkennen,

¹⁾ A. a. O., S. 23.

²⁾ *Alexander Lapostolle* wurde am 21. Dezember 1749 in Maubeuge geboren. Er war zwei Jahre bei einem Apotheker seiner Vaterstadt in der Lehre und studierte dann in Paris, wo *Baumé*, *Sage* und andere berühmte Chemiker seine Lehrer waren. Nach Beendigung seiner Studien ließ er sich 1774 in Amiens als Apotheker nieder. Von 1777 an hielt er Vorlesungen über Chemie und Naturwissenschaften und wurde einige Jahre später zum Professor der Chemie an der Medizinschule in Amiens ernannt. Er veröffentlichte zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten und erhielt viele Auszeichnungen. Er starb am 19. Dezember 1830.

das Steinkohlengas zuerst als Ballongas verwendet zu haben, und es ist merkwürdig genug, daß fast zu derselben Zeit zwei Apotheker, die beide Professoren der Chemie und der Physik waren, diese Entdeckung gemacht haben.

Erst 15 Jahre später weist auch *Philipp Lebon* bei der Beschreibung seiner Thermolampe in seinem Patent vom 6. Vendémiaire des Jahres VIII (28. September 1799) darauf hin, daß das Gas außer zum Leuchten und Heizen auch zur Füllung von Luftballonen verwendet werden kann.

Über Gelstrukturen¹⁾.

Von Prof. Dr. Richard Zsigmondy.

Referat von Dr. W. Bachmann, Göttingen.

Unter den Begriff eines Gels im weitesten Sinne schließt man u. a. ein sowohl flüssigkeitshaltige Gallerten, natürliche Schleime, gallertige Niederschläge usw., wie auch die Trockenrückstände dieser wasserhaltigen Produkte. Letztere sind zuweilen glasartig (durchsichtig), transluzent oder gänzlich undurchsichtig, dabei entweder feinporig oder massiv; immer aber sind es amorph erscheinende Gebilde.

Zu den typischen Gallerten rechnen die durch Erkalten (Gestehenlassen) vieler Kolloiddösungen entstandenen Gele, nämlich solche aus Leim-, Stärke- und Seifenlösungen usw. gebildeten Produkte, ferner durch Koagulation von Solen (z. B. der kolloiden Kieselsäure) beim Eintrocknen oder unter dem Einflusse zugefügter Reagentien entstandenen Erstarrungsprodukte. Auch bei chemischen Reaktionen zwischen konzentrierten Salzlösungen bilden sich häufig, wie *P. P. von Weimarn* zeigen konnte, gallertähnliche Körper.

Den eigentlichen Gallerten sind nun gewisse mechanische Eigenschaften zugehörig, die eine ausreichend scharfe begriffliche Trennung von anderen ähnlichen Systemen²⁾ erlauben. In erster Linie ist hervorzuheben die ausgesprochene Elastizität und Formbeständigkeit, welche den Gallerten eignet und sie den starren elastischen Körpern (wie Stahl, Glas, Elfenbein) vergleichbar macht, von ihnen aber wiederum unterscheidet durch weitere Elastizitätsgrenzen, wie sie der Kautschuk in annähernd gleicher Weise besitzt. Diese charakteristischen Eigenschaften der Gallerten sind natürlich mit der Konzentration der zerteilten (festen) Substanz sehr variabel, indem eine kontinuierliche Skala vom tropfbar-flüssigen Zustande ausgehend, bis zur höchsten Konsistenz (fester Körper) durchlaufen werden kann. Schon bei einem sehr geringen Gehalt an fester Substanz (1—2 %) kann man solche Systeme als Gallerten ansprechen.

Theorien der Gelstrukturen wurden schon frühzeitig aufgestellt, bevor man die Mittel hatte, sie nachzuprüfen. Zwei Grundvorstellungen:

1. Die Gallertelemente sind sehr kleine, im Mikroskop nicht mehr sichtbare Kriställchen oder kristallartige Gebilde (*Frankenheim*, *Naegeli* u. a.),

¹⁾ Referat des Vortrages auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

²⁾ Wie pech- und breiartigen oder plastischen Massen.

deren Zusammenhalt ermöglicht wird durch Anziehungskräfte zwischen den (im nassen Zustande) durch Wasserhüllen getrennten Elementen, die beim Übergang in den Solzustand einfach weitgehend auseinanderreten.

2. Die Gallerten bestehen aus zwei beschränkt mischbaren Flüssigkeiten (*Quincke, Bütschli, Hardy* u. a.), deren eine, die zähere, konsistentere, infolge eigentümlicher Wirkungen der Oberflächenspannung Schaum- bzw. Wabenwände zu bilden imstande ist, welche als Inhalt die andere (weniger konsistente, weil verdünntere, kolloidarme) umschließen.

Beide Vorstellungen finden wir in der *Micellar*-¹⁾ und *Wabentheorie*²⁾ vertreten.

Die *Micellartheorie* (*C. v. Naegeli*) blieb zunächst unbestätigt, erst die Ultramikroskopie erkannte das an ihr Zutreffende.

Die *Wabentheorie* versuchte u. a. *O. Bütschli*, ihr Urheber, durch ausgedehntes experimentelles Material zu stützen, das allerdings eine ganz subjektive, wohl nicht unvoreingenommene Deutung von ihm erfuhr.

Auf der Basis der *Micellartheorie* konnte *Naegeli* und später *H. Ambronn* Erklärungen mannigfacher optischer Phänomene, wie der Doppelbrechung pflanzlicher und tierischer Fasern, von gedehnter Gelatine, ferner des Pleochroismus gefärbter Fasern geben.

Auch die *Wabentheorie* schien geeignet über manche Erscheinungen Aufschluß zu geben, wie über Elastizität und Formbeständigkeit usw.

Mit den wichtigen Phänomenen der Quellung versuchten sich beide Anschauungsweisen ebenfalls auseinanderzusetzen, mit einem größeren Anrecht auf Wahrscheinlichkeit wohl die *Micellartheorie*.

Während die *Wabentheorie* die Steine ihres Gebäudes Beobachtungen an makroskopischen oder mikroskopischen Gebilden entlehnte, blieb die *Micellartheorie* auf einem im wesentlichen *molekulartheoretischen* Boden, der erst, wie erwähnt, durch die Fortschritte der Kolloidchemie, insbesondere der Ultramikroskopie, an Festigkeit gewann. Man sah die Micellen (*Naegelis*) bzw. ihre „Verbände“ mit eigenen Augen, man konnte Gallertstrukturen und die Vorgänge ihrer Entstehung verfolgen u. a. m. Auch *Bütschli* sah „Gallertstrukturen“; aber sie waren keine der unveränderten Gallerte eigenen, sondern *künstlich* hervorgerufene *Gerinnungsstrukturen*, die in ihrer Größenordnung wesentlich verschieden von ultramikroskopischen Dimensionen keinen Begriff von der Feinheit der wahren, primären Gallertstrukturen zu geben vermochten.

Bütschli unternahm, um in der Deutung des *Charakters seiner Gerinnungsstrukturen* sicher zu gehen, umfassende Vorstudien, die Deutung mikroskopischer Bilder überhaupt betreffend. Wenn nun schon diese Deutung der z. B. mit Alkohol, Chromsäure usw. erhaltenen Gelatinegerinnungen usw. dem individuellen Ermessen überlassen bleiben muß (da es sich immer um nahe der Auflösungsgrenze der Mikroskope liegende Gebilde handelt [cf. *Abbes*

Studien, Ges. Werke, Jena]), so ist nach den Befunden der Ultramikroskopie⁴⁾ die jenen Strukturen zugrunde liegende Heterogenität nicht einmal als die feinste (primäre) Struktur anzuerkennen. Die *Erstarrungsvorgänge*, welche zur Bildung der Gallerte führen und sich ultramikroskopisch studieren lassen²⁾, zeigen, daß die Gallerte aus wesentlich kleineren Elementen, nämlich aus Amikronen und Submikronen, aufgebaut sind. Redner kommt an der Hand von Photogrammen auf diese ultramikroskopischen Befunde zu sprechen und weist des weiteren auf die *große Mannigfaltigkeit der Strukturbilder* hin, denen man beim Studium verschiedenartiger Gallerten, z. B. der Seifen usw.³⁾ begegnet. Also *keineswegs* die Wabe oder irgend ein anderes „Strukturelement“ ist *vorherrschend*. Die *Seifengallerten* sind z. B. Gewirre feinsten submikroskopischer Fäden und Nadeln, die teilweise miteinander verfilzt sind; ein gleiches gilt von den *Bariummalonatgallerten*, die *Fr. Flade*⁴⁾ kürzlich studiert hat. Auch die Seifengelstrukturen werden vom Redner an Photogrammen erläutert. Bei ihrer Bildung spielen Kristallisationsvorgänge eine ausschlaggebende Rolle, die auch bei der Bildung der *Niederschlagsgallerten* *P. P. v. Weimarns* in Frage kommen, nicht aber allgemein bei der Bildung *jeder* Gallerte angenommen werden können, wie *P. P. v. Weimarn* will. Wenigstens sprechen zurzeit noch keine experimentellen Tatsachen für diese Ansicht.

Wie ungemein fein die in Gelen vorhandenen *Hohlräume* sein können, das führt Redner an der Hand seiner Theorie der Dampfspannungsisothermen getrockneter (glasiger) Kieselgele aus, die durch seine eigenen³⁾ und durch Arbeiten seiner Schüler⁵⁾ gestützt ist und ein Maß für die Größe der Hohlräume eines Gels aus seinen Isothermen abzuleiten gestattet. Die *Dampfdruckerniedrigung* der in solchen Gelen vorhandenen Flüssigkeiten ist danach auf Ausbildung konkaver Menisken zurückzuführen, also auf *Kapillarkwirkungen*, nicht aber auf Bildung und Zersetzung von Hydraten usw. Die bekannten Wässerungs- und Entwässerungskurven *van Bemmelen*s werden vom Redner unter Zugrundelegung seiner Theorie diskutiert und erklärt. Tränkt man die SiO₂-Gele mit anderen Flüssigkeiten als Wasser, so erhält man ganz verwandte Dampfspannungsisothermen. Diese Tatsache, welche *Anderson*⁶⁾ fand, sowie die Beobachtung *Bachmanns*⁶⁾, daß es sich bei der Tränkung (Imbibition) dieser porösen Gebilde nur um *Hohlraumfüllung* handelt — die aufgenommenen Flüssigkeitsmengen stehen untereinander im Verhältnis ihrer spezifischen Gewichte —, beweist abschließend die Richtigkeit der Theorie des Redners.

¹⁾ Cf. *W. Bachmann*, Z. anorg. Chem. 73 (1911), 125 ff.

²⁾ Cf. *R. Zsigmondy* und *W. Bachmann*, Kolloid-Zeitschrift XI. 145—157.

³⁾ Z. anorg. Chem. 81, S. 173 (1913).

⁴⁾ Z. anorg. Chem. 71 (1911).

⁵⁾ *R. Zsigmondy, W. Bachmann, und E. F. Stevenson*, Z. anorg. Chem. 75 (1912), 189 ff. *W. Bachmann*, Z. anorg. Chem. 79 (1912), S. 207. *Anderson*, Inaug.-Diss. 1913, Göttingen (noch nicht gedruckt).

⁶⁾ Loc. cit.

¹⁾ *C. v. Naegeli*.

²⁾ *O. Bütschli*.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zu den Zuschriften der Herren R. J. Meyer und H. v. Dechend.

An die einleitende Bemerkung zu meinem Aufsatz: „Neue Elemente?“ knüpften die Herren R. J. Meyer, Berlin (Heft 39, 937, 1913), und H. v. Dechend, Freiburg (Heft 41, 985, 1913), längere Entgegnungen. Auf die sachlichen Ausführungen des ersteren möchte ich nicht näher eingehen, weil sowohl für den Fachmann wie für den Erkenntnistheoretiker ohnehin leicht ersichtlich ist, inwiefern sie den Grundgedanken meiner Einleitung nicht treffen. Die Darstellung der Geschichte der Kanalstrahlen durch Herrn von Dechend ist für die Beurteilung der Frage, in welchem Zeitabschnitt sich gegenwärtig die deutsche Physik befindet, sicher von Interesse; mit meiner Beurteilung der gegenwärtigen Lage der Chemie in Deutschland hat sie nichts zu tun. Was von der Entdeckung der neuen Elemente von Thomson herrührt, ist in meinem Aufsatz durch die jeweilige Nennung des Namens Thomson ausdrücklich hervorgehoben. Nur ein ganz krasser Laie — und daraus besteht der Leserkreis der „Naturwissenschaften“ nicht — oder ein sehr unaufmerksamer Leser kann zu der Meinung kommen, alles zur näheren Erläuterung der Thomsonschen Entdeckungen über die Kanalstrahlen und ihre Analyse Gesagte sei selbst auch von Thomson Entdecktes, wie es Herr von Dechend befürchtet. Die für die Chemie wichtige Anwendung der Kanalstrahlenablenkung ist geistiges Eigentum von Thomson, was auch Herr von Dechend nicht bestreitet. Bernried, den 1. Oktober 1913. Hans von Liebig.

Erwiderung auf das Vorstehende.

Wenn Herr von Liebig es für richtig hält, auf meine sachlichen Ausführungen mit einigen nichtssagenden und überlegenen Worten zu erwidern, so kann dies in einer durch nichts gerechtfertigten Überschätzung oder auch in der Erkenntnis der unhaltbaren Schwäche seines Standpunktes begründet sein. In beiden Fällen erübrigt sich eine weitere Diskussion.

Was die Beurteilung der Erwiderung des Herrn von Dechend betrifft, so sei mir erlaubt, folgendes anzuführen: Wenn Herr von Liebig den angeblichen Niedergang der deutschen Chemie durch Aufführung der chemischen Großtaten anderer Nationen beweisen wollte, so hätte er Thomsons Arbeiten überhaupt nicht heranziehen sollen. Thomson ist Physiker und seine Forschungen über die Kanalstrahlen, über die Herr von Liebig berichtet hat, sind rein physikalischer Natur. Daß diese für den Chemiker von großem Interesse sind, ist richtig, aber das Gleiche gilt auch von manchen anderen physikalischen Arbeiten. Es ist ebensowenig eine „chemische“ Entdeckung, wenn durch eine selektive Ablenkung der Kanalstrahlen die Existenz neuer Elemente wahrscheinlich gemacht wird, als wenn dies etwa durch Spektralanalyse geschieht. Wenn also Herr von Liebig selbst keinen strengen Unterschied zwischen chemischer und physikalischer Entdeckung macht, indem er Thomsons Forschungen zu Ungunsten der deutschen Chemie ins Gefecht führt, so hat auch Herr von Dechend das Recht, die weitgehende schöpferische Mitarbeit zu betonen, die die deutsche physikalische Wissenschaft dabei geleistet hat.

Berlin, den 3. Oktober 1913.

R. J. Meyer.

Wir schließen hiermit die Diskussion über diesen Gegenstand und bemerken dazu, daß wir selbstverständlich Herrn von Liebig in der Darlegung und Begründung seines Standpunktes volle Freiheit gelassen haben, daß auch wir diesen Standpunkt aber für ganz unhaltbar ansehen. In

dieser Auffassung werden wir noch dadurch bestärkt, daß Herr von Liebig sachlichen Einwendungen gegenüber es ablehnt, sachlich zu entgegnen. Die Herausgeber.

Besprechungen.

Willstätter, Richard, und Arthur Stoll, Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin, Julius Springer, 1913. VIII, 424 S., 16 Fig. und 11 Taf. Preis geh. M. 18,—, geb. M. 20,50.

(Selbstanzeige.)

Das Buch enthält eine Reihe unveröffentlichter Untersuchungen über die Analyse der Blattfarbstoffe, über die Isolierung des Chlorophylls und über seinen Abbau. Die neuen Arbeiten sind mit den hauptsächlichsten Ergebnissen meiner in den letzten Jahren veröffentlichten Abhandlungen zu einem einheitlichen Bilde zusammengefaßt, zu welchem eine Schilderung der Methode und eine Erörterung der Konstitutionsfrage hinleitet.

Das in Substanz immer unbekannt gebliebene Chlorophyll wird als ein Thema der Strukturforschung dem Chemiker näher gerückt, die quantitative Bestimmung der Blattfarbstoffe liefert dem Pflanzenphysiologen Hilfsmittel für Studien über die Assimilation, die Ergebnisse der Analyse sollen agrikulturchemische Forschungen über die Versorgung der Nutzpflanzen mit Magnesium anregen. Somit wenden sich die „Untersuchungen über Chlorophyll“ an einen weiten Kreis von Naturforschern; dadurch mag es sich rechtfertigen, sie in Buchform herauszugeben. Da sie auf dem Grenzgebiete von mehreren Disziplinen liegen, wären sie in einer chemischen Zeitschrift nicht genügend zugänglich. Abhandlungen, die für den Botaniker, Chemiker und Agrikulturchemiker bestimmt sind, werden dort von keinem gelesen, namentlich nicht von den Agrikulturchemikern, von denen nicht wenige seit Liebigs Zeit die Lektüre chemischer Journale verlernt und vergessen haben. Wie sollte ich es anders verstehen, wenn H. Immendorf im Bande „Chemie“ von „Die Kultur der Gegenwart“ den Magnesiumgehalt des Chlorophylls als zweifelhaft hinstellt, wenn ein anderer hervorragender Agrikulturchemiker meine Arbeiten als Untersuchungen von Rossel bespricht, weil dieser schweizerische Schriftsteller in Tageszeitungen einige Male auf sie hingewiesen hat?

In jedem grünen Blatt finden sich zwei grüne und zwei gelbe Pigmente. Um sie nach Menge und Verhältnis zu bestimmen, wird eine Methode beschrieben. Der Vergleich der verschiedenen Pflanzen ergibt die Identität ihres Chlorophylls, während noch vor ein paar Jahren die Hypothese, daß es eine unendliche Zahl von Chlorophyllen gebe, hoch im Kurse stand. Eine Ausnahmestellung kommt den Braunalgen zu, die einen dritten gelben Farbstoff und die beiden grünen in einem ungewöhnlichen quantitativen Verhältnis aufweisen. Streitfragen der Botaniker über die Pigmente der Phaeophyceen werden entschieden; diese Algen sind braun, nicht weil das Chlorophyll in der Form eines braunen Derivates in ihnen vorkommt, sondern weil seine Farbe von viel Fucoxanthin verdeckt wird.

Nach dem Verfahren, das in dem Buch veröffentlicht wird, läßt sich Chlorophyll so leicht darstellen wie irgend ein anderer Pflanzenstoff, wie ein Alkaloid oder ein Zucker. Der künftigen Arbeit des Chemikers sind die ersten Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt. Der Abbau der hochmolekularen Verbindung, der hier geschildert wird, ist nun bis zu einer sauerstofffreien Muttersubstanz, dem Ätiophyllin ($C_{31}H_{34}N_4Mg$), geführt worden. Das magnesiumfreie Derivat desselben, das

Ätioporphyrin, ist das erste noch hochmolekulare Produkt, das aus dem Chlorophyll und aus dem Hämin hervorgeht. Die Bildung aus dem letzteren zwingt dazu, die allgemein angenommene empirische Formel des Hämins abzuändern; sie führt zu neuen Gedanken über die Konstitution des Hämins und über das Gemeinsame und das Unterscheidende von Blut- und Blattfarbstoff.

R. Willstätter, Berlin-Dahlem.

Hess, V. F., Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben Freiballonfahrten. Bericht. Akad. Wien. CXXI. Nov. 1912.

Die durchdringende Strahlung, welche man in geschlossenen Ionisationsgefäßen mit dicken Metallwänden beobachtet, konnte bis jetzt auf drei Ursachen zurückgeführt werden: 1. auf die radioaktiven Substanzen in der Erde, 2. auf den radioaktiven Beschlag der Erdoberfläche und 3. auf die γ -strahlenden Zerfallsprodukte der Emanation in der Luft.

Unter Berücksichtigung der bekannten Absorptionskoeffizienten der γ -Strahlen sollte die von der Erde kommende γ -Strahlung bereits in 500 m Höhe bis auf etwa 10 % absorbiert sein. Die experimentellen Beobachtungen haben demzufolge bei einer Erhebung von einigen hundert Metern über dem Erdboden stets eine Abnahme der durchdringenden Strahlung dargetan. Bereits früher hat aber A. Gockel bei Erhebungen über 1000 m bis zu 2800 m keine weitere Abnahme, sondern im Gegenteil sogar eine schwache Zunahme der durchdringenden Strahlung beobachtet. In der vorliegenden Abhandlung berichtet Herr Hess über mit großer Sorgfalt angestellte Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei einer Reihe von Ballonfahrten, welche insbesondere die Größe der durchdringenden Strahlung in noch größeren Höhen feststellen sollten.

Als Beobachtungsapparate dienten die von Wulf konstruierten, deren Wandung aus 3 mm dickem Messing bestand. Innen war das Messing verzinkt, wodurch eine geringere Sekundärstrahlung erhalten wurde. Es wurden zwei Apparate von zwei beziehungsweise drei Litern Inhalt des Ionisationsraumes benutzt. Sie waren vollkommen luftdicht verschlossen. Ein dritter Apparat von 16,7 Litern Inhalt war aus ganz dünnem Zinkblech gefertigt; mit demselben wurden also auch β -Strahlen gemessen. Dieser Apparat war nicht luftdicht verschlossen. Beobachtet wurde durch stündliche Ablesung des Wulfschen Elektrometers. Gegen Temperaturschwankungen waren die Apparate gut kompensiert. Bei plötzlicher Abkühlung um 20 ° trat nicht die geringste Änderung der Fadenstellung ein.

Die Resultate des Verfassers lassen sich am besten aus der folgenden Mittelwertstabelle erschen, welche die Beobachtungen aller sieben Fahrten enthält:

Mittlere Höhe über dem Boden	Beobachtete Strahlung, ausgedrückt durch die pro Kubikzentimeter und Sekunde gebildete Ionenzahl			
	Apparat I	Apparat II	Apparat III	
			reduziert	nicht reduziert
0 (am Boden) . .	16,3 (18)	11,8 (20)	19,6 (9)	19,6 (9)
bis 200 m . .	15,4 (13)	11,1 (12)	19,1 (8)	18,5 (8)
200—500 m . .	15,5 (6)	10,4 (6)	18,8 (5)	17,7 (5)
500—1000 m . .	15,6 (3)	10,3 (4)	20,8 (2)	18,5 (2)
1000—2000 m . .	15,9 (7)	12,1 (8)	22,2 (4)	18,7 (4)
2000—3000 m . .	17,3 (1)	13,3 (1)	31,2 (1)	22,5 (1)
3000—4000 m . .	19,8 (1)	16,5 (1)	35,2 (1)	21,8 (1)
4000—5200 m . .	34,4 (2)	27,2 (2)	—	—

Die bei jedem Werte in Klammern beigefügte Ziffer bedeutet die Zahl der Beobachtungen, aus denen das Mittel genommen wurde.

Bei dem nicht luftdicht abgeschlossenen Apparat III sind die reduzierten Werte auf normalen Druck bezogen. Diese Reduktion ist zwar etwas willkürlich, da es fraglich ist, ob sie ohne weiteres auf die von den Wänden ausgehende Sekundärstrahlung anwendbar ist, immerhin dürften die auf diese Weise reduzierten Werte eine größere Annäherung an die Wirklichkeit darstellen als die nicht reduzierten Werte.

Aus der Tabelle ersieht man, daß die Abnahme der Strahlung sich bis zu ungefähr 1000 m über dem Erdboden erstreckt. Aus der Größe der Abnahme läßt sich schließen, daß die γ -Strahlung der Erdoberfläche und der obersten Bodenschichten in Zinkgefäßen am Erdboden keine größere Ionisation als etwa drei Ionen pro Kubikzentimeter und Sekunde erzeugen kann.

Von großem Interesse ist die Zunahme, die nach der Tabelle die durchdringendere Strahlung in größerer Höhe erfährt. Die Zunahme erreicht in 3000 bis 4000 m Höhe bereits 50 % der gesamten am Erdboden beobachteten Strahlung. In 4000 bis 5200 m ist die Strahlung bereits um 15 bis 18 Ionen stärker als auf der Erde. Auch die in dem Apparat III beobachtete weichere Strahlung verhält sich ebenso.

Vergleicht man den Anstieg der Strahlung in größeren Höhen mit der in den unteren Schichten beobachteten Abnahme, so sieht man, daß die Strahlung in größeren Höhen sehr viel durchdringender ist als die in der Nähe des Erdbodens beobachtete.

Der Erklärung der Zunahme der Strahlung in größerer Höhe durch den bekannten Radiumgehalt der Atmosphäre und des Erdbodens stehen große Schwierigkeiten entgegen. Der Verfasser schließt auf eine Strahlung von sehr hoher Durchdringungsfähigkeit, welche von obenher in unsere Atmosphäre eindringt und auch noch in deren untersten Schichten einen großen Teil der in geschlossenen Gefäßen beobachteten Ionisation erzeugt. Die Intensität dieser Strahlung scheint zeitlichen Schwankungen unterworfen zu sein.

Da im Ballon weder bei Nacht noch bei einer Sonnenfinsternis eine Verringerung der Strahlung beobachtet werden konnte, so kann die Sonne als direkte Quelle dieser hypothetischen, durchdringenden Strahlung nicht angesehen werden. Eine andere Quelle derselben läßt sich freilich noch nicht angeben.

Bei einer kürzlich veranstalteten Freiballonfahrt konnte der Verfasser die Erhöhung der durchdringenden Strahlung oberhalb 3000 m bis in eine Höhe von 4100 m nochmals bestätigen. (*Physik. Zeitschr.* 14, 617, 1913.)

Erich Regener, Berlin.

Martienssen, O., Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der Flugtechnik. Berlin, Julius Springer, 1913. 131 S. Preis geh. M. 5,40, geb. M. 6,—.

Das vorliegende Büchlein stellt sich die dankenswerte Aufgabe, einen mit der üblichen Hochschulmathematik bekannten Leser in die Gesetze des Luft- und Wasserwiderstandes einzuführen, und zwar soll dies geschehen auf der sicheren Basis der in der theoretischen Physik seit langer Zeit bekannten hydrodynamischen Grundgleichungen und Prinzipien. Die praktische Flugtechnik hat bisher von der theoretischen Hydrodynamik verhältnismäßig wenig Nutzen gezogen. Die theoretische Hydromechanik verlangt freilich auch eine gründliche Kenntnis der mathematischen Physik, so daß es zu verstehen ist, wenn der Praktiker, der schnell handgreifliche Resultate haben will, sich ganz von dieser Theorie ab-

wendet, freilich um dann häufig genug seine eigenen, meist wenig logischen Anschauungen sich zu entwickeln.

Erst die neueste Zeit hat darin Wandel geschaffen. Theoretische Physiker haben sich der ebenso interessanten wie schwierigen Frage angenommen, in eigens dazu eingerichteten Versuchsanstalten (Göttingen) werden die Formeln der theoretischen Mechanik geprüft. Es hat sich gezeigt, daß die theoretische Hydrodynamik in keinem Widerspruche mit der Praxis steht, daß sie im Gegenteil imstande ist, ihr neue, aussichtsreiche Wege zu weisen.

O. Martienssen macht uns in seinem Buche in den ersten fünf Kapiteln zunächst mit den Prinzipien der Hydrodynamik, den Eulerschen Grundgleichungen und den Gesetzen der inneren Reibung bekannt. Im sechsten und siebenten Kapitel werden dann die Widerstandsgesetze entwickelt. Es ist in dieser Zeitschrift vielleicht am Platze, die Schlußformel, die der Verfasser für den Widerstand K eines Körpers aufstellt, der sich mit der Geschwindigkeit V bewegt, anzuführen. Es sei daran erinnert, daß die bekannte Newtonsche Formel für eine senkrecht vom Winde getroffene Platte für den Widerstand K

$$K = \frac{1}{2} \gamma V^2 F$$

lautet, wo γ die Dichte der Luft, F die Oberfläche der Platte bedeutet. Für einen beliebig geformten Körper wird jetzt angegeben (Martienssen Seite 71):

$$K = \frac{1}{2} \zeta_0 (1 - \zeta_u) \gamma F V^2 + \zeta_R B_m \sqrt{\gamma \mu L_m} V^3.$$

Dabei bedeutet F den größten Querschnitt des Körpers senkrecht zu der Bewegungsrichtung V des Körpers, L_m die mittlere Länge der benetzten Oberfläche in Richtung der Strömung, B_m die mittlere Breite der benetzten Oberfläche senkrecht zur Strömung, μ den Reibungskoeffizienten der Luft. ζ_0 , ζ_u , ζ_R sind Koeffizienten, die von der Körperform abhängen, und zwar hängt ζ_0 im wesentlichen von der Körperform vor dem größten Querschnitt F ab und nimmt von dem Werte 1 bei sehr stumpfer Form mit dem Grade der Zuspitzung allmählich ab; ζ_u hängt in erster Linie von der Körperform hinter dem größten Querschnitt, aber auch von dem Reibungskoeffizienten der Flüssigkeit ab und nimmt von dem Werte Null bei stumpfer Form des hinteren Körperteils mit der Verlängerung hinter dem größten Querschnitt bis zum Maximalwerte von 1 zu; ζ_R ist ein ebenfalls nur von der Körperform abhängiger Koeffizient, der vom Werte 1,33 bei sehr spitzer Körperform bis etwa 5 bei sehr breiter Körperform zunimmt.

Diese Formel ist zwar ungleich komplizierter als die alte Newtonsche, aber die letztere bezog sich auch nur auf eine Platte und war nur unter annähernden Voraussetzungen abgeleitet, während die vielen Koeffizienten der neuen Formel dieselbe auch ungleich inhaltvoller und leistungsfähiger machen.

In den übrigen Kapiteln des Buches werden dann die experimentellen Resultate über den Luftwiderstand, die zum Fliegen benötigte Leistung, die Stabilitätsbedingungen der Flugzeuge und die Luftpropeller behandelt. Besonderer Wert wird darauf gelegt, zu zeigen, innerhalb welcher Geschwindigkeitsgrenzen die Gesetze Gültigkeit haben.

Das Büchelchen ist sorgfältig und in angenehmer Lesart geschrieben. Es wird dem Physiker und Techniker zur Einführung in diese neueste Disziplin der technischen Physik von bestem Nutzen sein.

Erich Regener, Berlin.

Sackur, Otto, Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik. Berlin, Julius Springer, 1912. VIII, 340 S. u. 46 Fig. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13,—.

Die Erkenntnis, daß die Ergebnisse, welche das Studium der Beziehungen zwischen Wärme und mechanischer Arbeit gezeitigt hat, auch für das tiefere Eindringen in chemische Vorgänge als Führer geeignet sind, hat zur Ausgestaltung der *chemischen Thermodynamik* geführt. Sie bildet heute den tragfähigsten Teil des Fundaments, auf welchem das Lehrgebäude der theoretischen Chemie errichtet worden ist. Ihre Bedeutung für alles chemische Geschehen erhält zudem aus der Tatsache, daß eine Reihe von chemisch-technischen Prozessen als besonders instruktive Schulbeispiele für die Anwendbarkeit der Thermodynamik auf chemische Vorgänge dient, zu deren Beherrschung andererseits behufs rationeller Weiterbildung ihre Betrachtung auf thermodynamischer Grundlage unerlässlich scheint.

Dem somit von den beiden extremen Seiten — der Theorie und der Technik — regen Bedürfnis nach Kenntnisnahme der Grundlehren der chemischen Thermodynamik kommt bereits eine Reihe vortrefflicher Werke entgegen. Das vorliegende Buch dürfte trotzdem gerade den Chemikern sehr willkommen sein. Es ist kurz und klar geschrieben, die Voraussetzungen bezüglich mathematischer und physikalischer Kenntnisse überschreiten kaum das dem Chemiker geläufige Maß. Dabei ist es inhaltreich und führt bis in die neueste Entwicklung des Gebietes, an deren Ausgestaltung ja der Verfasser selbst erfolgreichen Anteil genommen hat.

Es werden zunächst die Grundlagen der Thermometrie und Kalorimetrie behandelt, sodann das Verhalten der Körper beim Erwärmen, wobei die Theorie der spezifischen Wärme fester Stoffe von *Einstein* und die Untersuchungen von *Nernst* in ihren für das Verständnis wesentlichen Teilen gebracht werden. Es folgt der erste Hauptsatz und seine Anwendungen. Kürzer als der Titel des Buches es vermuten läßt, dem Zwecke des Werkes aber völlig entsprechend, ist die Behandlung der Thermochemie. Als besonders wohlgehandelt sind die Darlegungen über den zweiten Hauptsatz und den Entropiebegriff zu bezeichnen, wenn hier auch natürlich der teilweise Anschluß an ein so muster-gültiges Vorbild wie die Plancksche Darstellung nicht zu umgehen war. Ausführlich werden sodann die speziellen chemischen Anwendungen behandelt, die Theorie der Lösungen, das Gesetz der chemischen Massenwirkung und die Beziehungen zur Elektrochemie. Abseits davon liegen die thermoelektrischen Erscheinungen. An diese reihen sich die Beziehungen zwischen Kapillarität und Thermodynamik, bei deren Besprechung das für die Chemie Wichtige besonders betont wird. Endlich folgt eine kurze Behandlung der Wärmestrahlung. Das letzte Kapitel ist dem Nernstschen Wärmetheorem gewidmet. Der Verfasser folgt dabei zunächst dem Gedankengange von *Nernst*, nach welchem aus einer thermodynamisch möglichen aber nicht notwendigen Hypothese über die Beziehungen zwischen Wärmetönung und maximaler Arbeit bei chemischen Reaktionen bei sehr tiefen Temperaturen Folgerungen gezogen werden, die bei allen Temperaturen Gültigkeit besitzen und daher der experimentellen Prüfung zugänglich sind. Der Verfasser bringt dann in allgemeinen Erörterungen über das Nernstsche Wärmetheorem eine deduktive Ableitung aus einem allgemeinen Prinzip über das Wesen der Wärme und der thermodynamischen Funktionen, indem er zeigt, daß das Nernstsche Wärmetheorem sich auf zwei Annahmen aufbauen läßt, nämlich erstens, daß alle stofflichen Eigenschaften, die mit sinkender Temperatur einem endlichen Grenzwerte zu-

streben, dies asymptotisch tun, und zweitens, daß die Entropie am Nullpunkte nicht unendlich wird und daher ebenfalls zu ihrem Grenzwerte hin konvergiert.

Es kann nicht zweifelhaft sein, daß das Buch insbesondere von seiten der Chemiker begrüßt wird als ein zuverlässiger und nicht zu unbequeme Wege weisender Führer durch ein Gebiet, in dem sich zurechtzufinden ihnen zur Notwendigkeit geworden ist.

A. Coehn, Göttingen.

Ekecrantz, Thor, Geschichte der Chemie. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1913. VIII, 232 S. u. 25 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 8,50, geb. M. 10,—.

In der vorliegenden kleinen Schrift behandelt der Verfasser die Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart, und zwar sind der Zeit vor *Lavoisier* etwa 90 Seiten, der Zeit von *Lavoisier* bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts etwa 80 Seiten und der Entwicklung der Chemie seit dieser Zeit bis zur Gegenwart noch etwa 50 Seiten gewidmet. In den 8 Kapiteln des Buches wird zunächst immer eine allgemeine Übersicht über die gerade zur Behandlung stehende Epoche gegeben, und daran schließen sich kurze biographische Notizen über die Forscher an, die in jener Zeit auf die Entwicklung der Chemie von größerem Einfluß gewesen sind; diese, durch zahlreiche Porträts belebten biographischen Notizen machen etwa ein Drittel des ganzen Buches aus.

Der ganzen Darstellungsweise nach wendet sich die Schrift an weitere Kreise des naturwissenschaftlich interessierten Publikums und wird zweifellos von vielen mit Vergnügen gelesen werden. Am besten sind dem Verfasser wohl die Abschnitte über die ältere Geschichte der Chemie gelungen. Die sehr viel schwierigere Darstellung der Entwicklung, die die Chemie in neuerer Zeit, etwa in den letzten dreißig Jahren, genommen hat, also der Entwicklung, die die Mehrzahl der Leser wohl ganz besonders interessieren würde, erscheint dem Referenten etwas dürftig. Daß der Name *Nernst* in dem Buche überhaupt nicht erwähnt wird, berührt etwas eigentümlich, mag man auch gern zugeben, daß eine Darlegung der Bedeutung, die *Nernsts* Arbeiten für die Chemie besitzen, in dem engen Rahmen des Buches nicht ganz leicht ist, aber gerade bei solcher Gelegenheit hätte der Autor besser als in jenen Kapiteln, die auch von anderen oft bearbeitet worden sind, zeigen können, was er kann. Auch einen Hinweis auf die schönen Arbeiten, die die direkten experimentellen Beweise für die Atomtheorie gebracht haben, hat der Referent vergeblich gesucht.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Börnstein, R., Leitfaden der Wetterkunde. Dritte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1913. 8°. X, 270 S. u. 26 Tafeln. Preis M. 7,—.

Dieser Leitfaden hat sich rasch Freunde erworben, und es ist daher sehr zu begrüßen, daß wiederum eine neue Auflage ausgegeben ist. Leider ist es auch die letzte, welche der Verfasser selbst besorgen konnte, denn sie erschien gerade an des Verfassers Todestage (13. Mai 1913).

Eins der Hauptkennzeichen dieses gemeinverständlichen Leitfadens ist, daß eine Menge neuerer Forschungsergebnisse in ganz wenigen Worten geschieht in den Text eingeflochten sind. So gewinnt man schnell einen, wenigstens flüchtigen, Überblick über den heutigen Stand der Forschung und hat, da ausführliche Literaturhinweise gegeben sind, die Möglichkeit, sich verhältnismäßig leicht über die einzelnen Fragen weiter zu unterrichten. Ein tieferes Eingehen in die Probleme wurde schon deshalb vermieden, weil sich der Verfasser vorzugsweise an solche Leser wendet,

die der Wetterkunde bisher fernstanden und für sie gewonnen werden sollen.

Das zweite Charakteristikum des Buches ist die starke Betonung der angewandten Meteorologie und die genaue Schilderung der Organisation des Wetterdienstes in den verschiedenen Ländern. Dem Verfasser, der ja selbst an der Entwicklung der praktischen Wetterkunde lebhaften Anteil hatte, stand hierfür auch viel ungedrucktes Material zur Verfügung, so daß der Abschnitt „Wetterdienst“ in keinem ähnlichen Buche gleich vollständig und zuverlässig ist.

Die Einteilung des Stoffes ist die in der Meteorologie übliche. Nach einer Einleitung (Zusammensetzung der Atmosphäre, graphische Darstellung der meteorologischen Elemente u. dgl.) werden nacheinander Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Niederschlag, Luftdruck, Wind, Wetter und Wetterdienst besprochen. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß in der neuen Auflage viel Neues hinzugekommen ist. Neben manchen anderen Dingen wurden namentlich dabei berücksichtigt die Studien über Zusammensetzung und Temperatur der oberen Luftschichten, die obere Inversion, Sonnenstrahlung, Entstehung besonderer Wolkenformen, Sonnenscheindauer, Dämmerungsfarben, Luftdruck im absoluten Kraftmaß, allgemeines Windsystem, Blitzgefahr, Luftelektrizität, Temperaturverteilung in Zyklonen und Antizyklonen, Guilbertsche Regel über Beziehung zwischen Depressionszug und Windstärke, Isallobaren, Verwendung von Pilotballons usw.

R. Süring, Potsdam.

Picard, Emile, Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und Naturwissenschaft. Autorisierte deutsche Ausgabe mit erläuternden Anmerkungen von F. und L. Lindemann. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. IV, 292 S. Preis geb. M. 6,—.

Es hängt teils mit der noch nicht eben lange überstandenen Jahrhundertwende, teils mit dem Stande der Spezialforschung, teils mit dem persönlichen Geiste der jetzigen Generation zusammen, daß fortwährend Bücher erscheinen, die die Errungenschaften der Naturlehre von einem höheren Standpunkte aus zu betrachten streben. Und diese Bücher lassen sich in drei Klassen einteilen: erstens die optimistischen, die mit Faustens *Famulus* darin schwelgen, wie herrlich weit wir's doch gebracht; zweitens die pessimistischen, die bei aller Anerkennung der Spezialforschung erklären, daß wir in ein Labyrinth von Vorstellungen, in ein Dickicht von Hypothesen geraten sind, aus dem uns höchstens ein Gewaltstreich befreien könnte; und endlich drittens die kritischen, die nach der einen wie der anderen Seite Maß zu halten bemüht sind und der Befriedigung über das immerhin schon Erreichte die Hoffnung auf weiteren stetigen Fortschritt an die Seite stellen.

Das vorliegende Buch *Picards* gehört zur dritten Klasse. Es stammt aus der Feder eines Mannes, der nach dem jähren Tode *Poincarés* als der erste unter den französischen Mathematikern höheren Schwunges und weitsehenden Geistes anzusprechen ist. Das zeigt sich schon darin, daß der hier gelieferte Überblick bis zur Biologie und Physiologie, Botanik und Zoologie, Medizin und Bakteriologie reicht. Der Schwerpunkt freilich liegt begreiflicherweise in den exakten Disziplinen, und hier wieder in den Prinzipienfragen der Analysis, Mechanik, Energetik und Molekulartheorie. In jedem dieser Kapitel wird weit ausgeholt, und das mit Recht; denn nur wenn man von den Anschauungen und Feststellungen ausgeht, durch die die Klassiker der exakten Wissenschaften die Grundsteine gelegt haben, vermag man einzusehen, was es für einen Sinn hat und haben kann, wenn in unseren Tagen dieser oder jener der gedachten

Grundsteine verrückt oder gar umgestoßen wird, um, ohne daß der Bau Gefahr läuft, einzustürzen, rasch durch einen anderen ersetzt zu werden. Man lese daraufhin beispielsweise die Seiten, in denen die Frage nach der mechanischen Erklärung der Naturerscheinungen untersucht wird, oder das Kapitel über Optik und Elektrizität. Wiederholt vertritt dabei *Picard* die sehr lobenswerte Ansicht, daß es gar nicht immer nötig ist, eine einheitliche Theorie zugrunde zu legen, daß die Wissenschaft vielmehr nicht selten am meisten dadurch gefördert worden ist und gefördert wird, daß man den Tatsachen von mehreren Seiten aus beizukommen versucht.

Trotz seiner Gedrungenheit enthält das Buch eine Fülle von Material an Tatsachen und Theorien, und besonders wohltuend wirkt der ruhig-sachliche Ton, mit dem auch die Kontroversen besprochen werden. Der einzige Mangel vielleicht ist es, daß das Buch zu dem Wege von seiner geistigen Entstehung bis zur deutschen Ausgabe eine Reihe von Jahren gebraucht hat, und daß infolgedessen die allerneuesten Leistungen in dem Bilde fehlen.

Eine wertvolle Ergänzung bilden die Anmerkungen *Lindemanns*, namentlich die zahlreichen in ihnen enthaltenen Literaturnachweise.

Felix Auerbach, Jena.

Astronomische Mitteilungen.

Über die beiden neuen Kometen 1913 b und 1913 c liegen verschiedene neue Beobachtungen vor, von denen hier die auf der Hamburger Sternwarte in Bergedorf durch *Dr. Karl Graff* angestellten und in Nr. 4682 der *Astronomischen Nachrichten* mitgeteilten besonders erwähnt seien. Danach zeigt der Metallsche Komet (1913 b), der eine starke nordwestliche Bewegung am Himmel aufweist, die Gestalt eines runden, in der Mitte am hellsten aussehenden Nebels ohne eigentlichen Kern, und seine Gesamthelligkeit wird auf Größenklasse 8,5 geschätzt. Einen wesentlich verschiedenen Anblick zeigt dagegen der später entdeckte Komet *Neujmin* (1913 c), der gleichfalls eine beträchtliche nordwestliche Bewegung am Himmel hat. Dieser Haarstern von der 11. Größenklasse besitzt einen scharfen sternartigen Kern und kennzeichnet sich sofort als Komet durch einen breiten, aber ziemlich zarten Schweifansatz. Damit verlieren endgültig die von einigen Astronomen geäußerten Vermutungen, daß es sich bei dem von *Neujmin* entdeckten Himmelsobjekt nicht um einen Kometen, sondern um einen *Planetoiden* (kleinen Planeten) handelt, jede Bedeutung. Der schwache Schweifansatz des Kometen 1913 c wird jetzt auch nach Beobachtungen auf den Sternwarten Wien und Brüssel (*Uccle*) bestätigt. Von ganz besonderem Interesse ist eine neue, von Prof. *F. Cohn* (Berlin) durchgeführte Bahnbestimmung des Kometen 1913 c aus drei in Hamburg und Wien angestellten Beobachtungen und unter der Annahme, daß sich dieser Komet mit einem tatsächlich planetenähnlichen Laufe wie ein ganz extremer Planetoid in langgestreckter elliptischer Bahn bewegt. Trotz großer Unsicherheit der Elemente wird durch diese neue Bahnberechnung ein in der Zwischenzeit in Wien beobachteter Kometenort doch mit ausreichender Genauigkeit durch die Rechnung zur Darstellung gebracht. Es scheint, als ob der neue Komet 1913 c in der Tat ein für die Mechanik des Himmels sehr interessantes Gestirn ist, das der Bahnberechnung noch einige wichtige Aufgaben stellt.

Messungen über die Trabanten des Planeten *Jupiter* teilt Prof. *Barnard* (Chicago) am 40-zölligen Refraktor

der Yerkes-Sternwarte, dem größten Linsenteleskop der Erde, in Nr. 637 des *Astrophysical Journal* mit. Danach erscheinen auch die vier hellen, schon von *Galilei* entdeckten Jupitermonde bei genauen Messungen auf dem Himmelsgrunde mit vollkommen kreisförmiger Begrenzung. Dieses Ergebnis ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil von fachmännischer Seite darauf hingewiesen war, daß besonders der erste Jupitermond eine deutliche elliptische Form aufweisen solle. *Barnard* macht darauf aufmerksam, daß bei der Projektion jener Satelliten auf die Jupiterscheibe vielleicht die Begrenzungsförmigkeit der Trabantenscheiben eine andere sein möchte.

Wie lange konnte der Halleysche Komet bei seiner letzten Erscheinung gesehen werden? Diese interessante Frage läßt sich aus der Messungsreihe beantworten, die Prof. *Barnard* an dem 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte bei Chicago ausgeführt hat und über die in Nr. 643 des *Astrophysical Journal* berichtet wird. Der Halleysche periodische Komet mit seiner Umlaufzeit von rund 76 Jahren um die Sonne erschien bekanntlich das letzte Mal im April 1910 und erregte damals wegen des vermuteten Durchgangs der Erde durch den Schweif jenes Kometen großes Aufsehen. Aus den Barnardschen Messungen am größten Refraktor der Erde folgt nun, daß jener damals als schwache Lichterscheinung, im Gegensatz zu seiner vorletzten Sonnennähe im Jahre 1834 auftretende Halleysche Haarstern noch bis gegen Ende Mai 1911 im größten Fernrohr der Erde sichtbar war. Allerdings stellte der Komet von Mitte April ab schon ein sehr schwieriges Himmelsobjekt für die Fernrohrbeobachtung dar.

Das Thema der Störungen in der atmosphärischen Refraktion, eine sehr ernste Fehlerquelle für alle astronomischen Präzisionsmessungen, behandelt Prof. *E. Schlesinger*, der Direktor der neuen Allegheny-Sternwarte in Nordamerika im dritten Bande der Annalen jener Pittsburgher Universitäts-Sternwarte. Ausgehend von der Tatsache, daß die Abbildungen der Sterne im Fernrohr häufig während einer Zeitspanne Deformationen und Schwankungen erfahren, die von ganz schnellen Änderungen der Strahlenbrechung innerhalb der Atmosphäre selbst bei ganz ausgeglichener Luft in den eigentlichen Beobachtungsräumen, herrühren, wird die Vermutung ausgesprochen, daß es auch Schwankungen der Refraktion von längerer Dauer, etwa von minutlicher Ausdehnung, geben möchte. Schon früher hatten *Nuss* und *Fric* derartige Anomalien in der atmosphärischen Strahlenbrechung untersucht, die z. B. auf die genauen fortlaufenden Messungen zur Bestimmung der Erdschenschwankung an den internationalen Breitenstationen großen Einfluß ausüben können. Das Verfahren bestand darin, daß zwei vom Polarstern kommende Strahlenbündel, von denen das eine zunächst durch einen Quecksilberhorizont reflektiert, das andere direkt aufgefangen wurde, in demselben Fernrohr mit Anwendung zweier Planspiegel beobachtet werden konnten. Die Entfernung jener beiden Strahlenbündel ist daher eine Funktion der jeweiligen Strahlenbrechungswirkung, und es stellte sich heraus, daß im Verlaufe einer Zeitminute Schwankungen jener Bilddistanz von etwa einer Bogensekunde vorkamen, die eine bei astronomischen Präzisionsmessungen verlangte Genauigkeit von einer zehntel Bogensekunde völlig illusorisch machen würden. Bei der Bedeutung dieser Frage hat nun Prof. *Schlesinger* jene Refraktionsuntersuchungen auf einem anderen und vielleicht noch fehlerfreieren Wege in Angriff genommen. Zu diesem Zwecke wurden die photographischen Sternspuren in einem unbeweglich gelassenen (Uhrwerk abgestellt) Fernrohr mit langem Fokus (zur Erlangung einer möglichst ausgedehnten und breiten Sternspur)

aufgenommen. Die Aufnahmen geschahen an dem großen 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte bei besonders ruhiger Luft, und in der Tat ließ sich die Wirkung der unregelmäßigen Strahlenbrechung sehr deutlich an den wechselnden Konturen der photographischen Sternstriche auf den Platten im Meßmikroskop feststellen. Man erkannte dabei Abweichungen in demselben Sinne bei gleichzeitig aufgenommenen Sternspuren, die im Verlaufe einer ganzen Zeitminute sich ausprägten. Dasselbe Resultat ergaben die photographischen Sternaufnahmen an dem großen 60-zölligen Spiegelteleskop der Yerkes-Sternwarte. Hier liegt also eine äußerst gefährliche Fehlerquelle für astronomische Präzisionsmessungen vor, bei denen etwa die zehntel Bogenkunde verlangt wird, wie z. B. bei allen fundamentalen Messungen am Meridianinstrument oder auch bei den fortlaufenden Breitenbestimmungen zur Ableitung der genauen Bewegung der geographischen Pole auf der Erde. Es folgt hieraus aber auch die Bedeutung der Anwendung photographischer Meßkunst bei diesen astronomischen Präzisionsaufgaben, da bei Ausmessung der photographischen Sternspuren unregelmäßige Refraktionsstörungen leichter erkannt und auch eliminiert werden können als bei visuellen Messungen, die im Moment, also jeweilig plötzlich stattfinden. Aus diesen Gründen, nicht nur zur Eliminierung auch der persönlichen Auffassungsfehler, wäre z. B. die Anwendung der photographischen Breitenbestimmung mit dem photographischen Zenitteleskop, wie sie der Unterzeichnete bereits vor etwa 18 Jahren vorgeschlagen und erprobt hat, von großer Bedeutung.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Die Ausnutzung der Abhitze von Gaserzeugungsöfen. Über interessante Versuche, die im Gaswerk Stuttgart in dieser Richtung angestellt wurden, berichtet Regierungsbaumeister A. Krauß im *Journal für Gasbeleuchtung* 1913 S. 637. Während bei jeder modernen Dampfkesselanlage durch Einschaltung eines Speisewasserwärmers hinter dem Kessel eine Abkühlung der Rauchgase auf 120–150° herbeigeführt und hierdurch der Schornsteinverlust von 11 % und mehr auf 5–7,5 % herabgesetzt wird, arbeiten die Retortenöfen der Gaswerke heute noch fast ausnahmslos mit Abwärmeverlusten von 23–33 % und ferner mit sehr großen Strahlungsverlusten. Die Wärme der Abgase kann nun in sehr wirtschaftlicher Weise zur Erzeugung von Warmwasser für Badeanstalten und Schlachthöfe oder zur Erzeugung von Niederdruckdampf für den Betrieb der Ammoniakwasserdestillieranlagen und für die Heizung der Betriebsgebäude ausgenutzt werden. Nach günstig ausgefallenen Versuchen wurde im Gaswerk Stuttgart in einen Retortenofen ein Niederdruckdampfkessel von 16 qm eingebaut, dessen Querschnitte so bemessen wurden, daß die Zugverhältnisse in keiner Weise gestört wurden. Durch umfangreiche Messungen wurde zunächst festgestellt, daß der Gang des Gaserzeugungssofens durch den Kessel in keiner Weise gestört wurde. Die hierauf angestellten Verdampfungsversuche hatten ein sehr günstiges Ergebnis: Die Temperatur der Rauchgase wurde durchschnittlich um 180° in dem Kessel herabgesetzt; pro Quadratmeter Heizfläche wurden 10–12 kg Dampf erzeugt, und es wurden auf diese Weise im Kessel pro Ofentag rund 2,5 Millionen Wärmeeinheiten im Werte von 10,50 M. nutzbar gewonnen. Dieses günstige Ergebnis ist namentlich darauf zurückzuführen, daß der Kessel,

dessen Wasser eine Temperatur von nur 108° hat, die strahlende und leitende Wärme des benachbarten, hoch erhitzten Mauerwerks leicht aufnimmt und auf diese Weise große Wärmemengen in dem erzeugten Dampf abgibt. Der Nutzen, der mit diesen Kesseln zu erzielen ist, ergibt sich aus folgender Überlegung: Durch Verwendung eines Speisewassers von 80°, das durch Ausnutzung der strahlenden Wärme der Ofendecke erzeugt werden kann, kann die stündliche Dampferzeugung auf 190 kg oder auf 4500 kg pro Ofentag gesteigert werden. Die Tonne Niederdruckdampf stellt sich bei Stuttgarter Kohlenpreisen auf 2,60 M. Mit 8000 Ofentagen ergibt sich dann ein jährlicher Gewinn von 94 800 M. aus den Abgasen. Für die Ammoniakwasserverarbeitung und für die Heizung der Betriebsgebäude sind jährlich ca. 6,6 Millionen Kilogramm Niederdruckdampf erforderlich. Es stünden demnach für andere Zwecke, wie etwa für die Energieerzeugung in einer Abdampf- beziehungsweise Zweidruckturbine, noch zur Verfügung 8000 · 4500 = 6 600 000 gleich 29 400 000 kg. Unter Annahme eines Dampfverbrauchs der Turbine von 12 kg für die Kilowattstunde ließen sich mit dem überschüssigen Dampf noch 2 500 000 Kilowattstunden erzeugen oder, wenn die ganze Dampfproduktion einer Niederdruckturbine zugeführt würde, gar 3 Millionen Kilowattstunden. Die Anlagekosten der Kessel mit allen Leitungen berechnen sich zu etwa 45 000 M. und die direkten Kosten der Anlage pro Tonne Dampf zu 0,138 M. Durch die Erzeugung von Niederdruckdampf in den Öfen wird der Betrieb des Kesselhauses sehr stark entlastet; die Erzeugung von Hochdruckdampf stellt sich bei weitem nicht so günstig. Mittlere und kleine Gaswerke können die von ihnen nicht verbrauchten Wärmemengen an Badeanstalten, Schlachthäuser oder zur Heizung benachbarter Schulen abgeben. In dieser Weise werden viele Städte durch die Ausnutzung der Abgase ihrer Gaserzeugungsöfen das Defizit ihrer Badeanstalten decken können.

S.

Die Schnelligkeit drahtloser Zeichenübermittlung. Bekanntlich ist nach rein theoretischen Überlegungen die Geschwindigkeit der in der drahtlosen Telegraphie benutzten Wellen gleich der Lichtgeschwindigkeit, d. h. ein von einer Antenne ausgesandtes Zeichen legt in der Sekunde 300 000 km zurück. In der letzten Zeit ist mehrfach der Wunsch ausgesprochen worden, diese Geschwindigkeit direkt im Experiment zu messen. Es hat sich aber gezeigt, daß der praktischen Durchführung dieser Aufgabe beträchtliche Schwierigkeiten im Wege stehen. Da die Schnelligkeit so außerordentlich groß ist, müßten derartige Versuche naturgemäß zwischen zwei Stationen vorgenommen werden, die bei guter Verständigung noch möglichst weit voneinander entfernt sind. Es zeigt sich nun nach einer Überschlagsrechnung von Ferrié im Augustheft der Zeitschrift *The Wireless World*, daß die Messung durchführbar ist z. B. zwischen der Eiffelturmstation und der amerikanischen Station in Arlington, die 6000 km voneinander entfernt sind. Die Zeit, die ein von der einen Station ausgesandtes Zeichen gebraucht, um zur anderen zu gelangen, beträgt nur 0,02 Sekunden. Ist es also möglich, eine Methode zu finden, die Zeitvergleichen bis auf mindestens $\frac{1}{1000}$ Sekunde ermöglicht, so ließe sich die Messung durchführen. Derartige Methoden sind bekannt und arbeiten nach der Methode der Koinzidenz zweier Pendeluhr, von denen in diesem Fall die eine auf der Sendestation aufzustellen wäre und im Takte des Pendels die Zeichen aussendet, während die zweite auf der Empfangsstation sich befindet und einen Vergleich der ankommenden Zeichen ermöglicht.

P. Lg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklärek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 43.

24. Oktober 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Über die Theorie des Polymorphismus. Von *Geh. Regierungsrat Prof. Dr. G. Tammann, Göttingen*. S. 1021.

Geschlechtsbestimmung oder Geschlechtsverteilung? Von *Dr. Paul Kammerer, Wien*. S. 1025.

Die Gesamtmenge des Blutes im Menschen und in den Säugetieren. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn*. S. 1029.

Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der technischen Optik. Von *Prof. Dr. M. von Rohr, Jena*. S. 1032.

Von der Jahresversammlung der British Association, Birmingham, 10. bis 17. September 1913:

Aus der Sektion für Physik. Von *Dr. G. A. Shakespear, Birmingham*. S. 1037.

Aus der Sektion für Chemie. Von *Dr. Hamilton McCombie, Birmingham*. S. 1039.

Aus der Sektion für Ingenieurwissenschaft. Von *Reginald O. Kapp, London*. S. 1044.

Zuschriften an die Herausgeber:

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen. Von *Dr. E. G. Pringsheim, Halle a. S.* S. 1046.

Besprechungen. S. 1046.

Kleine Mitteilungen. S. 1048.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN.

Populäre Astrophysik. Von J. Scheiner. Mit 30 Tafeln u. 210 Fig. 2. Aufl. Geb. M. 14.—
„Die neusten Forschungsergebnisse sind berücksichtigt, die Darstellung ist überall einfach; klar und kritisch gewissenhaft. Bilder und Tafeln sind geschickt und glücklich gewählt und vortrefflich wiedergegeben.“ (Monatshefte für Mathematik u. Physik.)

Physik der Sonne. Von E. Pringsheim. Mit 235 Abbild. u. 7 Tafeln. Geh. M. 16.—, geb. M. 18.—
„Das Buch, das im besten Sinn gemeinverständlich gehalten ist, enthält eine außerordentliche Fülle von Material und ist so zugleich auch ein zuverlässiges Nachschlagewerk.“ (Deutsche Literaturzeitung.)

Theorie der Planetenbewegung. Von P. Meth. Mit 17 Figuren. Kart. M. —.80
Der Verfasser behandelt den Gegenstand nach dem Vorgange von Möbius auf der Grundlage elementarer, geometrischer Methoden.

Über das System der Fixsterne. Von K. Schwarzschild. Mit 13 Fig. Geh. M. 1.—
„Jedem gebildeten Laien, der sich für dieses Weltbild interessiert, sei das Werkchen warm empfohlen.“ (Frankfurter Zeitung.)

Claudius Ptolemäus Handbuch der Astronomie. Aus dem Griechischen übersetzt und mit erläuternden Anmerkungen versehen von K. Manitius. In zwei Bänden. Geh. je M. 8.—, geb. je M. 8.60

„Verfasser vergleicht stets die ptolemäische Wissenschaft mit dem vorausgegangenen, und läßt nichts aus dem Auge, um das alte Buch in bester Weise zu erklären.“ (Deutsche Literaturzeitung.)

Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von S. Oppenheim. Mit 24 Abb. 2. Aufl. Geh. M. 1.—, geb. M. 1.25
„Ein vorzügliches Werk, das in klarer, niemals trocken werdender Sprache die Entwicklung der Anschauungen über den Kosmos enthält.“ (Astronomische Rundschau.)

Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie. Von A. Höfler. Mit 2 Tafeln und 80 Figuren. 1913. Geh. M. 11.—, geb. M. 12.—

Der Verfasser schließt sich den besonnenen Didaktikern an, die auch für diese Elemente der Geographie die allgemein anerkannten didaktischen Methoden des sonstigen naturwissenschaftlichen Unterrichts gefordert haben.

Himmelsbeobachtung mit bloßem Auge. Von Fr. Rusch. Mit 30 Fig. u. 1 Sternkarte. Geb. M. 3.—

„Sternhimmel, Sonne mit den periodischen Sonnenflecken, der Mond und seine Trabanten, die Planeten, Kometen und Meteore etc. werden in Größe, Form, Umdrehungs- und wirklichen oder scheinbaren Umlaufzeiten untersucht.“ (Nationalzeitung.)

Eine erste Anleitung für die verständnisvolle Betrachtung der Erscheinungen am Himmel bildet:

Himmelsglobus aus Modelliernetzen. Von A. Höfler. Die Sterne durchzustechen und von innen heraus zu betrachten. 2. Aufl. In Mappe M. 2.—. Inhalt: Das Netz des Globus (in 12 Zweiecken). 2. Das Laubsägemuster für das Gestell. 3. Die Kreisteilungen (auf Karton) für den Horizont und den Stundenring. 4. Anleitung zum Gebrauche des Himmelsglobus.

Prospekte gratis!

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

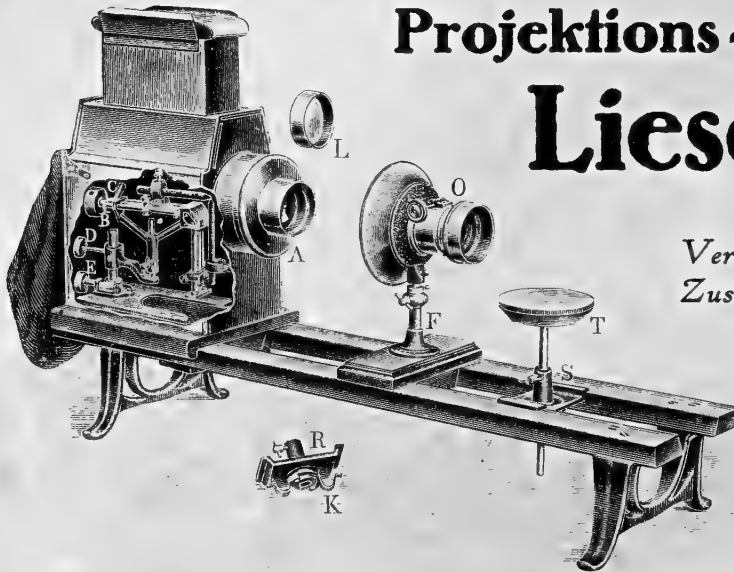
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Theising, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 9/10 Nachlaß.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Projektions-Apparate Liesegang

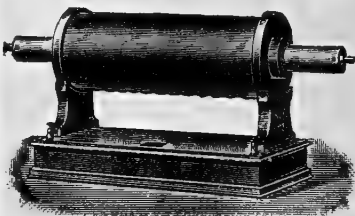
Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

★

Ed. Liesegang ★ Düsseldorf
Brieffach 124.

Induktoren mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser
als alle anderen
für physikalische
Arbeiten, gehen
mit jedem Unter-
brecher, sind
durchschlag-
sicher, zu be-
ziehen durch alle
Lehrmittelhand-
lungen, andern-
falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschienen:

Zur Krise der Lichtäther-Hypothese

Rede gehalten beim Antritt des Lehr-
amts an der Reichs-Universität zu Leiden

von

Professor Dr. P. Ehrenfest

Preis M. —,60.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Dulau & Co., Ltd., London: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III
B. G. Teubner, Leipzig: Seite I — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf:
Seite II — C. Warmbach, Dresden: Seite III.

Über die Theorie des Polymorphismus¹⁾.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. G. Tammann,
Göttingen.

Meine Herren! Einer freundlichen Aufforderung folgend, werde ich die Ehre haben, Ihnen die Resultate meiner Arbeiten über den Polymorphismus darzulegen.

Ich bin durch die Entdeckungen meiner geehrten Vorredner in der glücklichen Lage, bei Ihnen eine gebührende Wertschätzung der Raumgittertheorie voraussetzen zu können und knüpfe infolgedessen an diese Theorie an, deren Berechtigung jetzt ad oculos demonstriert ist.

Atomistik.

Viele Stoffe sind befähigt, in mehreren verschiedenen Kristallformen, deren thermodynamische Eigenschaften: Energieinhalt, Volumen usw. sich wesentlich voneinander unterscheiden, zu kristallisieren. In der Regel sind dann die kristallographischen Symmetrieeigenschaften der verschiedenen Formen verschieden, es werden also von den Molekülen in der Regel verschiedene Raumgitter besetzt. Nun liegen zwei Möglichkeiten vor: bei der Kristallisation kann sich das Molekulargewicht ändern, oder es bleibt unverändert. Ich werde Ihnen später Tatsachen mitteilen, aus denen folgt, daß in der Regel sich das Molekulargewicht bei der Kristallisation nicht ändert. Da für eine große Gruppe von Flüssigkeiten, die *normalen*, durch *van der Waals*, *Eöt-vös* und andere als erwiesen betrachtet werden kann, daß das Molekulargewicht bei ihrer Kondensation aus Dampf sich ebenfalls nicht ändert, so darf man bei Berücksichtigung jener Tatsachen sagen, daß das Molekulargewicht für viele Stoffe von dem Aggregatzustande unabhängig ist; es sind das die Stoffe, welche im flüssigen Zustande *normal* sind. Beobachtet man bei normalen Flüssigkeiten Polymorphismus, so wird man anzunehmen haben, daß die verschiedenen Formen von derselben Molekülart, die sich in verschiedene Raumgitter geordnet hat, aufgebaut sind.

Die Raumgitter wären aber ganz unbeständig, wenn nicht die Moleküle selbst mit polaren Kräften, deren Richtung und Größe sich mit der Natur des Raumgitters ändert, ausgestattet wären. Vergleicht man die Verdampfungs- und Schmelzwärmen, so führt die Rechnung zum Resultat, daß, während die Verdampfungswärmen als Summe der Arbeiten gegen äußere und innere Kräfte aufzufassen sind, bei den Schmelzwärmen hierzu noch ein Hauptglied, das die Energieaufnahme beim Isotropwerden des anisotropen Moleküls plus der Änderung der potentiellen Energie vom Übergang aus der Anordnung des Raumgitters in die voll-

kommene Unordnung des isotropen Zustandes darstellt, hinzukommt. Dieses Glied der Schmelzwärme ist ihr Hauptglied, seine Existenz lehrt, daß bei der Kristallisation die Moleküle erhebliche Energieverluste erleiden. Da ferner die Erfahrung darauf hindeutet, daß dieser Energieverlust pro G. Mol., dividiert durch die absolute Temperatur des Schmelzpunkts, für normale Flüssigkeiten, wenn diese in ein und demselben Kristallsystem kristallisieren würden, von der Zusammensetzung des Moleküls unabhängig ist, und da andererseits sowohl im anisotropen als auch im isotropen Zustande die Vermehrung des molekularen Energieinhaltes infolge von Temperatursteigerung von der Zusammensetzung additiv abhängt (*Neumann-Kopp's* Regel), so muß man schließen, daß das Etwas, was beim Isotropwerden der Moleküle Energie aufnimmt, nicht materieller Natur ist.

In den Molekülen existiert also ein Ding, welches bei ihrem Anisotropwerden seine molekulare Entropie in einer von der Zusammensetzung des Moleküls unabhängigen Weise ändert und dadurch die Moleküle befähigt, in Raumgittern verschiedener Stabilität sich zu ordnen.

Man darf sich wohl vorstellen, daß das Etwas, was alle Moleküle enthalten, in den isotropen Molekülen ungeordnete Schwingungen, in den anisotropen aber geordnete ausführt, die das Auftreten polarer Kräfte zur Folge haben. Die Impfwirkung in unterkühlten Schmelzen wäre dann einer Resonanzwirkung vergleichbar.

Die Kristallisation einer normalen Flüssigkeit, die aus einer Art von Molekülen besteht, würde darin bestehen, daß ihre Moleküle, wie angedeutet, anisotrop werden und sich in das ihrer Anisotropie entsprechende Raumgitter ordnen. Die Erfahrung lehrt nun, daß ein und dieselbe Molekülart verschiedene Arten der Anisotropie annehmen, eine normale Flüssigkeit in mehreren thermisch verschiedenen Formen kristallisieren kann.

Die Reihenfolge der Kohäsionskräfte, die der mittleren inneren Drucke, wird die Reihenfolge der Stabilitäten der Formenreihe bestimmen, indem die Form mit höchstem mittleren inneren Druck am stabilsten sein wird. Wenn die Differenz der inneren Drucke in Abhängigkeit von der Temperatur und dem äußeren Druck unter allen Umständen ihr Vorzeichen nicht änderte, so würde sich die Reihenfolge der Stabilitäten der verschiedenen Formen auch nicht ändern. In der Tat hat die Erfahrung bei den Formen normaler Flüssigkeiten einen solchen Stabilitätswechsel noch nie feststellen können. Daraus ist aber zu schließen, daß der Polymorphismus normaler Flüssigkeiten nicht durch Verschiedenheit des Molekulargewichts oder durch Isomerie der Moleküle, sondern durch die Verschiedenheit der Raumgitter, der ein verschiedener Schwingungszustand der Moleküle zugrunde liegt, bedingt ist.

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Bei assoziierten Flüssigkeiten, die Gemische mehrerer Molekülarten sind, wird bei Änderung der Temperatur und des Druckes die Molekularkonzentration der Flüssigkeit sich ändern. Ähnlich wie aus den Mischungen zweier verschiedener Flüssigkeiten gewisser Zusammensetzungen der eine, aus Mischungen anderer Zusammensetzungen der andere Stoff kristallisiert, so kann bei assoziierten Flüssigkeiten dasselbe betreffs der verschiedenen in ihnen vorhandenen Molekülarten eintreten.

Wenn die Umwandlungsgeschwindigkeit der zur Raumgitterbesetzung nicht gelangenden Molekülart in die kristallisierende groß ist, so wird die Kristallisation bei konstanter Temperatur verlaufen. Man wird also in dieser Beziehung es der Flüssigkeit in der Regel nicht anmerken können, daß sich in ihr während der Kristallisation eine chemische Reaktion vollzieht. Nur wenn die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit groß ist im Verhältnis zur Geschwindigkeit des molekularen Umsatzes, treten Abnormitäten in der Temperaturabhängigkeit der linearen Kristallisationsgeschwindigkeit¹⁾ auf, welche auf das Stattfinden einer solchen Reaktion hinweisen.

Die molekulare Zusammensetzung einer assoziierten Flüssigkeit ist aber von dem Druck und der Temperatur abhängig, und zwar wird die Konzentration der Moleküle kleineren Molekularevolumens mit steigendem Druck zunehmen und mit wachsender Temperatur wird die Konzentration der Moleküle größerer Molekularentropie zunehmen. Wenn eine Molekülart zugleich das kleinere Volumen und den größeren Entropieinhalt hat, so wird sich ihre Konzentration bei steigendem Druck in der Flüssigkeit bei den Drucken und Temperaturen der normalerweise mit wachsendem Druck zu höheren Temperaturen ansteigenden Schmelzkurven vergrößern, während die Flüssigkeit an der anderen Molekülart verarmt. Die Folge wird sein, daß die Molekülart kleineren Volumens, welche bei kleineren Drucken nicht zur Kristallisation gelangte, bei höheren Drucken sich kristallbildend betätigt. Jeder Kristallart entspricht nun eine Schmelzkurve; der Schnittpunkt beider Schmelzkurven ist ein Tripelpunkt, in den noch eine dritte Gleichgewichtskurve, die der beiden Kristallarten, trifft. Es folgt also, daß zwei Kristallarten, die aus zwei verschiedenen Molekülarten bestehen, eine Gleichgewichtskurve, auf der ein Wechsel ihrer Stabilitäten eintritt, haben müssen, oder daß zwei aus verschiedenen Molekülen gleicher Zusammensetzung aufgebaute Kristallarten gleicher oder verschiedener Raumgitterordnung partiell stabil sein werden, weil jede derselben ein Zustandsfeld stabiler Zustände besetzt.

Natürlich kann jede Molekülart nicht nur ein, sondern wahrscheinlich auch mehrere Raumgitter besetzen. Wenn das der Fall ist, so würde man mehrere Raumgitter besetzt mit einer Molekülart, und mehrere besetzt mit einer andern Molekülart haben. Eine Reihe von Kristallarten, die aus einer

Molekülart aufgebaut sind, wollen wir zu einer Gruppe zusammenfassen. Wir können dann auch sagen, daß aus einer normalen Flüssigkeit nur die Kristallarten einer Gruppe sich bilden können, während aus einer assoziierten Flüssigkeit sich Kristallarten mehrerer Gruppen bilden können, aber nicht zu bilden brauchen. Sollte nämlich eine assoziierte Flüssigkeit nur aus zwei Molekülarten bestehen und bei kleineren Drucken die Konzentration der Moleküle kleineren Molekularevolumens schon so groß sein, daß sich diese Molekülart kristallbildend betätigt, so kann bei höheren Drucken die Bildung einer zweiten Molekülart nicht mehr eintreten und aus der assoziierten Flüssigkeit könnten sich nur die Formen einer Gruppe bilden.

Auf Grund einfacher atomistischer Betrachtungen sind wir also zu einem Resultat gelangt, das man durch die Erfahrung prüfen kann. Dasselbe lautet: In den Zustandsdiagrammen von Stoffen, die in flüssigem Zustande normal sind, dürfen keine Umwandlungskurven, Gleichgewichtskurven zweier Kristallarten, auftreten; solche Gleichgewichtskurven sind nur in den Zustandsdiagrammen von Stoffen, die im flüssigen Zustande assoziiert sind, zu erwarten, sie brauchen aber auch in diesen Zustandsdiagrammen nicht aufzutreten.

Aus einfachen atomistischen Betrachtungen hatte sich auch eine Klassifikation der polymorphen Formen, die um so nützlicher werden wird, je mehr sich unsere Kenntnisse dieses Gebiets erweitern werden, ergeben. Wir haben zwischen Kristallgruppen zu unterscheiden. Zu einer solchen Gruppe gehören Formen, deren Stabilitäten ihre Reihenfolge bei Änderung der Temperatur und des Drucks beibehalten; nur eine dieser Formen ist absolut stabil, alle anderen sind in verschiedenem Maße instabil. Die Formen verschiedener Gruppen können untereinander ins Gleichgewicht kommen, nicht aber die derselben Gruppe.

Thermodynamik.

Die Zulässigkeit dieser Resultate kann an der Thermodynamik geprüft werden, oder richtiger, es kann untersucht werden, ob in unseren atomistischen Vorstellungen nichts steckt, was die Thermodynamik nicht zuläßt. Zu einer eigentlichen Entscheidung über die Zulässigkeit dieser Vorstellungen kann es dabei nicht kommen; hierüber hat die Erfahrung das letzte Wort zu sprechen; aber wenn wir die Thermodynamik zu Hilfe nehmen, so werden sich neue, fester begründete Kriterien für die Zulässigkeit der atomistischen Anschauungen ergeben.

Wir denken uns über der Temperatur-Druck-Ebene die Flächen des thermodynamischen Potentials¹⁾, ζ , eines Stoffes im stabilsten anisotropen Zustande und im isotropen Zustande konstruiert. Diese beiden Flächen schneiden sich in einer räumlichen Kurve, deren Projektion auf die pT -Ebene die Gleichgewichtskurve zwischen dem isotropen

¹⁾ $\zeta = E + v_p - \eta T$. Das thermodynamische Potential der Masseneinheit eines Stoffes ist gleich seinem Energiegehalt plus seinem Volumen mal dem herrschenden Drucke, minus seiner Entropie multipliziert mit der herrschenden absoluten Temperatur.

und dem anisotropen Zustande, die Schmelzkurve, ist.

Beide ζ -Flächen steigen mit wachsendem Druck und fallen mit wachsender Temperatur und beide ζ -Flächen sind zur pT -Ebene konkav in beiden Hauptschnitten gekrümmt. Was aus der isothermen Abhängigkeit des Volumens vom Druck und der isobaren Abhängigkeit der Entropie von der Temperatur abgeleitet werden kann. Aus der Form der beiden ζ -Flächen ergibt sich, daß ihre räumliche Schnittkurve eine in sich geschlossene Kurve sein kann; oder daß, wenn die beiden ζ -Flächen nur im Gebiete positiver Drucke und positiver absoluter Temperaturen betrachtet werden sollen, sie ein Stück einer in sich geschlossenen Kurve darstellt. Fig. 1 gibt das idealisierte Zustandsdiagramm eines Stoffes auf der pT -Ebene wieder.

Die Kurve 1,2 ist die Dampfdruckkurve der Flüssigkeit, und die Kurve 1,3 ist die Dampfdruckkurve der Kristalle; beide Gleichgewichtskurven sind die Projektionen der räumlichen Schnittkurve der ζ -Flächen des Dampfes und der Flüssigkeit. In ihren Schnittpunkt, den Tripelpunkt, trifft als dritte Gleichgewichtskurve die Schmelzkurve 2,3.

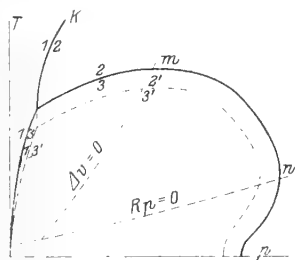


Fig. 1.

Die Schmelzkurve besitzt als Stück einer in sich geschlossenen Kurve bei einer Reihe von Temperaturen je zwei Gleichgewichtsdrucke, und dementsprechend einen maximalen Schmelzpunkt m . Dieser Punkt liegt im Schnittpunkt der neutralen Kurve $\Delta v = 0$, für welche die Differenz der Volumina für den isotropen und den anisotropen Zustand verschwindet. Im Punkte n schneidet die zweite neutrale Kurve $R_p = 0$, für welche die gesamte Schmelzwärme R_p verschwindet, die Schmelzkurve. Dieser Punkt ist durch den maximalen Schmelzdruck ausgezeichnet.

Die Schmelzkurve trifft schließlich bei $T = 0$ senkrecht die Druckachse, weil nach *Nernst* bei $T = 0$ die Differenz der Entropien eines Körpers im isotropen und anisotropen Zustand verschwindet, also $\Delta\eta = 0$ wird. Da aber nach *Clausius* $\frac{dT}{dp} = \frac{\Delta v}{\Delta\eta}$ und Δv bei $T = 0$ im allgemeinen einen endlichen Wert hat, so wird $\frac{dT}{dp}$ bei $T = 0$ unendlich groß.

Vergleicht man die Schmelzkurve (2,3) mit der Dampfdruckkurve (1,2), so sieht man, daß die Dampfdruckkurve nur teilweise die Zustandsfelder des Dampfes und der Flüssigkeit voneinander trennt, während die Schmelzkurve (2,3) und die Dampfdruckkurve (1,3) das Zustandsfeld des aniso-

tropen Zustandes von dem isotropen Zustande der Flüssigkeit und des Dampfes vollständig abtrennt. Der eigentliche Grund dieses wesentlichen Unterschiedes ist ein atomistischer. Im Dampf und in der Flüssigkeit ist die Anordnung der Moleküle im wesentlichen dieselbe, nämlich eine vollkommen ungeordnete. Infolgedessen werden, wenn die spezifischen Volumina des Dampfes und der Flüssigkeit gleich werden, der Dampf und die Flüssigkeit identisch. Das trifft im kritischen Punkt K ein, oberhalb dessen die Unterscheidung zwischen Dampf und Flüssigkeit ihren Sinn verliert. Dementsprechend kann man den Dampf in Flüssigkeit und umgekehrt die Flüssigkeit in Dampf verwandeln, ohne daß ein Meniskus, eine Trennungsschicht entsteht; hierzu muß nur die Temperatur und der Druck so verändert werden, daß bei der Zustandsänderung die Dampfdruckkurve umgangen wird. Ein solches Experiment ist beim Schmelzen eines Kristalls unausführbar, da man die Schmelzkurve nicht umgehen kann, denn das Zustandsfeld des Kristalls ist ein geschlossenes. Allerdings gibt es singuläre Punkte der Schmelzkurve, bei deren Durchschreiten sich eine bestimmte Eigenschaft nicht diskontinuierlich ändert; so ändert sich im Punkte m das Volumen beim Schmelzen nicht, aber die anderen Eigenschaften werden sich in diesem Punkte beim Schmelzen diskontinuierlich ändern, auch die dem Volumen so nahe verwandten Eigenschaften der Wärmeausdehnung und der Kompressibilität. Bei gleichem spezifischen Volumen hat ein Kristall, der mit seiner Schmelze im Gleichgewicht ist, eine ganz andere Molekularanordnung als seine Schmelze, und deshalb kann er auch bei gleichem Volumen mit seiner Schmelze nicht identisch werden.

Der Schnittpunkt der beiden neutralen Kurven $\Delta v = 0$ und $R_p = 0$ ist dem kritischen Punkt nicht zu vergleichen, denn im kritischen Punkt verschwindet außer der Volumendifferenz und der Verdampfungswärme noch die Energiedifferenz von Dampf und Flüssigkeit. In jenem Schnittpunkt der beiden neutralen Kurven verschwinden nun, wie aus der Lage der Fläche des thermodynamischen Potentials folgt, wohl die Volumendifferenz und die Schmelzwärme, die Differenz der Energien aber bleibt bestehen.

Die ζ -Fläche einer total instabilen Form 3' liegt über der ζ -Fläche der stabilen Form, infolgedessen wird die Projektion der Schnittkurve dieser ζ -Fläche mit der Fläche des isotropen Stoffes auf die pT -Ebene von der Schmelzkurve der stabilen Form umschlossen werden. Man darf also auch sagen, daß die Schmelze mit der instabileren Form erst dann ins Gleichgewicht gelangen kann, nachdem sie in bezug auf die stabilere Form instabil geworden ist. Dieser Satz kann ganz allgemein auf die Gleichgewichte instabiler Formen mit stabilen Phasen übertragen werden¹⁾. Die Schmelzkurve der instabilen Form 3' und ihre Dampfdruckkurve müssen also in das Zustandsfeld der stabileren Form 3 fallen. Zur Entscheidung der Frage, ob

1) Ann. d. Physik 40, 237, 1913.

die Form 3' total oder partiell instabil in bezug auf die Form 3 ist, hat man experimentell zu entscheiden, ob sich ihre beiden Schmelzkurven schneiden, oder ob die Schmelzkurve von 3' vollständig in das Zustandsfeld der Form 3 fällt; wenn letzteres der Fall ist, so ist die Form 3' in bezug auf die Form 3 total instabil.

Es gibt aber noch andere Kennzeichen für die totale Instabilität einer Form, die allerdings nicht mit absoluter Sicherheit, sondern nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit diese Frage zu entscheiden gestatten.

Es ist nämlich die Wahrscheinlichkeit, daß sich die ζ -Isothermen zweier Formen bei wachsendem Druck schneiden werden, viel geringer, wenn die beiden ζ -Isothermen bei kleinen Drucken divergieren, als wenn sie konvergieren. Wenn also das Volumen der instabileren Form bei kleinen Drucken größer ist als das der stabilen Form, so ist es wahrscheinlich, daß die instabilere Form bei allen Drucken instabiler als die stabile bleibt, und wenn die umgekehrte Größenbeziehung der Volumina besteht, so ist es wahrscheinlich, daß beide Formen partiell stabil sind.

Ebenso ist es weniger wahrscheinlich, daß die ζ -Isobaren der beiden Formen sich bei tieferen Temperaturen schneiden werden, wenn beim Schmelzpunkt der instabileren Form die beiden ζ -Isobaren divergieren, als wenn sie konvergieren. Wenn also die Entropie der instabileren Form beim Schmelzpunkt dieser Form größer ist als die der stabilen Form, oder die Schmelzwärme der instabileren Form kleiner ist als die Schmelzwärme der stabilen Form, so ist es wahrscheinlich, daß die instabilere Form bei allen Temperaturen unterhalb ihres Schmelzpunktes instabiler bleiben wird als die stabilere Form, und wenn für die Schmelzwärmen die umgekehrte Größenbeziehung besteht, so ist es wahrscheinlich, daß ein Stabilitätswechsel eintreten wird, daß die beiden Formen partiell stabil sind.

Es sind also die Größenbeziehungen der Volumina und der Schmelzwärmen zweier Formen verschiedener Stabilität als Kennzeichen totaler respektive partieller Stabilität zu betrachten. Wenn die instabilere Form das größere Volumen und die kleinere Schmelzwärme hat, so tritt ein Stabilitätswechsel für beide Formen wahrscheinlicherweise nicht ein, derselbe ist aber zu erwarten, wenn für die Volumina und Schmelzwärmen die umgekehrte Größenbeziehung besteht.

Diese Kennzeichen totaler Instabilität sind experimentell von F. Körber¹⁾ geprüft worden; es ergab sich, daß, wenn das Volumen der instabilen Form größer als das der stabilen Form ist, die Schmelzkurven der beiden Formen bis zu Drucken von 3000 kg pro Quadratcentimeter sich nicht schneiden, und daß mit wachsendem Druck die Abstände der beiden Schmelzkurven entweder in der T - oder p -Richtung oder in beiden sich vergrößern, so daß es sehr unwahrscheinlich ist, daß sich die beiden Schmelzkurven überhaupt je schneiden.

Ferner ist die Zahl der Formen bei Stoffen, die sich stärker unterkühlen lassen, häufig recht erheblich. Außer der stabilen Form treten dann in der Regel noch eine oder mehrere instabile auf. Man beobachtet aber in solchen Fällen in der Regel nur eine Schmelzkurve, wenn man die Koordinaten der Schmelzkurve der stabilsten Form bei konstanter Temperatur, bei welchem Verfahren ein Teil der stabilsten Form im Versuchszylinder erhalten bleibt, bestimmt. Diese Erfahrung sowie die, daß in solchen Fällen Umwandlungskurven nicht auftreten, sprechen dafür, daß die Reihenfolge der Stabilitäten verschiedener Formen häufig erhalten bleibt, da, wenn das nicht der Fall wäre, mehrere Schmelzkurven und auch mindestens eine Umwandlungskurve gefunden werden müßten.

Streng genommen wäre die Existenz total instabiler Formen allerdings erst erwiesen, wenn man die Gleichgewichtskurven der stabileren und der instabileren Form mit anderen Phasen, welche ein Zustandsfeld, das sich nicht zu unerreichbaren Drucken erstreckt, umgrenzen, vollständig kennen würde. Wir werden späterhin noch einen solchen Fall kennen lernen.

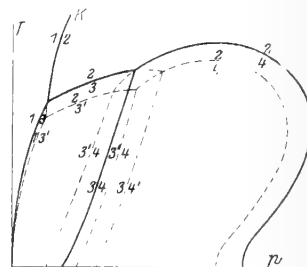


Fig. 2.

Wenn die beiden Formen, nennen wir sie 3 und 4, partiell stabil sind, so schneiden sich ihre ζ -Flächen in einer räumlichen Kurve, deren Projektion auf die pT -Ebene die Gleichgewichtskurve der beiden Formen ist. Figur 2 stellt für einen derartigen idealisierten Fall das Zustandsdiagramm dar. Die beiden Schmelzkurven 2,3 und 2,4 schneiden sich im Tripelpunkt, in den als dritte Gleichgewichtskurve die Umwandlungskurve 3,4 trifft. Wenn nun zur Form 3 eine total instabile Form 3' und zur Form 4 eine total instabile Form 4' gehört, so müssen ihre Schmelzkurven in den Zustandsfeldern der Formen 3 resp. 4 verlaufen; ebenso muß die Umwandlungskurve 3',4' in das Zustandsfeld von 3 und die Gleichgewichtskurve 3,4' muß in das Zustandsfeld 4 fallen. Die Gleichgewichtskurve der beiden instabilen Formen 3' und 4' muß nur zwischen die beiden Kurven 3,4 und 3',4' fallen, sie kann also auch die Kurve 3,4 schneiden. Dieser Schnittpunkt wäre aber kein Tripelpunkt, da über diesem Punkte im Raume sich nicht drei ζ -Flächen schneiden, sondern je zwei übereinanderliegende ζ -Flächen.

Die Thermodynamik läßt also die Forderung der Atomistik, daß Kristallgruppen existieren, und daß zu jeder Gruppe mehrere Formen gehören können, zu und gibt uns Regeln über die gegen-

¹⁾ Ztschr. f. phys. Chem. 82, S. 45, 1913.

seitige Lage der Gleichgewichtskurven und Kriterien bezüglich totaler Instabilität an die Hand. Um aber unsere atomistischen Folgerungen näher zu prüfen, müssen wir uns an die Erfahrung wenden.

Erfahrung.

Die Atomistik führte uns zu der Annahme, daß aus normalen Flüssigkeiten nur die Formen einer Gruppe kristallisieren können, oder daß in den Zustandsdiagrammen der Stoffe, die im flüssigen Zustande normal sind, keine Gleichgewichtskurven zweier Kristallarten auftreten. Diese Annahme wird nun durch die Erfahrung bestätigt. Ob eine Flüssigkeit normal oder assoziiert ist, kann an dem Wert des Eötvösschen Temperaturkoeffizienten der molekularen Oberflächenenergie $= \frac{d\alpha(Mv)^{2/3}}{dT}$ und seiner Änderung mit der Temperatur erkannt werden. Wenn dieser Koeffizient größer als 2,0 ist,

und er von der Temperatur unabhängig ist, so ist die Flüssigkeit normal, wenn er kleiner als 2,0 ist und mit steigender Temperatur abnimmt, so ist die Flüssigkeit assoziiert.

Aus der Tabelle ist zu ersehen: 1. daß aus normalen Flüssigkeiten, deren Temperaturkoeffizient der molekularen Oberflächenenergie größer als 2,0 und von der Temperatur unabhängig ist, bis 3000 kg pro 1 qcm immer nur die Formen einer Kristallgruppe kristallisieren, und 2. daß aus assoziierten Flüssigkeiten, für die der Temperaturkoeffizient kleiner als 2,0 ist, nicht immer die Formen zweier und mehrerer Kristallgruppen sich ausscheiden.

Die Erfahrung bestätigt also die Erwartungen der Atomistik. Aus Flüssigkeiten, die nur aus einer Molekülart oder fast nur aus einer Molekülart bestehen, kristallisiert immer nur eine stabile Kristallart, dagegen können aus Flüssigkeiten mit mehreren Molekülarten häufig zwei und mehr stabile Kristallarten sich bilden. Wenn das nicht immer der Fall ist, so rührt das daher, daß entweder bei kleinen Drucken die Bedingungen für die Kristallbildung der Moleküle größeren Molekularvolumens nicht erfüllt sind, oder daher, daß die experimentelle Untersuchung des Zustandsfeldes sich nur bis 3000 kg erstreckte.

Ferner ist zu ersehen, daß das Auftreten instabiler Formen an die Molekularkonstitution der Flüssigkeiten nicht gebunden ist. Dieselben bilden sich sowohl aus normalen als aus assoziierten Flüssigkeiten. Auch dieser Befund bestätigt die Erwartung der Atomistik, welche die Existenz instabiler Formen infolge von Anordnung derselben Moleküle zu verschiedenen Raumgittern voraussieht und in dieser Hinsicht einen Unterschied zwischen assoziierten und normalen Flüssigkeiten nicht konstatieren kann.

Durch diese Erfahrung ist die Lösung eines alten Problems der Molekulargewichtsbestimmung des anisotropen Zustandes angebahnt. Da normale Flüssigkeiten immer nur in den Formen einer Gruppe, deren Raumgitter mit derselben Molekülart besetzt sind, kristallisieren, so ist es sehr unwahrscheinlich, daß sich bei der Kristallisation das Molekulargewicht immer ändern wird; wenn es sich bei der Kristallisation normaler Flüssigkeiten aber nicht ändert, so ist damit für diese Flüssigkeiten mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu schließen, daß das Molekulargewicht ihrer anisotropen Moleküle mit dem der Moleküle im Dampf identisch ist. Hierauf werden wir noch von einem anderen Gesichtspunkte aus zurückzukommen haben.

(Schluß folgt.)

Geschlechtsbestimmung
oder Geschlechtsverteilung?

Von Dr. Paul Kammerer, Wien.

Im Vorwort eines Werkchens, das ich soeben der Öffentlichkeit übergab¹⁾, rühmte ich mich strenger

¹⁾ P. Kammerer, „Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes bei Pflanze, Tier und Mensch“. Leipzig, Theod. Thomas, 1913. 101 S. u. 17 Textfig.

Stoffe	Anzahl der Kristallgruppen	Anzahl der instabilen Formen	$-\frac{d\alpha(Mv)^{2/3}}{dT}$	$d^2\alpha(Mv)^{2/3}/dT^2$
1. Wasser	5	5	0.88	—
2. Essigsäure	2		0.90	—
3. Ameisensäure	1		0.90	—
4. Schwefel	2	4	1.51	
5. Phenol	2		1.80	—
6. Palmitinsäure	1		1.60	?
7. Formanilid	1	1	1.66	—
8. p-Toluidin	1		1.91	?
9. O-Kresol	2		1.93	?
10. Diphenylmethan	1		1.93	0
11. Laurinsäure	1		2.00	0
12. Jodtoluol	1		2.03	0
13. Anilin	1		2.05	0
14. Tetrachlorkohlenstoff	1	1?	2.10	0
15. Menthol	1	2	2.12	0
16. Monochloressigsäure	1	4	2.12	0
17. p-Chlortoluol	1		2.15	0
18. Thymol	1		2.15	0
19. Äthylendibromid	1		2.20	0
20. Kohlensäure	1		2.22	0
21. Nitrobenzol	1		2.23	0
22. p-Kresol	1		2.24	0
23. Aminocrotonsaures Äthyl	1	2	2.26	0
24. p-Dichlorbenzol	1		2.31	0
25. Naphthalin	1		2.29	0
26. p-Xylol	1		2.34	0
27. Benzol	1		2.37	0
28. Acetophenon	1		2.40	0
29. Anethol	1		2.48	0
30. Myristinsäure	1		2.53	0
31. Diphenylamin	1		2.62	0
32. Benzophenon	1	2	2.63	0
33. Bromtoluol	1		2.68	0
34. Benzylanilin	1		2.70	0
35. Verätröl	1	1	2.97	0

Objektivität: „Das Buch gewährt einen zwar nicht absolut vollständigen, aber doch gerundeten Überblick des Gesamtgebietes — nicht wie meine Neigung und Arbeitsweise es sieht, sondern wie es sich in den Augen der Mehrheit jetzt arbeitender Forscher spiegeln muß. Nur an wenig Stellen bin ich mit einer abweichenden Ansicht etwas entschiedener hervorgetreten.“ Im vorliegenden Selbstbericht möchte ich umgekehrt diese wenigen Stellen unterstreichen, dadurch zugleich anzeigen, wo die Eigenart des Büchleins steckt, das man sonst leicht für ein rein kompilatorischen und popularisierenden Zwecken dienendes Sammelreferat nehmen könnte¹⁾.

Die Behandlung der Frage, wovon es abhängt, ob ein Keim sich zum Männchen oder Weibchen entwickelt, steht gegenwärtig im Zeichen der Zellforschung und mendelistischen Vererbungslehre, oder, nach Methoden benannt, im Zeichen der mikroskopischen Beobachtung und des Zuchtversuchs. Im Vergleiche dazu hat die statistische Methode berechtigten Bankerott gemacht; unberechtigt ist aber noch eine weitere Forschungsrichtung in den Hintergrund getreten: das Induktionsexperiment oder der Versuch, die Entstehung des Geschlechts willkürlich von außen zu beeinflussen. — Gern sei zugegeben, daß die Resultate dieser Geschlechtsbestimmung im ursprünglichen und engeren Sinne, der Geschlechtsdeterminierung, lange Zeit nicht danach angetan waren, sich Kredit zu verschaffen; das lag aber nur am Vernachlässigen der experimentellen Methode in der Biologie überhaupt — ihr Aufschwung brachte auch unserem Gebiet gewaltige Fortschritte: da wurden sie von den rasch aufeinanderfolgenden Entdeckungen des Mendelismus und der Kernschleifenlehre überholt und lahmgelegt.

Worin bestehen denn diese jetzt so vorwaltenden Ergebnisse? Wer die ungeheure Literatur darüber durchgearbeitet hat, weiß, daß es unmöglich ist, sie in wenig Sätzen zusammenzufassen. Sicherer wird Herausgreifen eines möglichst einfachen

¹⁾ Herr Prof. Joseph (Wien) hat das Buch in der „Neuen Freien Presse“ vom 28. August einer abfälligen Kritik unterzogen, die mit Ausnahme eines nomenklatorischen, also bloßen Worteinwandes völlig unbegründet ist und auch von ihrem Verfasser nicht näher begründet wird. Ich hätte geringschätzig auf die deskriptive Forschung herabgesehen? Nicht daß ich wüßte, zumal ich ihr den meisten Raum überließ. — Ich hätte weniger tatsächliche Befunde und mehr theoretische Erläuterungen geben sollen? Geschmackssache, und jedenfalls einem gemeinverständlichen Buch gegenüber kein alltäglicher Vorwurf. — Ich kenne nicht einmal Dinge, die jeder Student in den ersten Wochen erfährt? Wohl möglich, denn das sind bei uns oft recht überflüssige Dinge; Herr Prof. Joseph kennt sie genau, im übrigen verbrachte ich meine ersten Semester im Institut, wo er Assistent ist. — Ich stelle Sachen falsch dar, die schon den ersten Seiten jedes Lehrbuches entnommen werden könnten? Vielleicht anders, aber ob deswegen falsch?! Man lese den Abschnitt über Ei- und Samenreifung, den Joseph bei mir am schärfsten beanstandet (allerdings auch der einzige, worüber zu urteilen er kompetent ist), in dem zu Wien meist benutzten Lehrbuche: ich möchte wirklich erfahren, wer und ob je jemand klug daraus ward. Dortigen Widersprüchen gegenüber hat meine Darstellung mindestens den Vorzug der Klarheit und Konsequenz voraus . . .

Falles zeigen, wie alles gemeint ist⁴⁾). Ich wähle hierzu den nach einer Wanzengattung so genannten, aber weit (bei Fadenwürmern in geradezu klassischer Deutlichkeit) verbreiteten *Protenor-Typus* der Kernschleifenverteilung: die färbaren, schleifen-, stäbchen- oder eiförmigen Körperchen des Zellkerns (Chromosomen) sind bekanntlich in einer nach Arten wechselnden, aber innerhalb der Art beständigen Zahl in jeder Leibeszelle vorhanden und werden in den reifen Keimzellen gelegentlich der Reduktionsteilung auf die Hälfte herabgesetzt, um bei Vereinigung der Keimzellen (Gameten) zum befruchteten Keim (Zygote) Ergänzung auf die volle Zahl ohne Verdoppelung zu ermöglichen. Demnach sollten, so mannigfaltig die Chromosomenziffern bei verschiedenen Pflanzen und Tieren sein mögen, in den Leibeszellen doch nur gerade Zahlen vorkommen. Es besitzen aber die Zellen des Männchens oft eine ungerade Zahl, nämlich um ein Chromosom weniger als die des Weibchens. Die Halbierung des Chromosomenvorrates bei der Keimzellenreife kann dann nicht genau erfolgen, sondern die Hälfte der reifen Keimzellen (Samenzellen, da es sich ums Männchen handelt) empfängt ein überzähliges, die andere Hälfte um ein Chromosom weniger. Beispielsweise beherbergen die Leibeszellen der weiblichen Feuerwanze 24, sämtliche reife Eizellen 12 Chromosomen; die Leibeszellen der männlichen Wanze 23 Chromosomen, — demgemäß muß die eine Halbparchie reifer Samenzellen gleich den Eiern 12, die andere Partie nur 11 Chromosomen erhalten. Dringt nun eine Samenzelle mit 12 Chromosomen in ein beliebiges Ei, so entsteht ein Keimling mit 24 Chromosomen — ein weiblicher Keimling; dringt ein Same mit 11 Chromosomen in irgendein Ei, so entsteht ein Embryo mit 23 Chromosomen — er wird zum männlichen Organismus.

Das Chromosom, von dessen Anwesenheit oder Fehlen es abhängt, ob die Befruchtung ein Weibchen oder Männchen ergibt, wird gewöhnlich X-Chromosom genannt: alle Eier enthalten es, aber nur die Hälfte der Samenfäden. In allen weiblichen Körperzellen ist es doppelt, in allen männlichen nur einfach vertreten. Alle Eier sind daher untereinander gleich: das weibliche Geschlecht ist, weil es nur einerlei Keimzellen produziert, mono- oder homogametisch; die Samenfäden sind ungleich: das männliche Geschlecht ist, weil es zweierlei Keimzellen erzeugt, di- oder heterogametisch.

Abweichungen von diesem Typus ergeben sich insofern, als zuweilen das X-Chromosom, statt in einer Hälfte der Samenzellen zu fehlen, hier durch

⁴⁾ Gute Zusammenstellungen von W. Schleip, „Geschlechtsbest. Ursachen im Tierreich“, Erg. u. Fortschr. d. Zool. III, 1912. — R. Hertwig, „Über d. derzeit. Stand d. Sexualitätsproblems“, Biol. Zentralbl. XXXII, 1912. — J. Groß, „Heterochromosomen u. Geschlechtsbest. b. Insekten“, Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool., V, 32, 1912 (hier beachtenswerte, wenigleich oft zu strenge Kritik). — R. Goldschmidt, „Cytol. Unters. üb. Vererb. u. Best. d. Geschlechts“, Vortrag Naturforschervers. Münster, erweitert herausgeg. mit C. Correns. Berlin, Borntraeger, 1913.

ein anders aussehendes, meist kleineres Y-Chromosom vertreten sein kann (*Lygaeus-Typus*), welches letzteres übrigens für unsere Beobachtungsmittel zuweilen von einem X-Chromosom fast oder ganz ununterscheidbar wird (*Ascaris-Typus*); ferner, indem die Geschlechtschromosomen, entweder nur eines oder beide, vorübergehend oder dauernd in zwei oder mehrere Stücke zerspalten sein, weiter, indem sie neben dem Hauptkern ein selbständiges Keimbläschen formieren können; endlich, indem die soeben geschilderte Digametrie statt beim Männchen fürs Weibchen zutrifft (*Echinus-Typus*) und dann zweierlei Eier ($\frac{1}{2}$ mit V-, $\frac{1}{2}$ mit Z-Chromosom) gebildet werden, aber nur einerlei Samenzellen (durchweg mit Z-Chromosom).

Diese Erfahrungen der Zytologie decken sich mit denen des Mendelismus, wenn man das Geschlecht als erbliches Rassenmerkmal auffaßt und das monogametische Geschlecht auch als reine Rasse (homozygotisch), das digametische als gemischte Rasse (heterozygotisch) betrachtet. Dann folgt die Geschlechtsvererbung der Formel, wie sie bei abschließender Vererbung und Rückkreuzung eines einfachen Bastards mit einem reinrassigen Stammeelter zum Vorschein gelangt. Diese Kreuzung liefert nämlich in den aufeinanderfolgenden Generationen stets ebensoviel Bastarde wie Reinrassige, genau wie ja auch die beiden Geschlechter annähernd im Verhältnis von 1:1 vertreten sind. Die beiden Anlagen des Bastards, in unserem Falle Geschlechtsanlagen, seien *M* und *w*; das reinrassige Exemplar enthält nur eine davon, lauter Anlagen *w*; wir paaren also *Mw* mit *ww*, die möglichen Kombinationen lauten *Mw*, *wM*, *ww*, *ww*, jede davon wegen gleicher Wahrscheinlichkeit in gleicher Häufigkeit. Wo *M* dabei ist, bleibt *w* unsichtbar, der Organismus erscheint als Männchen, wo *w* ausschließlich vorhanden ist, entsteht ein Weibchen. Zuweilen ist umgekehrt das Weibchen der Geschlechtsbastard, ist aus *Wm* zusammengesetzt, wovon *m* verdeckt bleibt, und produziert $\frac{1}{2}$ Eier mit Anlagen *W*, $\frac{1}{2}$ mit *m*. Durch Verschmelzung mit den Samenzellen, die durchweg nur *m* enthalten, bekommen wir die Kombinationen *Wm*, *mW*, *mm*, *mm* — jede gleich oft, was somit hinsichtlich des praktischen Endresultats auf dasselbe hinausläuft wie früher. Die Stoffe, wo die Anlagen zur Ausbildung des Geschlechts enthalten sind, erscheinen in den Geschlechtschromosomen gegeben: bei Digametrie des Männchens *M* im X-Chromosom, *w* im Y-Chromosom oder fehlend; bei Digametrie des Weibchens *W* im V-Chromosom, *m* im Z-Chromosom oder fehlend. Die Richtigkeit dieser Ableitung ist durch Kreuzungen von zwei- mit einhäusigen Pflanzen (*Correns*, *Bateson*), von Tieren mit sog. geschlechtsbegrenzter Vererbung, wo ein Merkmal normalerweise nur mit einem Geschlecht verknüpft erscheint, durch besondere Züchtungsanordnung auch aufs andere übertragen wird (*Doncaster*, *Morgan*, *Pearl* und *Surface* usw.), in denkbar sorgfältiger Weise geprüft sowie durch Stammbaumstudien menschlicher Familien mit geschlechtsbegrenzten Krankheiten (Hämophilie, Farbenblindheit usw. — *Lenz*) bestätigt.

Die schöne Einhelligkeit, zu der so verschiedene Wege hinführten, läßt es verzeihlich sein, wenn viele Forscher sich dem Wahn hingaben, das Problem sei jetzt gelöst oder, in schärferer Fassung, es gebe keine Lösung, keine andere und eigentliche Lösung dafür: die Entscheidung über das Geschlecht sei eben von vornherein getroffen und dem Zufall überlassen. *Correns* geht noch weiter, indem er sagt¹⁾: „Die Einblicke, die wir in der letzten Zeit in das Wesen der Geschlechtsbestimmung tun durften, haben uns diesem Ziel nicht genähert, sondern entschieden von ihm entfernt. Prophezeien ist eine heikle Sache, es sieht aber fast so aus, als ob wir über kurz oder lang vollen Einblick haben und dann beweisen könnten, daß die Bestimmung des Geschlechtes beim Menschen nach unserem Wunsche praktisch ebenso unmöglich ist, wie die Quadratur des Kreises oder das Perpetuum mobile es theoretisch sind.“ Mit diesem Zugeständnis ist in gewissem Sinne, der mir freilich zu verzichtend klingt, eine Annäherung zu derjenigen Auffassung vollzogen, die ich im folgenden eben darlegen wollte:

Womit die Vererbungsexperimente und die Untersuchung des Zellkerns uns bereichert haben, das sind keine Beiträge zur Frage der Geschlechtsbestimmung (-determinierung), sondern durchaus nur wertvolle Fortschritte im Problem der Geschlechtsanordnung (-differenzierung). Mein Buch hat daher die ganze Lehre von den Geschlechtschromosomen ins Kapitel „Geschlechtsverteilung“ aufgenommen und mit folgenden Worten abgeschlossen (S. 40): „Wenn ich einen bunt gemischten Haufen Getreidekörner vor mir habe: ich sondere dann Roggen vom Weizen und baue getrennt an, so habe ich nicht entschieden oder bestimmt, aus welchen Körnern Weizenähren, aus welchen Roggenähren hervorzugehen haben; sondern ich habe nur bewirkt, daß Weizen und Roggen, statt auf einem Acker durcheinander, auf zwei Äckern säuberlich getrennt wachsen. Das Weizenkorn ist aber an seinen besonderen Merkmalen schon von vornherein als Keim des Weizenhalmes, das Roggenkorn als Keim des Roggenhalmes kenntlich. Die Ursachen, die das Korn zum Weizen, das andere zum Roggen stempeln, müssen andere sein als meine aufteilende Hand, müssen weiter zurück und tiefer liegen. Über die Ursache, die eine Keimzelle männlich, die andere weiblich stempelt, ist mit Erkenntnis des Momentes und Vorganges, der sie scheidet, nichts ausgesagt. Die Scheidung rührt ja nur daher, daß die Körperzellen des Geschlechtsindividuums ungleiche Zahlen oder Größen von Kernschleifen enthalten, die demzufolge ungleich auf die von den Geschlechtsindividuen erzeugten Keimzellen verteilt werden mußten. Das X-Chromosom, dessen Mehrbesitz einen Samenfaden weibchen-„erzeugend“ macht, war ja bei der Befruchtung aus dem Ei gekommen; sein Fehlen oder seinen Ersatz durch ein schwächeres Y-Chromosom dankt ein männchen-„erzeugender“ Samenfaden dem an der Kopulation

¹⁾ *Correns* und *Goldschmidt*, „Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechts“. Berlin, Borntraeger, 1913.

beteiligten väterlichen Samenfaden. In der Geschlechtsverteilung eine Geschlechtsbestimmung zu sehen, kommt somit auf einen ewigen Zirkel hinaus: diese Keimzelle ist weiblich bestimmt, weil ein Weibchen ihren Kernschleifenvorrat komplettierte; jene männlich, weil letzten Endes ein Männchen an ihrem Manko an Kernstoffen schuld war. Wir haben also eine „Lösung“ des Geschlechtsbestimmungsproblems vor uns, die lautet: Der Keim wird dann zum Weibchen, wenn er weiblich ist; hingegen allemal dann zum Männchen, wenn und weil er von vornherein ein Männchen vorstellt.

Es geht also nicht an, die Geschlechtschromosomen, wie besonders amerikanische Forscher es tun, „geschlechtsbestimmende“ Chromosomen, z. B. das X-Chromosom weibchen-„erzeugend“, das Y-Chromosom oder sein Fehlen männchen-„erzeugend“ zu nennen. Auch *de Meijere* schlägt vor, lieber nur den Ausdruck „geschlechtsbegleitende“ Chromosomen zu gebrauchen. Ich sehe im Vorhandensein oder Fehlen, Größe oder Kleinheit bestimmter Kernschleifen nichts anderes als die am frühesten sichtbar werdenden Geschlechtsmerkmale, Unterschiede zwischen männlich und weiblich, die sich eben nicht erst an den fertigen Geschlechtspersonen, sondern bereits an den Keimen, die ihnen zum Ursprunge dienen, bemerkbar machen. Wie sich der Hahn von der Henne durch seine Sporen, größeren, rötlichen Kamm, größere und blutreichere Wangenlappen, verlängerte und farbenprächtige Rücken- und Schwanzfedern unterscheidet, so unterscheidet sich männlicher Hühnersame von weiblichem dadurch, daß jener nur 4, dieser 5 Kernschleifen (4 + 1 X-Chromosom) besitzt (*Kammerer* l. c. S. 40). Ebenso ruft *Goldschmidt* (l. c. S. 141) nach übergeordneten Faktoren, die imstande sind, in den Mechanismus der Geschlechtsverteilung richtend einzugreifen. Er erwartet ihre Auffindung nicht mehr so sehr von der Zellenlehre, als hauptsächlich von der chemischen Physiologie und Serologie und bewegt sich dadurch in gleicher Gedankenrichtung wie *Woltereck*, der in jedem Keim zweierlei konkurrierende Geschlechtsfermente annimmt, von denen bei jeder Entwicklung eines Geschlechts-individuums die eine in tätigen Zustand versetzt wird, während die andere gehemmt wird und dadurch verborgen bleibt. Von noch anderen Fermenten, nämlich besonderen Paralysatoren und Aktivatoren, hänge es ab, welche Geschlechtssubstanz latentes Proferment bleibt und welche zum tätigen Ferment wird, dessen chemische Tätigkeit dem von ihm repräsentierten Geschlecht im betreffenden Individuum zum Durchbruch verhilft.

Bleibt nur noch die Frage: Wer aktiviert die „Aktivatoren“? Jener innere Ursachenmechanismus muß doch durch irgendwelche Kräfte in Bewegung gesetzt werden, ein äußerer Ursachenmechanismus muß in jenes Getriebe eingreifen oder mindestens ursprünglich eingegriffen haben! Diese Frage scheint aber den Sexualitätsforschern ganz nebensächlich geworden oder ihre Lösbarkeit außerhalb des Bereiches der Möglichkeit gelegen zu sein. Hier hat uns die Chromosomenverfolgung und die

Züchtung mit geschlechtsbeschränkten Merkmalen kaum klüger gemacht, als wir es zuvor waren. Darf nun aber mit Recht gesagt werden, die eigentliche Geschlechtsbestimmung sei immer noch so hoffnungslos dunkel geblieben, wie in den Anfängen der Naturforschung, als der alte *Drelincourt* 262 „Theorien“, recte Seifenblasen über unser Thema aufzuzählen vermochte? Gewiß nicht, denn von einer Minderheit experimentierender Biologen ist bis in die jüngste Zeit eifrig daran gearbeitet worden, die willkürliche Umschaltung der primären Geschlechtstendenz durch chemische Mittel der Nahrung und Umgebung sowie durch Temperatureinflüsse zu erzwingen. Es gibt denn doch eine ganze Reihe solcher Versuche, von denen man nicht so ohne weiteres behaupten kann, daß sie „einer kritischen Nachprüfung nicht standhalten“ oder durch begründete tatsächliche Einwände hinfällig wurden; noch weniger können natürlich „theoretische Bedenken, die von vornherein geltend gemacht werden“, ihre Beweiskraft schmälern. Ich nenne nur einige neuere Namen wie *Nußbaum*, *Whitney*, *Shull*, *Mordwilko*, *Grassi*, *Langhans*, *R. Hertwig* und seine Schüler, *Woltereck* und seine Schüler auf zoologischem, *Prantl*, *Klebs*, *Blaringhem*, *Noll*, *Figdor* auf botanischem Gebiete. Von all den Versuchen ist im mehrfach zitierten *Correns'* und *Goldschmidts* Buche leider fast nichts enthalten: die zweite Hälfte, von *Goldschmidt*, erkennt in einem allgemeinen Satze (S. 141) an, daß in Temperatur, Nahrung, Chemismus des Mediums ein Teil der die Chromosomenverteilung richtenden „übergeordneten Faktoren“ gegeben sein mag; die erste Hälfte aber, „Experimentelle Untersuchungen über Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes“ von *Correns*, wo man sie also am ehesten suchen würde, beschäftigt sich nur mit Bastardierungs-, Parthenogenese- und sonstigen Versuchen, die den Einfluß innerer Faktoren zu ermitteln trachten; erledigt aber die „Angaben über eine Änderung der Tendenz vor der Befruchtung“ (nämlich durch äußere Faktoren) auf nur einer halben Seite (S. 32) mit dem Hinweis, in solchen Fällen handle es sich gewiß „um Einflüsse, die fest begründet im inneren Wesen der Keimzellen einer Spezies, einer Rasse oder eines einzelnen Individuums liegen“. Von den konkreten Fällen selbst wird einzig derjenige von *Russo* mit Lecithindarreichung angeführt, der in der Tat dem bekanntesten Einwand selektiven Absterbens nur eines Geschlechtes am leichtesten zugänglich ist und bei Wiederholung nicht bestätigt wurde.

Ein letztes Wort möge dementsprechend der Art gelten, wie dieser erwähnte Einwand heute von den Autoren gehandhabt wird. Unleugbar krankten viele Versuche, unter älteren diejenigen von *Born*, *Londois*, *Treat*, *Flammarion*, unter neueren diejenigen von *Alexander*, vielleicht auch *Kowalewsky* und, wie gesagt, *Russo* daran, daß sie die Sterblichkeit der Keimzellen, Keimlinge und Jungen nicht genügend beachten: die Geschlechter sind nämlich keineswegs gleichmäßig widerstandsfähig gegen allerlei Einflüsse; meist ist es das männliche, das sich Schädigungen gegenüber hinfälliger erweist. Diese größere Empfindlichkeit rührt wahrscheinlich

daher, daß das Männchen nach Beobachtungen von *Thury, Düsing, Pflüger, R. Hertwig, Kuschakewitsch, Ciesielski* und mir sich gern an der Grenze der Entwicklungsmöglichkeit, d. h. bei eben noch für Entwicklung ausreichenden ungünstigen Bedingungen, z. B. Kälte, Nahrungsmangel und aus unreifen oder überreifen Eiern heranbildet, daher schon von Hause aus eine Schwächung mitbringt. Besteht dann eine Nachkommenschaft, wenn die Versuchszucht irgendwie benachteiligt war, vorwiegend aus Weibchen, die Parallelkultur ohne Schädigung aus einem höheren Prozentsatz von Männchen, so kann man leicht glauben, man habe einen echt geschlechtsbestimmenden Einfluß ausgeübt, während man nur durch einen geschlechtsauslesenden Einfluß das normale Zahlenverhältnis verschob. Das wäre also wieder nur Geschlechtsverteilung, nicht Geschlechtsdeterminierung; es ist merkwürdig, wie diejenigen Zytologen und Mendelianer, die ihrerseits das letztere Problem zu verfolgen glauben, also nicht zwischen Differenzierung und Determinierung unterscheiden, diesen Unterschied doch sofort aufgewendeten Faktors in eine zielbewußt gewählte Geschlechtsbestimmungsversuch gegenüber gebraucht werden soll.

Offenbar aber darf der eben erklärte Einwand nicht so weit ausgedehnt werden, daß man ihm das Zugrundegehen, Abschwächen oder Ausstoßen der ein bestimmtes Geschlecht kennzeichnenden Chromosomen oder selbst umfangreicherer Kernbestandteile unterordnet. Denn dann bleibt ja die betreffende Keimzelle, mindestens ihr Zellplasma, am Leben, beteiligt sich am Aufbau des künftigen Geschlechtsindividuums, und nur die eine, verlangte und beabsichtigte Veränderung ist mit ihr vorgegangen: sie ist unter Einfluß eines zielbewußt angewendeten Faktors in eine zielbewußt gewählte Geschlechtstendenz hineingeleitet worden.

Dafür sei noch ein gegenständliches Beispiel gegeben: die berühmten Experimente von *R. Hertwig* und Schülern, aus überreifen Froscheiern, die nahe an 100 Stunden im Wasser auf Besamung warten müssen, bis 100 % Männchen zu ziehen. Angenommen nun, folgender „Einwand“ *Morgans* bestünde vollauf zu Recht: es könnte die zweite Reifeteilung im Ei, die immer erst nach Befreiung aus dem Uterus im Wasser eintritt, infolge der langen Verzögerung abnormal vor sich gehen, so daß keine richtige Befruchtung einträte und die Kerne des Embryos alle vom Spermakern abstammen; oder es könnte der Eikern bereits einen Anlauf zur Parthenogenese genommen und so einen Teil der Spermawirkung ausgeschaltet haben. Oder weiter *Hertwigs* eigene (wegen Unbekanntseins spontaner Jungfernentwicklung und Merogonie beim Frosch viel wahrscheinlichere) Vermutung angenommen, daß die weibchenbegleitenden Chromosomen bei den überreifen Eiern in die verkümmerten zweiten Richtungkörper gelangen, allenfalls auch für sich allein abortiert werden: so ändern all diese Deutungen gar nichts an der Tatsache, daß hier wirkliche Geschlechtsbestimmung gehandhabt wurde. *Daß wir gegenwärtig zu erkennen anfangen, auf welchen feineren Strukturänderungen der*

Zelle die Geschlechtsbestimmung beruht, ist ja eben das Schöne und Vielversprechende daran und darf nicht dazu verführen, jene innen stattfindenden Strukturveränderungen mit den Ursachen selber zu verwechseln.

Die Auflösung alter Sammelbegriffe und ihr Ersatz durch exakte, inhaltsreichere Teilbegriffe ist eine den Fortschritt jeder Wissenschaft ständig begleitende Erscheinung: Anpassung, Latenz, Atavismus, ja bald die Vererbung selbst sind heute zu solch „leeren“ Worten geworden, weil wir uns im Einzelfall über das Wie und Warum detaillierte Rechenschaft geben können und nicht mehr so oft nötig haben, an Stelle des neuen Ausdrucks für die Tatsache und den Vorgang einen allgemeinen Terminus zu gebrauchen. Deshalb ist letzterer aber nicht falsch oder ungültig, sondern nur inhaltvoller und systembedürftiger geworden.

So geht es heute in der Geschlechtsbestimmung. Am dringlichsten, neben Beibringung neuer und einwandfreier Positivfälle, ist deren zytologische Durchsichtung an derselben Spezies. Bisher sind wir hier noch allzuviel auf Vermutungen angewiesen, weil die Objekte, an denen die Geschlechtsdeterminierung erfolgreich war, der zytologischen Untersuchung Schwierigkeiten bereiteten und umgekehrt die für Zelluntersuchung günstigen Fälle sich einer äußeren Induktion hartnäckig widersetzen. Es kommt darauf an, Objekte zu finden, an denen beides gut möglich ist; dann werden nicht länger zwei Ansichten und Forschungsrichtungen einander interesselos oder mißtrauisch gegenüberstehen, die in Wirklichkeit zu ersprießlicher gegenseitiger Förderung und Ergänzung verpflichtet wären.

Die Gesamtmenge des Blutes im Menschen und in den Säugetieren.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Die Kenntnis der Gesamtmenge des Blutes ist für eine Reihe physiologischer wie pathologischer Fragen von Interesse und ist daher in den letzten Jahren mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Das Charakteristische für die modernen Untersuchungen über den Blutgehalt des Menschen und der Tiere liegt in dem Bestreben, diesen Wert am lebenden Tier zu bestimmen, denn nur so lassen sich die gewonnenen Zahlen zur Untersuchung verschiedener physiologischer und pathologischer Zustände an demselben Tier verwerten.

Die älteren Untersuchungen über den Blutgehalt des Menschen und der Tiere sind mit der Methode der Entblutung oder der Methode der Bestimmung des Gesamthämoglobins ausgeführt, ihre Resultate sind gut, doch haben sie den Nachteil, daß das Versuchstier nur einmal verwendet werden kann, und zum Studium der Wirkung verschiedener Einflüsse auf den Blutgehalt Kontrolltiere benutzt werden müssen.

Wir verfügen heute über eine Reihe von Methoden zur Bestimmung der Gesamtmenge des Blutes eines lebenden Menschen oder Tieres. Als erste ist

die Kohlenoxyd-Methode zu nennen, der *John Haldane* und *Lorraine Smith*¹⁾ eine brauchbare Form gegeben haben. Die Erwägung, auf der sie beruht, ist folgende: Blut, dessen sauerstoffbindender Farbstoff völlig mit Sauerstoff gesättigt ist, hat einen anderen Farbenton als Blut, das mit Kohlenmonoxyd (CO) gesättigt ist, ja, schon eine geringe Menge dieses Gases, neben Sauerstoff an den Blutfarbstoff gebunden, verändert die Farbe merklich, und durch Farbenvergleichung (Colorimetrie) läßt sich der prozentuale Anteil des beigemengten Kohlenoxyds ermitteln. Kennt man nun einerseits die absolute Menge Sauerstoff, die eine bestimmte Menge Blut, z. B. 100 ccm, zur vollständigen Sättigung gebrauchen, und andererseits die absolute Menge von Kohlenoxyd, die der Mensch eingeatmet hat, und die an den Blutfarbstoff gebunden ist, so kann man leicht die absolute Blutmenge in folgender Weise berechnen: Es seien 150 ccm Kohlenoxyd eingeatmet und im Blut gebunden, und die Vergleichung mit völlig sauerstoffgesättigtem Blute habe ergeben, daß der relative Gehalt des Blutes an Kohlenoxyd 25 % betrage, so könnten in der gesamten Blutmenge $4 \cdot 150 = 600$ ccm Sauerstoff gebunden werden. Da nun bei voller Sättigung mit Sauerstoff das Blut je 20 ccm Sauerstoff in 100 ccm zu binden vermag, so beträgt die gesamte Blutmenge: $600 \cdot 100/20 = 3000$ ccm. Die Resultate, die zuerst mit dieser Methode erzielt wurden, widersprachen durchaus den herrschenden Anschauungen über die Blutmenge des Menschen, die auf einige Versuche *Bischoffs* aus dem Jahre 1856 gegründet waren. Während nach diesen alten Bestimmungen die Blutmenge etwa 7,5 % oder $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{14}$ des Körpergewichtes betragen sollte, ergaben sich mit der Kohlenoxydmethode nur 3,34 % bis 6,27 %, im Mittel 4,9 % oder $\frac{1}{20,5}$. Es hat sich aber herausgestellt, daß nur die Art der Handhabung der Methode in den ersten Versuchen diesen niederen Wert vortäuschte, denn *Douglas*²⁾ fand mit ihr, zum Teil an denselben Menschen, die Blutmenge zu 7,5 % des Körpergewichtes, gerade wie *Bischoff* sie angegeben hatte. Bevor sich aber der Widerspruch in den Werten der direkten und der indirekten Methode geklärt hatte (in den Versuchen von *Haldane* und *Smith* war keine vollständige Mischung des Blutes mit dem geatmeten Kohlenoxyd erzielt), versuchten eine Reihe anderer Forscher, mit neuen Methoden die Aufgabe zu lösen.

Alle indirekten Methoden beruhen darauf, daß dem Blute ein Stoff beigemischt wird, dessen Menge genau bekannt ist, und der möglichst nicht zu einem vermehrten oder verminderten Flüssigkeitsaustausch zwischen Blut und Gewebsflüssigkeit Anlaß gibt und lange in den Blutgefäßen bleibt. Bestimmt man dann, nachdem eine gute Durchmischung des Blutes mit dem betreffenden Stoff

erfolgt ist, die Größe der Veränderung, die das Blut erlitten hat, so kann man die Blutmenge berechnen.

Die Versuche sind fast ausschließlich am Kaninchen ausgeführt. Der erste Versuch wurde schon 1893 von *Sherrington* und *Copeman*¹⁾ gemacht: In die Gefäßbahnen eines Kaninchens, bei dem das spezifische Gewicht des Blutes genau bestimmt war, wurden 30 ccm körperwarmer physiologischer Kochsalzlösung eingespritzt, und 30 Sekunden danach das spezifische Gewicht des verdünnten Blutes bestimmt. Betrug z. B. das spezifische Gewicht des Blutes zu Anfang 1,0520, das der Kochsalzlösung 1,0046 und das des verdünnten Blutes 30 Sek. später 1,0470, so gestaltet sich die Berechnung folgendermaßen:

$$30 \cdot 1,0046 + x \cdot 1,0520 = (30 + x) \cdot 1,0470, \\ x = 254,4 \text{ ccm oder } 267,6 \text{ g.}$$

Da sich die angegebenen Zahlen auf ein Kaninchen von 3572 g beziehen, so würde die Blutmenge 7,49 % des Körpergewichtes betragen. Ob dieser Wert als richtig angesehen werden kann, wird weiter unten erörtert werden. Statt der körperwarmen Kochsalzlösung wählte *Nelson*²⁾ zur Verdünnung des Blutes Serum vom Kaninchen. Er entnahm 18—40 ccm Blut aus der Halsschlagader und ersetzte diesen Blutverlust sogleich durch dasselbe Volumen gut zentrifugierten Serums. Der Grad der Verdünnung konnte durch Zählung der roten Blutkörperchen festgestellt werden, und da eine Neubildung derselben innerhalb einer halben Stunde nicht erfolgt, so konnte so lange mit der Bestimmung der Verdünnung gewartet werden, was den Vorteil hat, daß eine sichere vollständige Durchmischung des Gesamtblutes stattgefunden hat. Bei Kaninchen, deren Gewicht zwischen 1860 und 2800 g schwankte, betrug nach diesen Bestimmungen die Blutmenge 5,0—6,3 %, im Mittel 5,8 % des Körpergewichtes.

In anderer Weise hat *Schürer*³⁾ versucht, die Blutmenge zu bestimmen. Es ist bekannt, daß artfremdes Blutserum sehr langsam aus der Blutbahn verschwindet, und daß die Präcipitinreaktion, auf deren Wesen hier nicht näher eingegangen werden kann, zu einem genügend feinen Nachweis des Verdünnungsgrades der Stoffe des fremden Serums geeignet ist. Es wurden nun z. B. 4 ccm Rinderserum in die eine Ohrvene eines Kaninchens eingespritzt, und fünf Minuten später aus der anderen Ohrvene 4 ccm Blut entnommen. Während das unverdünnte Serum eine Präcipitierung noch in der Verdünnung von 1 : 18 000 zeigte, war durch die Verdünnung diese Fähigkeit derart herabgesetzt, daß sie nur

¹⁾ C. S. Sherrington und Copeman, Variations experimentally produced in the specific gravity of the blood. *Journal of Physiol.* Bd. 14. 1893, S. 52—96, PL. 4.

²⁾ Louis Nelson, Über eine Methode der Bestimmung der Gesamtblutmenge beim Tier nebst Bemerkungen über die Veränderungen der letzteren bei Hunger und Mast. *Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol.* Bd. 60, 1909, S. 340—344.

³⁾ Johannes Schürer, Versuche zur Bestimmung der Blutmenge durch Injektion von artfremdem Serum. *Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol.* Bd. 66, 1911, S. 171—178.

noch in Verdünnungen von 1 : 450 zur Beobachtung kam, d. h. in 40 mal geringerer Verdünnung. Es waren also die 4 ccm, die eingespritzt worden waren, durch die Gesamtmenge des Kaninchenblutes auf 1 : 40 verdünnt worden, oder: die Menge des Blutes betrug 160 ccm. *Schürer* gibt den Fehler seiner Methode zu etwa 10 % an und fand bei seinen Tieren Werte von 4,9—6,4 % des Körpergewichtes für die Blutmenge.

Vergleicht man die mit diesen indirekten Methoden gewonnenen Werte für das Kaninchen mit direkten Bestimmungen, die besonders *Abderhalden*¹⁾ in größerer Zahl ausgeführt hat, so stimmt der Durchschnittswert, der 4,7 % beträgt, sehr gut mit den Werten von *Schürer* und von *Nelson* überein, während die Werte von *Sherrington* und *Copeman*, die 7,49 % angeben, viel zu hoch erscheinen. In der Tat können wir heute die Injektion von physiologischer Kochsalzlösung nicht mehr als indifferent ansehen, da sie das Verhältnis der lebenswichtigen Ionenarten im Blut wesentlich verändert und so zu Prozessen des Stoffaustausches zwischen den Geweben und dem Blut Veranlassung geben muß. Nur scheint es auf den ersten Blick, als ob derartige Vorgänge in der kurzen Zeit von 30 Sekunden, die zwischen dem Ende der Einspritzung und der Entnahme der Blutprobe liegen, keine Rolle spielen könnten.

Wenn man aber in Betracht zieht, wie gewaltig die Flächen des Kapillarsystems sind, durch die der Flüssigkeitsaustausch zwischen Blut und Gewebsflüssigkeit erfolgt, so erkennt man, daß die Zeit von einer halben Minute sehr wohl hinreicht, um einer nennenswerten Flüssigkeitsmenge den Eintritt ins Blutgefäßsystem zu gestatten. Man kann beim Kaninchen die Fläche der Kapillaren auf etwa 150 m² schätzen, und da wir wissen²⁾, daß durch einen m² pro Minute etwa 1 ccm Flüssigkeit hindurchtreten kann, so könnte in einer halben Minute der Inhalt des Gefäßsystems um 75 ccm zugenommen haben, und das ist etwa die Menge, um welche die Werte *Sherringtons* und *Copemans* die übrigen Bestimmungen übertreffen.

In allen diesen Untersuchungen haben sich die Autoren bemüht, eine Zahl für den prozentualen Blutgehalt einer Tierart zu finden, ohne Rücksicht darauf, ob der prozentuale Blutgehalt bei verschiedenen großen Tieren derselben Art nicht ganz verschieden ist. Diesen methodisch wichtigen Gesichtspunkt betont zu haben ist das Verdienst einer Reihe englischer Autoren: *Dreyer*, *Ray*, *Walker*³⁾. Sie suchen den Nachweis zu erbringen, daß sich bei verschiedenen großen Tieren derselben Art die Blutmengen wie die Körperoberflächen verhalten. Es kann aber dieser Nachweis nicht als erbracht angesehen werden. Aus den zahlreichen Daten über die Blutmenge des Kaninchens geht wohl hervor, daß

kleine, junge Tiere prozentual mehr Blut enthalten als größere, aber diese Annahme steht nicht im Verhältnis zu der relativen Abnahme der Oberfläche der größeren gegenüber den kleineren. Die Oberflächen verhalten sich bei ähnlichen Körpern wie die Quadrate homologer Längen, dies aber tun die Blutmengen nicht.

Nehmen wir einige typische Zahlen für die Blutmenge verschieden großer Kaninchen, die die genannten Autoren nach Bestimmungen von *Boycott* angeben, so sehen wir folgendes (s. die Tabelle):

Die Blutmengen wachsen langsamer als die Gewichte, aber schneller als den Oberflächen, d. h. den Quadraten der Lineardimension (durch λ^2 bezeichnet) entspricht. Bildet man den Wert $\lambda^2 \sqrt{\lambda}$ oder $\lambda^{5/2}$, d. h. multipliziert man das Quadrat der Lineardimension mit der Wurzel aus der Lineardimension, so gibt dieser Wert das Verhältnis, in dem die Blutmengen zunehmen.

Gewicht in g	Blutmenge		Verhältnis der Blutmengen	Verhältnis der Werte	
	in ccm	in % des Körper- gewichtes		λ^2	$\lambda^{5/2}$
151	10,1	6,7	1,0	1,0	1,0
390	21,0	5,4	2,1	1,88	2,2
784	38,7	4,95	3,84	3,0	3,95
1620	67,6	4,18	6,7	4,9	7,3
2550	106,0	4,15	10,5	6,6	10,6
2940	121,0	4,13	12,0	7,3	12,0

Da die Intensität des Stoffwechsels der Säugetiere im Verhältnis der Quadrate der Lineardimension zunimmt, so wäre eine Beziehung der Blutmengen zu dieser Dimension sehr verständlich gewesen. Welche Bedeutung die Wurzel aus der Lineardimension hat, mit der das Quadrat noch multipliziert werden muß, um das Verhältnis der Blutmengen zu erhalten, ist zunächst nicht zu sagen, aber es erscheint verständlich, daß eine Größe wie die Blutmenge noch von anderen Faktoren als nur von der Stoffwechselintensität abhängt.

Nimmt man für den Menschen die Gültigkeit derselben Beziehung an, so wären folgende Zahlen zu erwarten: Wenn der Erwachsene bei 70 kg eine Blutmenge von 5 kg hat (1 : 14), so müßte der Neugeborene mit 3 kg 362 g Blut haben, d. h. 1 : 8,85 des Körpergewichtes, was gut zu der Angabe stimmen würde, daß beim Neugeborenen, der erst einige Minuten post partum abgenabelt wird, die Blutmenge 1 : 9 des Körpergewichtes ist.

Auch für eine Reihe von Bestimmungen des Blutgehaltes der Ratte, die *Chisolm* ausgeführt hat, scheint diese Beziehung zu gelten, wenn man nur die Werte für die männlichen Tiere berücksichtigt, während bei den Weibchen der Einfluß der Größe auf den prozentualen Blutgehalt überhaupt nicht deutlich hervortritt. *Chisolms* Zahlen lassen sich folgendermaßen darstellen:

Tiergewicht in g	Blutvolumen in ccm	Verhältnisse der Blutvolumina		$\lambda^{5/2}$
31,8	2,34	1,0		1,0
75,1	4,68	2,08		2,05
146,2	8,32	3,56		3,55
267,5	14,15	6,02		5,90

¹⁾ *Emil Abderhalden*, Über den Einfluß des Höhenklimas auf die Zusammensetzung des Blutes. Z. f. Biol. Bd. 43, N. F. Bd. 25, 1902, S. 125—194.

²⁾ *A. Pütter*, Aktive Oberfläche und Organfunktion. Z. f. allgem. Physiol. Bd. 12, 1910, S. 125—214.

³⁾ *Dreyer, Ray, Walker*, On the blood volume of warm blooded animals, usw. Skandinav. Arch. f. Physiol. Bd. 28, 1913, S. 299—324.

Schon die Tatsache, daß eine einfache Beziehung der Blutmenge eines Tieres zu seinem Körpergewicht nicht für beide Geschlechter in gleicher Weise besteht, warnt eindringlich vor einer Überschätzung jeder Formel, die die Blutmenge als Funktion der absoluten Größe darstellt und damit alle anderen Faktoren vernachlässigt, die auf diese Größe einwirken. Trotzdem bleibt es ein Verdienst von *Dreyer, Ray und Walker*, darauf hingewiesen zu haben, daß auch für die Blutmenge die absolute Größe einen wichtigen Faktor darstellt, den man hier wie bei so vielen anderen Funktionen oder Eigenschaften bisher kaum berücksichtigt hat.

Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der technischen Optik.

Von Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.

In dem Artikel „Richtlinien in der Entwicklung, Erkenntnis und Wertung der optischen Instrumente“¹⁾ waren die Brillengläser ausdrücklich aus dem Begriff der optischen Instrumente ausgeschlossen worden und zwar deshalb, weil sie nur im engsten Anschluß an das zu unterstützende Auge behandelt werden könnten. Ihre theoretische Durcharbeitung wird darum so spät — im wesentlichen in den ersten Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts — vollendet, weil dabei von dem konstruierenden Optiker eine Reihe von Kenntnissen gefordert wurden, die ihm erst durch den Einfluß des schwedischen Ophthalmologen *Allvar Gullstrand* nahegebracht worden sind. In weiterer Übereinstimmung mit dem bereits angeführten Artikel soll in diesem Aufsatz auch streng an dem einäugigen Gebrauch festgehalten werden. Die an jener Stelle für die binokularen Instrumente bestehenden Schwierigkeiten, das Hinüberspielen der Probleme aus dem physikalischen in das physiologisch-psychologische Gebiet, finden sich bei den Brillengläsern noch in gesteigertem Maße.

In früheren, aber garnicht einmal so sehr weit zurückliegenden Zeiten sah der konstruierende Optiker das Auge an wie eine Camera obscura, und wollte man das Auge unterstützen, so mußte nach der Ansicht der Jenaer Schule die Augenpupille möglichst mit der Austrittspupille des benutzten optischen Instruments zusammenfallen. Was aber bei einem Brillengläse als Austrittspupille zu gelten habe, das war völlig unklar, und anscheinend wurde dieses Problem in der technischen Optik überhaupt nicht beachtet, da die Brille nicht als ein wissenschaftlich-technisch zu behandelndes Instrument angesehen wurde. Tatsächlich ist die erwähnte Auffassung des Auges als einer Camera obscura wohl nicht unrichtig, aber sie ist unvollständig, denn im Gegensatz zu der überwiegenden Mehrzahl der technischen Instrumente bleibt das Menschenauge während seines Gebrauchs nicht in Ruhe, sondern es vermag Änderungen zweierlei Art, die Akkommodationsbetätigung und die Augendrehung, auszuführen. Es fällt also nicht unter die Voraussetzung

der scheinbar ganz allgemeinen Abbeschen Theorie, die aber eben auf die gewohnten, beim Gebrauch stets ruhenden Instrumente der technischen Optik angelegt war.

Die Sonderstellung des Auges als optisches Instrument. Was die Akkommodation angeht, so vermag das Auge nicht allzu bejahrter Personen den Außenflächen seiner Kristalllinse stärkere Krümmungen zu verleihen und dadurch die Brennweite seines optischen Systems zu verkürzen. Durch den eigentümlich geschichteten Bau der Kristalllinse, dessen Verständnis erst durch die Arbeiten *Gullstrands* erschlossen worden ist, verkürzt sich bei der Akkommodationsbetätigung die Brennweite sogar in einem überraschend hohen Maße, so daß beispielsweise ein normalsichtiger Beobachter von 20 Jahren nicht nur weit entfernte Gegenstände deutlich wahrzunehmen vermag, sondern auch Objekte in 10 cm Abstand. Im späteren Alter nimmt diese Ausdehnung des Akkommodationsbereichs sehr merkbar ab; so können normalsichtige Personen von 30, 40, 50 Jahren beziehentlich nur noch Objekte bis zu einem Abstände von 14,3, 22,2, 40 cm heran deutlich wahrnehmen: sie werden eben mit höherem Alter *weitsichtig*, wie der Volksmund sagt, oder *presbyopisch*, wie der wissenschaftliche Ausdruck lautet.

Gullstrand hat zeigen können, daß aber der außerordentlichen Bequemlichkeit einer so ausgiebigen Akkommodationsbreite ein großes Opfer gebracht werden mußte, denn sie wurde erreicht auf Kosten der Deutlichkeit der Abbildung auf den Seitenteilen der Netzhaut. Diesem eigentümlichen Mangel der optischen Abbildung im Auge entspricht der Bau der Netzhaut: sie hat nur im gelben Fleck und namentlich in seiner Mitte, der Netzhautgrube, eine große Menge perzipierender Elemente, während deren Verteilung nach den Seitenteilen der Netzhaut außerordentlich viel weitermaschig wird. Als photographischer Apparat betrachtet würde also das Menschenauge beschrieben werden müssen als ausgestattet mit einem optischen System von sehr kleinem deutlichem Felde und mit einer Platte, deren Korn nur in der Mitte fein wäre, nach dem Rande zu aber immer gröber würde.

Die Augendrehung. Da also die Abbildung in den Seitenteilen der Netzhaut beim ruhenden Auge so unvollkommen ist, so wird sie auch nicht für die eigentliche Wahrnehmung gebraucht, sondern sie liefert nur ein Zeichen, um die Aufmerksamkeit und mit ihr den Blick auf den betreffenden seitlichen Punkt zu richten. Dabei soll auf dieser Stufe der Untersuchung die *Blicklinie*, d. i. die Verbindungslinie des Objektpunkts mit der Pupillenmitte, als zusammenfallend mit der (im strengen Sinne auch nur hypothetischen) Augenachse angesehen werden. Bevor diese eigentümliche Drehung des Auges genauer untersucht wurde, war sie doch beachtet worden, und Ausdrücke wie „sein Augenmerk auf etwas richten“ zeigen, daß man sich des engen Zusammenhangs zwischen der Aufmerksamkeit und der Blickbewegung bewußt geworden war. *Johannes Müller* wies 1826 darauf hin, daß die Blickbewegungen so vor sich gehen, als wenn sich das

¹⁾ Diese Zeitschrift 1913, I, 417—421; 445—450.

Auge in seiner Höhle wie in einem Kugelgelenk drehe, und zwar gilt als Zentrum der Drehung ein etwa 13 mm vom Hornhautscheitel entfernter Achsenpunkt, der *Augendrehpunkt*. Diese Zahl ist als Mittelwert anzusehen, doch sind die für kurz- und für übersichtige Augen geltenden Abweichungen nicht groß genug, um sie bei einer so summarischen Behandlung zu berücksichtigen, wie sie hier allein geleistet werden kann.

Diese Bewegung der Achse des blickenden Auges um den Augendrehpunkt ist nun der Anlaß für die Entstehung einer *Perspektive des direkten Sehens oder des Blickens*. Man erhält die perspektivischen Strahlen, indem man von dem Augendrehpunkt Z aus alle Strahlen nach den Objektpunkten zieht; mit einem Element des so bestimmten Strahlenbüschels fällt die Augenachse zusammen, sobald ein Objektpunkt die Aufmerksamkeit des Beschauers erregt. Bei ruhig gehaltenem Kopfe ist also die Gesamtheit aller dieser Strahlen das *perspektivische Büschel des blickenden Auges*, und es ist das alles, was dem Einzelauge von einigermaßen entfernten Objekten zugänglich ist, denn unter diesen Umständen sind

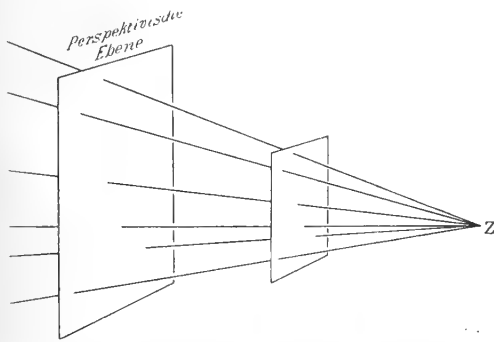


Fig. 1. Ein perspektivisches Strahlenbüschel durch Z . zwei vertikale perspektivische Ebenen und die auf ihnen entstehenden ähnlichen ebenen Perspektiven.

die Änderungen im Akkommodationszustande so gering, daß sie dem Beobachter unbemerkt bleiben. Man erkennt ohne weiteres, daß das perspektivische Büschel ein Gebilde zweifacher Mannigfaltigkeit ist und, durch eine beliebige — meist vertikale — Ebene geschnitten, auf eine *ebene Perspektive* führt, die wohl alle *Querausdehnungen* des Objekts durch Richtungen des Blicks nach oben oder unten, nach rechts oder links wiedergibt, dagegen die in die Strahlenrichtung selbst fallende *Tiefenausdehnung* unterdrückt, weil von zwei auf demselben Sehstrahl liegenden Objektpunkten nur der dem Auge nähere wahrgenommen, der entferntere aber von jenem verdeckt wird. Die Bewegungen der Augenachse hängen übrigens nicht von der Deutlichkeit der Wahrnehmung ab: die Drehungen eines kurzsichtigen Auges, das etwa im Dunkeln nach einer Laternenreihe gerichtet wird, stimmen überein mit denen eines normalsichtigen Auges am gleichen Ort, obwohl die Deutlichkeit der Wahrnehmung in beiden Fällen verschieden ist.

Diese Beschreibung der Augendrehung wird für den hier verfolgten Zweck genügen, solange man an der Annahme eines achsensymmetrischen Auges

festhält, weil bei einem solchen System alle im paraxialen Raume einfallenden Strahlen gleichartige Richtungsänderungen erfahren. Die allein noch mögliche Bewegung, die Raddrehung um die Blicklinie als Drehungsachse, würde also für die Abbildung von paraxialen Punkten ohne Bedeutung sein. Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß dies von der Natur gewählte Mittel, eine mangelhafte Bildqualität in den Seitenteilen des Feldes dadurch zu umgehen, daß die Achse des Systems eine Drehbewegung nach diesen Seitenteilen ausführt, auch in der technischen Optik nicht gerade unerhört ist. In einer frühen photographischen Zeit, als die Weitwinkelobjektive noch nicht auf das später erreichte Maß der Leistung gebracht worden waren, hat man Panoramakameras vorgeschlagen, bei denen die Achse des Objektivs während der Aufnahme einen großen horizontalen Winkel von 90° und mehr beschrieb; von der auf einem geraden Kreiszyylinder angebrachten lichtempfindlichen Schicht wurde jeweils immer nur ein vertikaler Streifen exponiert. Ob die Betrachtung solcher Panoramaaufnahmen immer in der richtigen Weise vor sich gegangen ist,

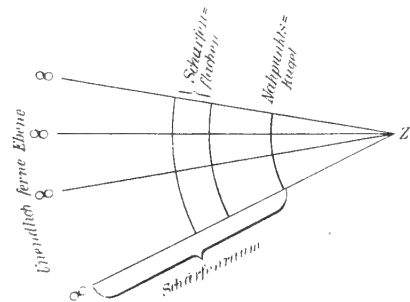


Fig. 2. Die zu Z konzentrischen Schärflächen bei einem normalsichtigen Auge.

mag man bezweifeln, hergestellt hat man solche Bilder in einer nicht ganz geringen Zahl.

Die Schärflächen. Doch um wieder zu dem eigentlichen Thema zurückzukehren, so hat das Auge diese Deutlichkeit der Abbildung infolge seiner Beweglichkeit beim Gebrauch durch eine eigentümliche Anordnung der bei gleichem Akkommodationszustande deutlich gesehenen Objektpunkte zu bezahlen. Man stelle sich ein Auge auf seinen Nahepunkt eingestellt vor, der beispielsweise auf der Achse 25 cm vor dem Hornhautscheitel oder 26,3 cm vor dem Drehpunkt liegen möge. Erhält durch die Augendrehung die Achse eine beliebige andere Richtung, so liegt bei Festhaltung des Akkommodationszustandes der Nahepunkt in der neuen Richtung wiederum 26,3 cm von dem Drehpunkt entfernt, und man erkennt leicht, daß für dieses Auge alle bei stärkster Krümmung der Flächen der Kristalllinse deutlich erscheinenden Punkte auf einer zum Augendrehpunkt konzentrischen Kugel liegen. Ganz entsprechendes gilt für Objektpunkte, die mit einem beliebig vorgeschriebenen festen Akkommodationszustande deutlich gesehen werden: sie liegen eben auf einer bestimmten, zum Augendrehpunkt konzentrischen *Schärfläche*. Ist das Auge normalsichtig (*emmetrop*),

tropisch), so bildet sich bei völliger Entspannung der Akkommodation der unendlich ferne Achsenpunkt auf der Netzhautgrube deutlich ab, und die bei der Augendrehung zustandekommende Fernpunktskugel wird in diesem besonderen Falle zur unendlich fernen Ebene. Der soeben ausgesprochenen Bestimmung gemäß werden anomale (*ametropische*) Augen sich dadurch kennzeichnen, daß bei ihnen der unendlich ferne Achsenpunkt nicht auf, sondern vor oder hinter der Netzhautgrube abgebildet wird, und zwar nennt man die ametropischen Augen kurzsichtig (*myopisch*), wenn die Vereinigung der abbildenden Strahlen im Auge vor der Netzhautgrube erfolgt, übersichtig (*hypermetropisch* oder *hyperopisch*), wenn sie hinter ihr zustande kommen würde.

Die ametropischen Augen. Diese Erörterung führt, wie man ohne weiteres einsieht, zu der Frage, ob man nicht durch optische Mittel die Ametropien ausgleichen oder korrigieren könne. Man ist dazu in der Tat instande, und eine eingehende Verfolgung dieses Gedankens wird zu der Entwicklung des wichtigeren Teils der modernen Brillenkunde führen, nämlich zur Entwicklung der Mittel, die *Deutlichkeit* der Wahrnehmung für *anomale Augen* zu *steigern*. Indessen sind zuweilen auch Augen zu unterstützen, die dieser Wirkung nicht bedürfen, die aber geschützt werden müssen, sei es gegen physische Angriffe (durch Zug, Staub, Splitter) oder gegen die Wirkung allzu greller Beleuchtung. Solche Schutzbrillen im allgemeinen und Lichtdämpfungsbrillen im besonderen sollen aber von der folgenden Betrachtung ausgeschlossen sein, die sich eben auf die Brillen zur Deutlichkeitssteigerung beschränken wird.

Die ametropischen Augen haben also ihren Fernpunkt nicht im Unendlichen, sondern in einer endlichen Entfernung, und es läßt sich leicht zeigen, daß der Fernpunkt myopischer Augen *reell* ist, d. h. in endlicher Entfernung *vor* dem Auge liegt, während der Fernpunkt hyperopischer Augen *virtuell* ist, d. h. in endlicher Entfernung *hinter* der ersten Augenfläche zustandekommen würde, wenn nicht die Hornhaut und das darauf folgende System des Auges den Verlauf der nach diesem Fernpunkt zielenden Strahlen so änderte, daß sie sich nachher auf der Netzhautgrube vereinigten.

Verglichen mit der Achsenlänge ist also im Falle eines Myopen die Brennweite des optischen Systems des Auges zu *klein*, ihr auf Luft bezogener reziproker Wert — die *Brechkraft* — also zu *groß*, und umgekehrt ist bei einem Hyperopen die Brennweite im Verhältnis zur Achsenlänge zu *groß* und die Brechkraft zu *klein*. Es folgt aus diesem Umstande schon von selbst, daß man die (stets positive) Brechkraft des Augensystems im ersten Falle *vermindern*, im zweiten Falle aber *vermehrten* muß, oder mit anderen Worten, daß myopische Augen durch *Zerstreuungslinsen*, hyperopische durch *Sammellinsen* korrigiert werden.

Die Konvergenzen. Schon die Einführung der Brechkraft macht es notwendig, auf einen heute allgemeinen Gebrauch der Ophthalmologen einzugehen, auf die Rechnung mit Längenreziproken oder nach *Gullstrand* mit *Konvergenzen*. Aus der Form der auf die Hauptpunkte bezogenen Gleichungen geht

es ohne weiteres hervor, daß man Konvergenzen zu addieren hat, wenn man für ein System gegebener Brechkraft von einem Objektstand zu dem konjugierten Bildabstand kommen will. Diese Erkenntnis hat dazu geführt, daß in neuerer Zeit Ophthalmologen stets die Konvergenzen angeben, deren *auf Luft bezogene Einheit* die *Dioptrie*

$$1 \text{ dptr} = \frac{1}{m}$$

ist. Demnach sagt man beispielsweise nicht, ein presbyopisch gewordener Emmetrop vermag nicht mehr auf eine Entfernung von 22 cm zu akkommodieren, sondern man gibt an, seine Akkommodationsbreite ist unter

$$\frac{1}{0,22 \text{ m}} - \frac{1}{\infty} = 4,55 \text{ dptr}$$

heruntergegangen. Auch die Leistung einer optisch wirksamen Fläche wird nicht durch die Scheitelentfernung ihres Brennpunkts in Luft angegeben, sondern durch ihren reziproken Wert.

Die korrigierenden Brillengläser. Es entsteht nunmehr die einfache Frage, was kann geschehen, um dem achsensymmetrischen ametropischen Auge die deutliche Wahrnehmung zunächst eines fernen Achsenpunkts zu ermöglichen? Die Antwort ist bei Beschränkung auf eine bestimmte Achsenrichtung des Auges sehr einfach. Man schalte ein dünnes zentriertes Hilfssystem, ein *Brillenglas*, vor das Auge, lasse seine Achse mit der Achsenrichtung des Auges zusammenfallen und bilde durch das Hilfssystem den fernen Achsenpunkt in den Fernpunkt des ametropischen Auges ab, dann ist durch das Hilfs- und das optische System des Auges der ferne Achsenpunkt der Netzhautgrube konjugiert. Ein solches Brillenglas nennt man dann ein *korrigierendes Glas*.

Es läßt sich leicht erkennen, daß der vor dem Auge liegende reelle Fernpunkt des Myopen in bezug auf das Brillenglas ein virtueller Bildpunkt, und daß der hinter dem Auge liegende virtuelle Fernpunkt des Hyperopen ein reeller Bildpunkt des Brillenglases sein muß. Etwas anders ausgedrückt ergibt das den schon bekannten Satz: Kurzsichtige brauchen Zerstreuungslinsen, Übersichtige Sammellinsen als korrigierende Gläser.

Eine gewisse Unbestimmtheit bleibt insofern bestehen, als der Abstand nicht genau definiert ist, der das korrigierende Brillenglas von dem Auge trennen soll. Man hat zwar die Forderung ausgesprochen, ihn so zu wählen, daß die Größe des Netzhautbildes ferner Objekte im korrigierten Ametropenauge der im Emmetropenauge gleichkäme, aber das ist kein sehr empfindliches Kriterium, denn bei gewöhnlichen Brillengläsern mittlerer Brechkraft ändert das Netzhautbild bei einer Abstandsänderung seine Größe nur langsam, und kleine Änderungen sind offenbar ohne sonderliche Bedeutung. Man hat daher zweckmäßigerweise eine andere Bedingung gestellt und verlangt, die Brille sei dem Auge soweit zu nähern, daß eben die Verunreinigung der Innenfläche durch die Wimperenden vermieden würde.

die Abbildung zu untersuchen und ferner die Neigungsänderung zu studieren, die diese Hauptstrahlen beim Übergang von dem Objekt- in den Bildraum erfahren. Es leuchtet unmittelbar ein, daß hier der in den „Richtlinien“¹⁾ geschilderte Fall vorliegt, daß der Strahlengang des Instruments erst durch den Augendrehpunkt bestimmt wird: er tritt in dieser Hinsicht an die Stelle einer bestimmten, bei den eigentlichen Instrumenten physisch vorhandenen Blende.

Man erkennt, daß es sich hier handelt um die Bedingungen, unter denen die Unterstützung des ametropischen Auges durch das Brillenglas erfolgt, und zwar kommt im einzelnen in Betracht sowohl die Deutlichkeit der Wahrnehmung als auch die Richtung des Wahrgenommenen.

Es versteht sich fast von selbst, daß man bei den achsensymmetrischen Brillengläsern den Blendenort Z' auf der Achse annehmen wird. Man spricht dann von einer zentrischen Benutzung der Brillengläser, und man hat den in der allseitigen Symmetrie liegenden Vorteil, daß man sich für die vollständige Behandlung des vorliegenden Problems beschränken kann auf die Vorgänge in einer Meridianebene, die durch eine Rotation um die Achse in jede beliebige Lage im Raum gebracht werden kann.

Die Richtungsänderung der Hauptstrahlen. Wendet man sich zunächst zu der Richtungsänderung der Hauptstrahlen, so ist es zweckmäßig, von dem im Bildraum des Brillenglases liegenden Blendenorte Z' auszugehen und das ganze von ihm ausgesandte Strahlenbüschel entgegen der Lichtrichtung durch das Brillenglas hindurch zu verfolgen. Diese im Objektraum erhaltenen Richtungen sind eindeutig von den bildseitigen abhängig und umgekehrt. Da man bei einem jeden optischen System, ohne einen Fehler zu begehen, die Richtung der Lichtbewegung umkehren kann, so erhält man auf diese Weise das objektseitige Strahlenbüschel, das durch das Brillenglas derart gebrochen wird, daß die bildseitigen Strahlen alle durch Z' gehen. Zu gleicher Zeit erhält man einen Aufschluß darüber, wie der Augendrehpunkt einem außenstehenden (also im Objektraum des Brillenglases befindlichen) Beobachter erscheint. Denn das eine ist klar, daß dieser Beobachter durch das Brillenglas hindurch nicht den Augendrehpunkt Z' selbst erblickt, sondern sein von dem Brillenglas in dem Objektraum entworfenes Bild oder, wie man sagt, den scheinbaren Drehpunkt Z . Die Lösung dieser Aufgabe bietet keine Schwierigkeiten, sei es, daß man sie in erster Annäherung mit den Gaußschen Formeln für den paraxialen Raum, sei es, daß man sie mit Hilfe trigonometrischer Durchrechnung für Hauptstrahlen endlicher Neigung w' behandelt. In jedem Falle muß eine Linse positiver Brennweite sammelnd wirken, d. h. den scheinbaren Drehpunkt Z weiter zurückverlegen, und eine Linse negativer Brennweite zerstreuend wirken, d. h. den scheinbaren Drehpunkt Z dem Glase annähern, wenn es sich, wie zunächst festgehalten sei, um ein-

fache dünne Linsen handelt. Hand in Hand damit geht eine Winkeländerung vor sich von den bildseitigen Hauptstrahlneigungen w' zu den objektseitigen w in der Art, daß im ersten Falle der Betrag $w' - w$ einen positiven, im zweiten Falle $w' - w$ einen negativen Wert hat. In andere Worte gefaßt heißt das, die Verwendung eines sammelnden Brillenglases führt — verglichen mit dem Betrage der Augendrehung im Bildraum — auf ein *kleineres*, die eines zerstreuenden Brillenglases auf ein *größeres* objektseitiges Blickfeld.

Es wird sich später zeigen lassen, daß diese einfache Wirkung von Brillengläsern auf die einfachen dünnen Linsen beschränkt ist, während sie bei komplizierter gebauten Formen — etwa Fernrohrbrillen — völlig abweichend sein kann.

Man hat die zu einem bestimmten Drehungswinkel w' gehörige Differenz $w' - w$ auch als *prismatische Ablenkung* des Brillenglases bezeichnet und sie für die geringe Güte der Abbildung verantwortlich gemacht. Ein solches Vorgehen ist

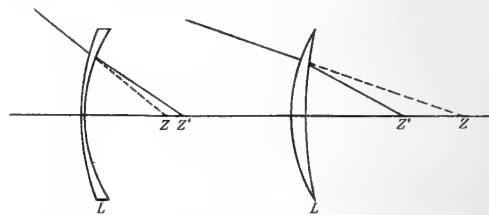


Fig. 5. Die Verlagerung des Zentrums der Blickrichtungen bei zerstreuenden sammelnden Brillengläsern.

nicht zu billigen, denn Richtungsänderung und Deutlichkeit der Abbildung sind ganz und gar verschiedene Dinge. Es ist auch bei verhältnismäßig einfachen Systemen ebenso wohl der Fall möglich, daß ohne merkliche Richtungsänderung der Hauptstrahlen eine recht schlechte Abbildung zustande kommt (z. B. bei einer nahe am Scheitel abgeblendeten gleichseitigen Bikonvexlinse), wie der andere, daß die Richtungsänderung im Gegenteil ziemlich groß ist bei einer anerkennenswerten Güte der Abbildung in schiefen Büscheln (z. B. bei dem Ramsdenschen Okular eines astronomischen Fernrohrs). Und auch bei dünnen Brillengläsern besteht ein solcher Zusammenhang in Wirklichkeit nicht, sondern man hat dabei in unzulässiger Weise die ungünstige Abbildung in schlecht geplanten Brillengläsern auf die gleichzeitig beobachtete prismatische Ablenkung zurückgeführt.

Die Änderung der Tiefenwerte. Verwirft man also diesen fälschlich postulierten Zusammenhang zwischen Ablenkung und Güte der Abbildung und läßt zunächst die letzterwähnte Eigenschaft auf sich beruhen, so kann man fragen, was bedeutet denn für den Brillenträger diese Änderung der Strahlenrichtung? Hat sie Vorteile oder Nachteile im Gefolge, oder ist sie gleichgültig?

Man kann zunächst darauf hinweisen, daß der Brillenträger die prismatische Ablenkung unmittelbar gar nicht wahrzunehmen vermag. Was seinem

¹⁾ S. 446.

Auge in Hinsicht der Richtung zugemutet wird, sind einfach Drehungen im Bildraum des Brillenglases, und er hat, wenn man die Möglichkeit ausschließt, durch den genügend dünnen Rand des Brillenglases die Pupille seines Auges zu halbieren, durchaus kein direktes Mittel, die Hauptstrahlneigungen im Objekt- und im Bildraum miteinander zu vergleichen. Abgesehen aber von der direkten Vergleichung gibt es bestimmte Folgen der Richtungsänderung, die hier etwas eingehender behandelt werden müssen.

Nach dem Vorhergehenden ergab sich das perspektivische Büschel eines umherblickenden Emmetropen als das ganze vom Augendrehpunkt aus innerhalb eines gewissen großen Kegelwinkels gezogene Strahlenbüschel. Stellt man sich einen brillentragenden Ametropen vor, dessen scheinbarer Drehpunkt mit dem Drehpunkt des Emmetropen zusammenfällt, so sind offenbar innerhalb des gemeinsamen, von der Größe des Brillenglases abhängigen Gebiets die perspektivischen Strahlenbüschel, d. h. die Mannigfaltigkeit der Winkel w , identisch, soweit sie sich auf den Objektraum beziehen. Der Unterschied ist allein der, daß dieses perspektivische Strahlenbüschel mit den Winkeln w dem Ametropen nicht unter diesen, sondern unter andern, gesetzmäßig geänderten Winkeln w' vorgeführt wird. Stellt man sich im Objektraum durch die Einführung einer Schirmebene eine ebene Perspektive her, so bedeutet es, daß diese Perspektive dem durch das Brillenglas unterstützten Auge unter andern Blickwinkeln vermittelt wird, als die sind, unter denen sie entstanden ist. Derartige Winkeländerungen treten auf — und so wurden sie auch zuerst beobachtet —, wenn Gemälde (etwa Architekturbilder oder Innendarstellungen) aus einer unrichtigen Entfernung betrachtet werden, und es sind namentlich von *Johann Heinrich Lambert* um die Mitte des 18. Jahrhunderts die Folgen ausgezeichnet untersucht worden, die eine solche Abweichung auf den Eindruck von dem Dargestellten nach sich zieht. Es handelt sich in diesem Falle stets um Perspektiven eines gut bekannten, räumlichen Objekts von regelmäßiger Gestalt (z. B. um Architekturbilder) und um seine fast unbewußt und unwillkürlich entstehende Rekonstruktion auf Grund richtiger oder unrichtiger Blickwinkel. Es läßt sich verhältnismäßig leicht nachweisen, daß bei zu großen Blickwinkeln, also zu kleinem Betrachtungsabstande, eine *Abflachung* und bei zu kleinen Blickwinkeln, also zu großem Betrachtungsabstande, eine *Überhebung der Tiefenwerte* eintritt. Im einzelnen wird die scheinbare Tiefe proportional dem Betrachtungsabstande; sie ist übertrieben bei zu großem, zu gering bei zu kleinem Abstände vom Bilde. Wendet man diese bekannten Lehren auf den Fall des Brillenträgers — einfache Brillengläser vorausgesetzt — an, so ergibt sich eine Abflachung von Raumobjekten bei dem Hyperopen, eine Vertiefung bei dem Myopen.

Das objekt- und das bildseitige (wahre und scheinbare) Blickfeld. Man beachte, daß bei Hyperopen die objektseitigen Hauptstrahlneigungen kleiner, bei Myopen größer sind als die wirklich

ausgeführten Augendrehungen und stelle sich Brillengläser von einer und derselben ganz bestimmten Größe vor, so daß beispielsweise der Winkel in der Horizontalebene, den die Brillenfassung von dem Augendrehpunkt aus darbietet, stets von einer konstanten Größe von etwa 70° ausfalle. In einem solchen Falle sieht der Hyperop mit seiner Augendrehung von 70° die Bilder von Gegenständen, die im Objektraum unter einem kleineren Blickwinkel erscheinen; er sieht die Außenwelt also unter größeren Blickwinkeln, nimmt also vergrößerte Gegenstände, aber in einem objektseitigen Blickfelde von geringerer Ausdehnung wahr, als seiner Augendrehung entspricht. Im Gegensatz dazu übersieht der Myop mit seiner Augendrehung von ebenfalls 70° Gegenstände, die im Objektraum unter einem größeren Winkel erschienen; er sieht die Außenwelt also unter verkleinerten Blickwinkeln, erhält also verkleinerte Gegenstände, aber in einer vergrößerten Ausdehnung des objektseitigen Blickfeldes verglichen mit dem Betrage seiner Augendrehung. Weitere Bemerkungen, die sich auf diese Verhältnisse des objektseitigen Blickfeldes zum augenseitigen beziehen, sollen später noch gemacht werden, wenn die Fernrohrbrillen behandelt werden.

(Fortsetzung folgt.)

Die Physik auf der Jahresversammlung der British Association in Birmingham.

Von Dr. G. A. Shakespear, Birmingham.

Die in Birmingham abgehaltene Versammlung war eine der erfolgreichsten in der Geschichte der Association, im besonderen war die Arbeit der physikalischen und mathematischen Sektion von ungewöhnlicher Bedeutung. Im Mittelpunkt des Interesses standen die verschiedenen Anschauungen vom Wesen der Strahlung, das Interesse an der Diskussion wurde besonders belebt durch die Anwesenheit von Führern auf dem Gebiete der theoretischen und der experimentellen Physik, wie Lord Rayleigh, H. A. Lorentz, Sir J. J. Thomson, Madame Curie, S. Arrhenius, Sir J. Larmor, E. Rutherford, J. H. Jeans, Sir Oliver Lodge, E. Pringsheim, G. Barkla und Dr. Bohr.

Professor Barkla gab einen Überblick über die bisherigen *Ergebnisse der Röntgenstrahlenforschung* und kam zu dem Schlusse, daß die Röntgenstrahlung jetzt definitiv als eine Form der elektromagnetischen Strahlung angesehen werden müsse, der Art nach identisch mit der Lichtstrahlung; verschieden von ihr nur in der Wellenlänge, die für die Röntgenstrahlen etwa $\frac{1}{10000}$ von der Länge der Lichtwellen beträgt. Barklas Ansichten wurden von Sir J. J. Thomson unterstützt.

Eine Diskussion über *Strahlung* im allgemeinen wurde von J. H. Jeans eröffnet. Er führte aus, daß jede Strahlungstheorie notwendigerweise die Gesetze enthalten müsse, die die Molekularprozesse in der Natur beherrschen. Bisher nahm man an, daß

diese Gesetze sich in Differentialgleichungen ausdrücken ließen, die die Kontinuität und die unendliche Teilbarkeit der Zeit und des Raumes implicite enthalten. Jetzt aber scheint es, daß diese Vorstellungen einer Revision unterzogen werden müssen.

Um die im Spektrum beobachtete Verteilung der Energie zu erklären, genügt nach *Poincaré* die Einführung eines endlichen Sprunges beim Energieaustausch zwischen Materie und Äther, und zwar eines Sprunges von der Quantengröße $\epsilon = h \cdot \nu$, wo ν die Schwingungszahl und h die Plancksche Wirkungskonstante bedeutet. In der Tat: der gegenwärtige Stand unseres Wissens zwingt fast zu der Annahme eines Etwas, das die Natur des Diskontinuierlichen hat. *Jeans* führte aus, daß die Tatsachen der photoelektrischen Wirkung Zeugnis ablegen für die Wahrheit der Quantenhypothese. Hier wird der Wert von ϵ durch ν bestimmt, obgleich in manchen Fällen ν durch den Betrag des verfügbaren ϵ bestimmt sein kann. So kann die Wellenlänge der Röntgenstrahlung vielleicht durch die Energie des Impulses bestimmt sein; eine Vergeudung der Energie kann in einem geringeren Werte von ν resultieren, und dabei Fluoreszenz auftreten. — Er wies darauf hin, daß durch Anwendung der Quantenhypothese *Bohr* zu einer sehr bemerkenswerten Erklärung der Gesetze der Spektralserien gelangt ist.

Andrerseits scheinen die wohlbegründeten Gesetze der Wellentheorie des Lichtes mit der Quantentheorie unvereinbar zu sein, vielleicht ist es sogar notwendig, *Maxwells* Identifizierung von Licht- und elektromagnetischen Wellen aufzugeben. Er schloß mit der bestechenden Vermutung, das h vielleicht nichts anderes sei als eine Neuerscheinung der alten Einheit $4\pi e$. Vielleicht ist die Atomistik der Energie nur die Atomistik der Elektrizität in einem neuen Gewande. Wir können uns vorstellen, daß die Gleichungen des Äthers h ebenso gut enthalten, wie die *Maxwellschen* Terme, und diese Gleichungen die Basis der neuen Dynamik bilden werden. Wenn bei der Aufstellung der Gleichung für die Wellenausbreitung der neue Term herausfallen sollte, dann wird die alte Gleichung in der neuen Dynamik richtig sein, wie sie es in der alten war, und es wird keinen Zwiespalt zwischen der Quantentheorie und der Wellentheorie geben. Aber die neuen Terme werden auftreten, wenn die Gleichungen auf Probleme der Wechselwirkung zwischen Materie und Äther angewendet werden, sodaß h vielleicht eine Rolle in allen diesen Erscheinungen spielt.

In der darauffolgenden Diskussion, an der sich *H. A. Lorentz*, *Sir Joseph Larmor*, *Sir J. J. Thomson* und andere beteiligten, trat unverkennbar der Wunsch zutage, der Notwendigkeit aus dem Wege zu gehen, die Diskontinuität zuzugeben, obwohl anerkannt wurde, daß eine Modifikation gegenwärtiger Anschauungen erforderlich ist. Professor *A. E. Love* bemerkte, daß andere Formeln als die Planckschen die Tatsachen gleich gut wiedergeben. *Sir J. J. Thomson* meinte, daß es notwendig sein könnte, die Theorie der gleichmäßigen Teilung der Energie aufzugeben.

Über die *Struktur des Atoms* sprachen von sehr verschiedenen Standpunkten aus *Sir J. J. Thomson* und Professor *Rutherford*. Das von *Thomson* vorgeschlagene Modell war ein hypothetisches, das mit *Plancks* Gesetz übereinstimmen würde. Professor *Rutherfords* Vorstellung von der Struktur des Atoms andererseits basierte auf Versuchen über die Zerstreuung von überaus schnellen α -Teilchen beim Durchdringen von Materie. Er stellt sich vor, daß das Atom seine ganze Masse der positiven Ladung verdankt, die in einer Kugel mit einem Durchmesser von der Ordnung 10^{-12} cm konzentriert ist; diese Kugel umgeben von Ringen negativer Elektronen, die Ladung des positiven Kernes ungefähr dem Atomgewicht proportional. Er vermutet, daß zwischen den anprallenden Teilchen und der Ladung des Kernes das Gesetz vom umgekehrten Quadrat der Entfernung gültig bleibt bis zu Abständen von ungefähr 10^{-12} cm. Er zeigte, daß auf Grund dieser Theorie eine enge Verwandtschaft zwischen den Spektren des Heliums und des Wasserstoffs vorhanden sein würde.

Professor *Lorentz* zeigte in einem sehr anregenden Vortrage eine enge Verbindung zwischen Entropie und Wahrscheinlichkeit, und zwar die Entropie als Logarithmus der Wahrscheinlichkeit.

Einen der Höhepunkte der Versammlung bildete ein Vortrag von Professor *Bragg* über sein *Röntgenstrahlenspektrometer* und über die damit erzielten Resultate bei der *Untersuchung von Kristallstrukturen*: *Bragg* nimmt zunächst einen Steinsalzkristall, um eine bestimmte Anordnung von Molekülen in äquidistanten Ebenen zu haben. Von diesen Ebenen nimmt er an, daß sie reich an Molekülen und fähig sind, Röntgenstrahlen in der von *Laue* entdeckten Weise zu reflektieren. Der Abstand d zwischen aufeinander folgenden Ebenen wird aus dem bekannten Molekulargewicht und der Dichte des Steinsalzes geschätzt. Wenn ein dünnes Strahlenbüschel von der sehr kurzen Wellenlänge λ unter dem Einfallswinkel Θ schief auf einen solchen Kristall fällt, so werden diese Wellen stark reflektiert, wenn $2d \cdot \sin \Theta = \lambda$ ist. Das Fernrohr des gewöhnlichen Spektrometers ist durch eine besonders konstruierte Ionisierungskammer ersetzt, in die der reflektierte Strahl durch einen schmalen Spalt eintritt, wenn die Kammer unter dem entsprechenden Winkel relativ zu dem Strahl orientiert ist. Auf diese Weise findet man, wenn d bekannt ist und Θ beobachtet wird, die Wellenlänge λ . Sie ist von der Ordnung 10^{-8} cm; aber ihr wahrer Wert hängt von der Natur der Antikathode ab, an der die Röntgenstrahlen entstehen. Nach *Bragg* geben Palladium und Rhodium als Antikathoden sehr homogene Strahlung (monochromatischem Licht entsprechend), d. h. Wellen von nahezu einer einzigen bestimmten Wellenlänge. Mit einer solchen Strahlungsquelle von bekannter (mit seinem Steinsalzkristall ermittelter) Wellenlänge operiert *Bragg* nun an einem Kristall irgend eines anderen Stoffes (z. B. am Diamanten) und ermittelt in ihm die Abstände zwischen den Ebenen, die reich an Molekülen sind. Wenn man z. B. im Diamanten irgend eine Schar von Parallelebenen benutzt, ermittelt man zunächst

den Abstand zwischen *diesen* Ebenen mit dem Spektrometer. Hierauf dreht man den Kristall in eine andere Lage relativ zu dem einfallenden Röntgenstrahlenbündel, und wenn nun eine *andere* Schar von Ebenen, die genügend reich an Molekülen ist, sich in einer Stellung befindet, in der sie als Reflektoren wirken können, kann man ein anderes Spektrum (oder eine Serie von Spektren) beobachten und den Abstand auch zwischen *diesen* reflektierenden Ebenen finden. Untersucht man verschiedene Ordnungen solcher Spektren, so kann man aus den Ergebnissen die wirkliche Anordnung der Moleküle in dem Kristall ableiten.

Diese Arbeit erregte das größte Interesse, da sie ein neues Forschungsgebiet eröffnet, aus dem eine große Bereicherung unserer Kenntnisse von der Kristallstruktur zu erwarten ist. Sie wurde von *Arrhenius* als die schönste Arbeit neuerer Zeit über diesen Gegenstand bezeichnet.

Sir J. J. Thomson sprach über seine *Untersuchungen des Gases X₃* und über die *Erzeugung von Helium in Vakuumröhren*. Er entdeckte das Gas X₃ auf dem Wege der Kanalstrahlenanalyse. Das Gas ist aus einer großen Menge von Stoffen beim Bombardement durch Kathodenstrahlen leicht zu erzeugen. Er findet, daß die Salze in zwei Gruppen geteilt werden können: a) in diejenigen, die nach dem Auflösen und Eindampfen zur Trockne sehr wenig X₃ abgeben und b) in diejenigen, die auch nach mehrmaligem Auflösen und Eindampfen noch große Quantitäten des Gases abgeben. Die Salze der zweiten Gruppe sind durch die Gegenwart von Wasserstoff im Molekül charakterisiert; während z. B. Jodkalium nach dem Auflösen und Eindampfen praktisch kein X₃ beim Bombardement abgab, gab dagegen Kaliumoxydhydrat nach ähnlicher Behandlung das Gas während zweier Monate kontinuierlich ab. Aus einer Betrachtung der experimentellen Tatsachen schließt *J. J. Thomson*, daß X₃ wirklich Wasserstoff in der Form H₃ ist. Diese Auffassung wurde, obgleich sie von den meisten Chemikern verworfen wird, von *Arrhenius* als nicht unmöglich angesehen.

Sir J. J. Thomson ging dann dazu über, die Art und Weise zu beschreiben, in der Helium in Neonröhren auftritt. Er schreibt seine Erzeugung nicht dem Gase zu, sondern dem Bombardement der festen Stoffe durch Kathodenstrahlen. Es wird von einer Kalium-Natrium-Legierung abgegeben, wenn man sie in einer Quarzröhre der Wirkung des Sonnenlichtes oder des ultravioletten Lichtes aussetzt. Er vermutet, daß Helium vielleicht ein sehr aktives Gas ist, das sich sehr leicht mit anderen Stoffen verbindet, eine Ansicht, der *Arrhenius* beizustimmen schien, da er dazu bemerkte, daß gewisse Erscheinungen an neuen Sternen in dieselbe Richtung weisen.

Mr. F. W. Aston, der mit *Sir J. J. Thomson* zusammen gearbeitet hat, hat atmosphärisches Neon untersucht. *J. J. Thomsons* Kanalstrahlenanalyse hatte angedeutet, daß dieses Neon kein einfaches Gas ist, und durch wiederholte Fraktionierung mit Hilfe von Diffusion durch poröse Platten konnte

Aston zeigen, daß das fragliche Gas wahrscheinlich aus zwei Teilen besteht, einem vom Atomgewicht 19,9 (Neon) und einem vom Atomgewicht (ungefähr) 22,1, für das er den Namen Meta-Neon vorschlägt.

Professor *Poynting* berichtete über Versuche betreffend die *Volumenänderung von Stahl und Gummi*, wenn sie tordiert werden. Während Stahl eine meßbare Volumenänderung zeigt, konnte kein solcher Effekt an Gummi entdeckt werden. — *H. B. Keene* beschrieb Versuche über die *Durchlässigkeit von Röntgenstrahlen durch Metalle* und hierbei beobachtete bemerkenswerte Unterschiede zwischen ausgeglühten und gewalzten Blechen. — *R. W. Wood* beschrieb einige glänzende Experimente an Resonanzspektren mit sehr hoher Dispersion.

Von anderen Vorträgen von Interesse darf der von *Dr. Eccles* genannt werden, der das *Verhalten von Kristallkontakten*, die *bei der drahtlosen Telegraphie* angewendet werden, zum großen Teile aus thermischen Effekten in den Kristallen erklären konnte. — *Mr. Anderson* beschrieb ein einfaches Verfahren, *Platindrähte in Jenaer Glas* einzuschmelzen. Dieselbe Methode läßt sich anwenden, um Kupferdrähte und -röhren in gewöhnliches Glas einzuschmelzen, sie ist sehr einfach und scheint gleich aussichtsreich für wissenschaftliche wie für technische Zwecke zu sein. Das Glas, in das der Draht eingeschmolzen worden ist, wird einige Sekunden in Öl oder Fett getaucht, bis es abgekühlt ist. Einige Stücke wurden herumgezeigt und von anderen wurde berichtet, daß sie seit Monaten mit sehr befriedigenden Ergebnissen in Gebrauch seien. — *J. J. Forrest* zeigte, daß der elektrische Lichtbogen unter geeigneten Bedingungen als *Lichtnormale* benutzt werden kann, und *Dr. Fournier d'Albe* diskutierte die Möglichkeit, das *Energiequantum* mit Hilfe von Selen zu entdecken. Er glaubt, daß seine Entdeckung auf diesem Wege in den Grenzen des experimentell Möglichen liegt. — Zum Schlusse zeigte Professor *J. J. Shaw* einen verbesserten *Seismographen* sehr einfacher Konstruktion, in dem die Oscillationen sehr schnell elektromagnetisch gedämpft werden.

Die Chemie auf der Jahresversammlung der British Association in Birmingham.

Von *Dr. Hamilton McCombie*, Birmingham.

In der Eröffnungsansprache an die Sektion legte Herr Professor *W. P. Wynne* die jetzt herrschenden Ansichten über den Mechanismus der chemischen Wirkung dar. Er wies darauf hin, daß gewisse Vorstellungen eingebürgert seien, die man nicht beweisen könne, wie das unteilbare Atom, das nicht zersetzbare Element, die Unzerstörbarkeit der Materie, und daß demnach die bemerkenswerten Entdeckungen beim Radium, die zuerst so großes Aufsehen gemacht haben, entweder mit den angenommenen Anschauungen sich in Übereinstimmung befinden müssen, oder daß diese abzuändern seien.

Die Lehre von der *Valenz* hat durch ausgedehnte Untersuchungen mannigfaltige Veränderungen erfahren; man betrachtete die Valenz gewöhnlich als konstant und in bestimmten Richtungen wirkend; aber die weitere Untersuchung hat gezeigt, daß dasselbe Atom in verschiedenen Verbindungen verschiedene Valenzen zeigen kann. Um dies zu erklären, ist die Theorie aufgestellt worden, daß die Valenz eine anziehende Kraft ist, die vom Mittelpunkt des Atoms wirkt, und daß ein Atom Haupt- und Neben- oder Restvalenzen besitzen kann. Auf dieser Grundlage untersuchte der Präsident dann zahlreiche Beispiele der Substitution bei organischen Verbindungen und zeigte, daß es möglich sei, diese Erscheinung mit Hilfe der Restaffinitäten zu erklären.

Diskussion über optische Aktivität.

Die Besprechung hierüber wurde durch eine Mitteilung von Dr. *Pickard* und Herrn *Kenyon* eröffnet. Diese haben optisch aktive Formen von über hundert Verbindungen synthetisch dargestellt, die den folgenden Reihen angehören: 1. Methyl-Alkylcarbinole $\text{Me} \cdot \text{CH} \cdot \text{OH} \cdot \text{R}$, 2. Ester des Methyl-Äthylcarbinols und normaler Fettsäuren $\text{Me} \cdot \text{Aet} \cdot \text{CH} \cdot \text{OCOR}$, 3. Ester von Methyl-n-Butylcarbinol, 4. Ester von Methyl-n-Amylcarbinol, 5. Ester von Methyl-n-Hexylcarbinol, 6. Ester von Methyl-n-Nonylcarbinol, 7. Azetate von Methyl-n-Alkylcarbinolen, 8. n-Dodecate derselben Carbinole, 9. Äthyl-Alkylcarbinole, 10. Isopropylcarbinole. — Alle diese Verbindungen besitzen einfache und verwandte Konstitutionen; es hat sich bisher aber keine zahlenmäßige Beziehung zwischen ihren Drehungsvermögen auffinden lassen. Das optische Drehungsvermögen sowie die Dispersion der Verbindungen zeigen wohlausgeprägte Regelmäßigkeiten, die allen Reihen gemeinsam sind. Am ausgesprochensten tritt dies bei der besonderen stereochemischen Konfiguration der Glieder auf, bei denen die wachsende Kette 5 Kohlenstoffatome enthält.

Die *Rotationsdispersion* behandelte Herr Dr. *T. M. Lowry*, der die Aufmerksamkeit auf die Wichtigkeit von Messungen über ein größeres Gebiet von Wellenlängen richtete. Dies ist besonders notwendig bei solchen Substanzen, wie die Abkömmlinge der Weinsäure, bei denen bekanntlich anormale Dispersion auftritt. Die Prüfung der optischen und magnetischen Rotationsdispersion von etwa 50 organischen Flüssigkeiten hat gezeigt, daß die Kurve der Rotationsdispersion eine außerordentlich einfache Form besitzt.

Professor *Tschugaeff* erörterte die Frage der *anormalen Rotationsdispersion*; von dieser gibt es drei verschiedene Arten. Die fragliche Anomalie kann bedingt sein: a) durch die Superposition von zwei (oder mehreren) verschiedenen Arten von normal dispergierenden Molekeln, die sich sowohl in der Fähigkeit zur Rotationsdispersion wie auch im Sinne der Drehung unterscheiden; dieser Typus der anomalen Dispersion wurde zuerst von *Biot* aufgefunden; ein Beispiel dafür ist ein Gemisch von

l-Menthon und Iso-Menthon; b) durch die Existenz von Absorptionsbanden im Spektrum der aktiven Substanz; c) durch die intramolekulare Superposition von Teildrehungen, die mehreren Aktivitätszentren ein- und derselben Molekel entsprechen.

Die *Änderung der Drehung aktiver Verbindungen durch die Temperatur*, die Farbe des Lichtes und die Auflösung in Flüssigkeiten wurde besprochen von Herrn Dr. *T. S. Patterson*. Es ist gefunden worden, daß die Drehung gewisser aktiver Verbindungen bei einer bestimmten Temperatur einen Maximalwert erreicht. Ferner zeigen sich häufig auf den Temperatur-Drehungskurven Inflektionspunkte, bisweilen auch bei solchen, die ein Maximum besitzen. Demnach scheint es möglich zu sein, daß die Änderung der Drehung mit der Temperatur eine periodische Erscheinung ist. Der Einfluß eines Lösungsmittels scheint darin zu bestehen, daß die Temperatur-Drehungskurve als Ganzes nach einer niedrigeren oder höheren Temperatur verschoben wird, mit einem entsprechenden Unterschied in der Amplitude. Die maximale Drehung tritt für Licht verschiedener Brechbarkeit bei etwas verschiedenen Temperaturen ein, und hierin liegt ein Grund für das Auftreten anomaler Rotationsdispersionen. Die Kenntnis der Änderung der Temperatur des Drehungsmaximums scheint alle verschiedenen Erscheinungen der optischen Aktivität in ein allgemeines Schema bringen zu können.

Metallurgische Mitteilungen.

Der Einfluß von Staub auf die *Entflammbarkeit von Kohlendgas* in der Luft von Minen ist von Herrn Professor *W. M. Thornton* untersucht worden. Er zeigte, daß das Gas in einer gemeinsamen Flamme mit dem Staub verbrennt, und daß sich demnach seine Verbrennungswärme der des Staubes addiert. Die Staubteilchen sind jedoch weiter voneinander entfernt als die Gasteilchen, und die Wirkung der Verbrennung des Staubes würde darin bestehen, daß ein jedes Teilchen ein Wärmezentrum liefert, welches das Gas verbrennt, während das glühende Gas eine Brücke zwischen den Staubteilchen bildet. Die so übergeführte Wärme war ausreichend, um eine völlige Explosion mit einer Gasmenge zu erzielen, die an und für sich nicht zur Explosion gebracht werden konnte.

Die *amorphe Phase in Metallen* unterzog Herr Dr. *Rosenhain* einer Betrachtung. Die Annahme, daß Metall in amorphem Zustand eine wichtige Rolle sowohl bei den durch Polieren erzeugten Oberflächenschichten, wie auch im Innern der durch Beanspruchung gehärteten Metalle spiele, kann nach der Ansicht des Verfassers als sicher nachgewiesen gelten. Die Theorie des amorphen Zustandes setzt sich aus drei verschiedenen Teilen zusammen. Der erste unterstellt, daß mechanische Beanspruchung eines kristallisierten Metallstückes an der Oberfläche örtlich die Kristallstruktur des Materiales zerstört und auf der polierten Oberfläche dann eine dünne Schicht von amorphem Metall hervorbringt. Der zweite, daß in analoger Weise die *innere* Reibung, die eintritt, wenn kristallisiertes Metall be-

anspricht wird, gleichfalls lokale Veränderungen veranlaßt, durch die dünne Schichten von amorphem Metall gebildet werden, das man als weniger dicht, aber härter als die kristallisierte Form betrachtet. Der dritte, daß dort, wo die zusammensetzenden Schichten des Metalles einander treffen, dünne Schichten von Flüssigkeit zurückbleiben, unter Bedingungen, die ihre Kristallisation unmöglich machen.

Zu den Tatsachen, die den ersten Teil dieser Annahme stützen, führte der Verfasser aus, wie durch Ätzen einer polierten Fläche Dr. *Beilby* gezeigt hat, daß der Vorgang des Polierens nicht in einem ganz allmählichen Wegschleifen aller kleinen Oberflächenunregelmäßigkeiten bestehe. Seine eigenen Beobachtungen hatten ihn zu der Ansicht geführt, daß der Vorgang des Polierens zwar im wesentlichen mechanischer Natur wäre, daß aber beim Polieren auch Vorgänge von mehr oder weniger chemischer Art eintreten. Glas, das mit Rot poliert worden war, verhielt sich anders als Glas, dessen Politur mit Tonerde oder Magnesia hergestellt war. Es ist bemerkenswert, daß alle vielbenutzten Polierpulver Oxyde sind, und die eigenen Versuche des Vortragenden, fein verteilte Salze anzuwenden, keinen zufriedenstellenden Erfolg hatten.

Professor *T. Turner* besprach die *Verflüchtigung von Metallen im Vakuum*, ein Gebiet, das während der letzten Jahre häufig die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, und das in Zukunft möglicherweise in erheblichem Umfange praktische Anwendung finden wird. Die Beobachtungen haben den Verfasser zu dem Schluß geführt, daß Destillation im Vakuum besonders geeignet ist für flüchtige und leicht oxydierbare Metalle, wie Natrium, Kalium, Cadmium und Zinn. Blei und Wismut konnten auch mit gleichen Mitteln behandelt werden. Nach diesen Verfahren ließ sich eine quantitative Trennung leicht ermöglichen bei Zink und Kupfer, Zink und Eisen sowie Zinn und Blei. In anderen Fällen, wie bei Kupfer-Nickel, Kupfer-Zinn und Kupfer-Eisen verflüchtigt sich keins der Metalle in merklichem Umfang.

Die *Strukturänderungen*, die in gewissen Legierungen durch Anlassen hervorgerufen werden, beschrieb Herr *O. F. Hudson*, der gefunden hat, daß eine große Anzahl praktisch verwendeter Legierungen, insbesondere diejenigen, die gewalzt, gezogen oder sonst bearbeitet worden sind, nur aus einer Kristallart bestehen. Wenn Legierungen dieser Art angelassen werden, so sind folgende Strukturänderungen zu beobachten: 1. Die körnige Struktur, die im allgemeinen für gegossene Legierungen charakteristisch ist, verschwindet allmählich, und die Kristalle nehmen durchweg ganz gleichförmige Zusammensetzung an. Strukturell unterscheidet sich jetzt die Legierung nicht von einem reinen Metall, und andere Strukturänderungen, die durch Anlassen bedingt werden, sind in beiden Fällen ähnlich. 2. Wenn die Legierung vor dem Anlassen bearbeitet worden ist, so findet sich ein ausgesprochenes Wachstum der Kristalle, wenn das Anlassen oberhalb einer bestimmten Temperatur

stattfindet, die je nach der Legierung verschieden ist. In den meisten Fällen sind auch zahlreiche Zwillingsskristalle zu beobachten. In der Tat ist die Legierung umkristallisiert.

Die Herren *F. Lamplough* und *J. Scott* haben einige Erscheinungen bei der Bildung der *Eutektika* beobachtet, insbesondere diejenigen, welche sich auf den „Hof“ beziehen, der in vielen Fällen die primären Kristalle einer Legierung umgibt und sie von dem Eutektikum um die Kristalle herum trennt. Durch Abschrecken von Legierungen nach teilweiser Verfestigung des Eutektikums werde sehr deutlich gezeigt, daß dieser „Hof“ in dem Augenblick entstand, wenn die wachsenden eutektischen Körner die primären Kristalle erreichten, indem ein Bestandteil des Eutektikums mit ihnen verschmolz, und der andere Bestandteil dann den Hof bildete.

Eine Frage, der man bei metallurgischen Untersuchungen viel Aufmerksamkeit widmet, ist die Auflösung von Gasen in Metallen. Herr Dr. *A. Holt* gab einen Bericht von einigen seiner Untersuchungen über diese Frage. Beim Palladium hatte er gefunden, daß die Geschwindigkeit der Löslichkeit von Wasserstoff sowohl mit der Form des Metalles wie auch mit den Bedingungen veränderlich ist. Das fein verteilte Palladium (Palladiumschwarz) absorbierte Gas immer schnell und in großer Menge, während das Metall in Form von Blech oder Folie bisweilen eine sehr große und bisweilen eine sehr geringe Absorptionsgeschwindigkeit zeigt, während die Fähigkeit zu einer schnellen Absorption mit der Zeit nachließ. Zur Erklärung nimmt der Verfasser an, daß das Metall im allgemeinen langsam den Wasserstoff absorbiert, und daß nur die amorphe Form eine schnelle Aufnahme des Gases ermöglicht. Die Abnahme der Geschwindigkeit bei Palladiumblech wird bedingt durch allmähliche Kristallisation der amorphen Form in Berührung mit dem kristallisierten Metall.

Die Verwertung der Heizstoffe.

Eine sehr interessante Besprechung über die geeignete Verwertung der Kohle und anderer Heizstoffe wurde von Professor *H. E. Armstrong* eröffnet mit der Bemerkung, daß es notwendig wäre, der Nation zum Bewußtsein zu bringen, daß sie eine hoffnungslose Verschwendung mit den Heizstoffen triebe, und daß sie andere Wege gehen müsse oder sonst ökonomisch in Verfall geriete. Die ganze Welt muß bei der Benutzung der Vorräte an Heizstoffen sparsamer zu Werke gehen. Wir müßten aus der Kohle nicht allein Wärme, sondern auch Gas, verschiedene flüssige Produkte, viel Ammoniak und eine erhebliche Menge Schwefel gewinnen. Wir müssen zu einem Verkokungsprozeß gelangen, der nicht nur im Hinblick auf die Beschaffenheit des gewonnenen Koks, sondern auch mit Rücksicht auf die entstehenden gasigen und flüssigen Produkte ausgeführt wird. Das hergestellte Gas sollte bis zur erforderlichen Grenze mit Wassergas verdünnt werden. Die Gasproduktion sollte in jeder großen Stadt mit der Herstellung von Koks vereinigt sein, und die Gewinnung von Am-

moniak würde gleichfalls erwünscht sein wegen ihres großen Wertes für die Landwirtschaft.

Dr. G. T. Beilby behandelte die Frage der niedrigen Carbonisationstemperatur; hierbei führte er aus, daß der wesentlichste Punkt vom Standpunkte des Chemikers aus die Erhaltung der gesättigten und verwandter Kohlenwasserstoffe wäre, die im allgemeinen der Herstellung von großen Mengen armen Gases geopfert würden. Er beschrieb die Ergebnisse einer experimentellen Untersuchung, an der er in Glasgow teilgenommen hat. Dabei hatte sich gezeigt, daß Kohlenwürfel, die bei 400° bis 450° strahlender Hitze ausgesetzt waren, ihre Gase in etwa einer Stunde abgaben; und die Destillation ließ sich am besten durchführen, wenn man die Wärme auf dünne Schichten der Kohle einwirken ließ. Die vorläufigen Untersuchungen führten zur Konstruktion des ersten praktischen Apparates, der aus einer von außen beheizten Kolonne in einem mit Gasfeuerung betriebenen Ofen bestand, die im Innern mit einer Reihe von schrägen Sohlen (Etagen) versehen war. Durch mechanische Vorrichtungen wurde die zerkleinerte Kohle oben in die Kolonne eingetragen und mechanisch wurden auch die Etagen geschüttelt, so daß die Kohle von oben nach unten über alle Böden durch die ganze Kolonne ging. Der Koks wurde mechanisch am Boden der Kolonne entfernt, und die flüchtigen Destillationsprodukte entwichen durch ein Auslaßrohr in geeignete Vorlagen und Kondensationsapparate. Der Apparat hat eine Kapazität von 15 Tonnen im Tag. Er zeigt jedoch augenblicklich noch zwei Schwächen; erstens würde er befriedigend nur mit einer nichtbackenden Kohle arbeiten, und zweitens neigt die Kohle, weil sie dauernd gewendet wird und von einer Sohle auf die andere fällt, zum Zerfallen in sehr kleine Stücke. Ein großer Teil des Koks aus dieser Anlage ist in Briquets für Hausfeuerung verwandelt worden, die leicht entzündbar waren und fast ohne Rauch verbrannten.

Herr Dr. H. G. Colmann verlas darauf eine Mitteilung über die *Fabrikation von Kohlengas*, in der er zeigte, daß das Gas jetzt dem Publikum billiger als jemals verkauft wird, trotzdem Arbeitslöhne, Steuern und Materialkosten zunehmen. Dies ist bedingt durch die ökonomischen Verhältnisse, die von solchen Faktoren herrühren wie Herstellung im großen Maßstabe, Gleichförmigkeit der Abgabe, Verwendung der Nebenprodukte, bessere technische Methoden und vervollkommnete kaufmännische Organisation. Bei einer modernen Gaserzeugungsanlage war es jetzt möglich, im regelmäßigen Betrieb etwa 25 % der Wärme der Kohlen im verbrauchsfähigen Gas, 50 % oder mehr im festen Heizmaterial oder Koks und 5 % im Teer zu erhalten, während die übrigen 20 % bei der Fabrikation verbraucht werden. Die Preise für die Nebenprodukte aus dem Teer waren jetzt weit über seinem Wert als reines Heizmittel. Es ist bisher noch nicht möglich gewesen, mehr als etwa 20 % des in der Kohle vorhandenen Stickstoffs in Form von Ammoniak zu gewinnen. Die Anwendung von Kohlengas aus öffentlichen Gasanstalten für Gasmaschinen war in stetigem Zunehmen begriffen, und auch die Ver-

wendung von Preßgas für industrielle Zwecke war im Steigen.

Herr J. H. Yates sprach über die Benutzung von Gasfeuerungen; vor 10 Jahren lieferten die besten Gasfeuerungen nicht mehr als 30 bis 33 % der Verbrennungswärme des Gases in Form von strahlender Energie; diese Zahlen sind jetzt auf 50 % und in einigen Fällen sogar auf 55 % gestiegen.

In bezug auf die industrielle Verwendung von gasförmigen Heizstoffen bemerkte Professor W. A. Bone, daß offenbar die Kosten des gewöhnlichen städtischen Gases seine Anwendung bei umfangreichen industriellen Arbeiten verhindern, während es in kleineren Werken in ausgedehntem Maße Anwendung finden könnte.

Die radioaktiven Elemente.

Herr F. Soddy las eine Mitteilung über die Radioelemente und das periodische Gesetz. Das allgemeine Gesetz, welches den Durchgang der Elemente bei radioaktiven Umwandlungen durch die Tabelle des periodischen Systemes beherrscht, ist aufgefunden worden; als Ergebnis hiervon kann man die drei Zerfallsreihen von Uran, Thorium und Aktinium in die periodische Tabelle so eintragen, daß jedes Glied der Reihen bei den 27 Elementen, deren Chemie bekannt ist, auf den richtigen Platz kommt. Für die 6 Glieder, deren mittlere Lebensdauer zu kurz ist, als daß ihre chemische Natur daraus bestimmt werden könnte, sowie für die 5 inaktiven Endprodukte konnte der chemische Charakter ohne Unsicherheit vorausgesagt werden. Das allgemeine Gesetz ist, daß bei einer Umwandlung mit α -Strahlung, bei der ein Heliumatom mit 2 Atomladungen von positiver Elektrizität abgegeben wird, das Element seine Stellung im periodischen System in der Richtung abnehmender Masse um 2 Stellen ändert. Bei einer Umwandlung mit β -Strahlung, wo eine einzelne Atomladung von negativer Elektrizität vom Atom als β -Teilchen abgegeben wird, sowie bei den zwei Umwandlungen, für die bisher eine Strahlung nicht ermittelt wurde, ändert sich die Stellung des Elementes im System in entgegengesetzter Richtung um eine Stelle.

Die Analyse der Materie mit Hilfe chemischer Methoden ist nicht erschöpfend; sie schien es bis jetzt zu sein, weil es unmöglich war, zwischen Elementen zu unterscheiden, die chemisch identisch und nicht trennbar waren, solange nicht das eine in das andere sich verwandelte. In jenem Teil des periodischen Systems jedoch, wo die Entwicklung der Elemente noch im Fortschreiten begriffen ist, wird jeder Platz nicht von einem Element in Anspruch genommen, sondern im Mittel, wenn die Plätze überhaupt besetzt sind, durch nicht weniger als 4 Elemente, deren Atomgewichte sich bis um 8 Einheiten unterscheiden. Es ist unmöglich zu glauben, daß das gleiche nicht für den übrigen Teil der Tabelle zutreffen sollte, und es ist anzunehmen, daß jedes Element eine Gruppe von nicht trennbaren Elementen bilde, die denselben Platz ein-

nehmen, während das Atomgewicht nicht eine Konstante, sondern nur einen Mittelwert darstellt, der viel weniger Wichtigkeit besitzt, als man bisher annahm. Obgleich diese Fortschritte zeigen, daß die Angelegenheit viel komplizierter ist, als die chemische Analyse allein enthüllen konnte, so deuten sie doch zu gleicher Zeit darauf hin, daß das Problem der Konstitution der Atome möglicherweise einfacher ist, als man bei dem Mangel einfacher Zahlenbeziehungen zwischen den Atomgewichten hätte vermuten können.

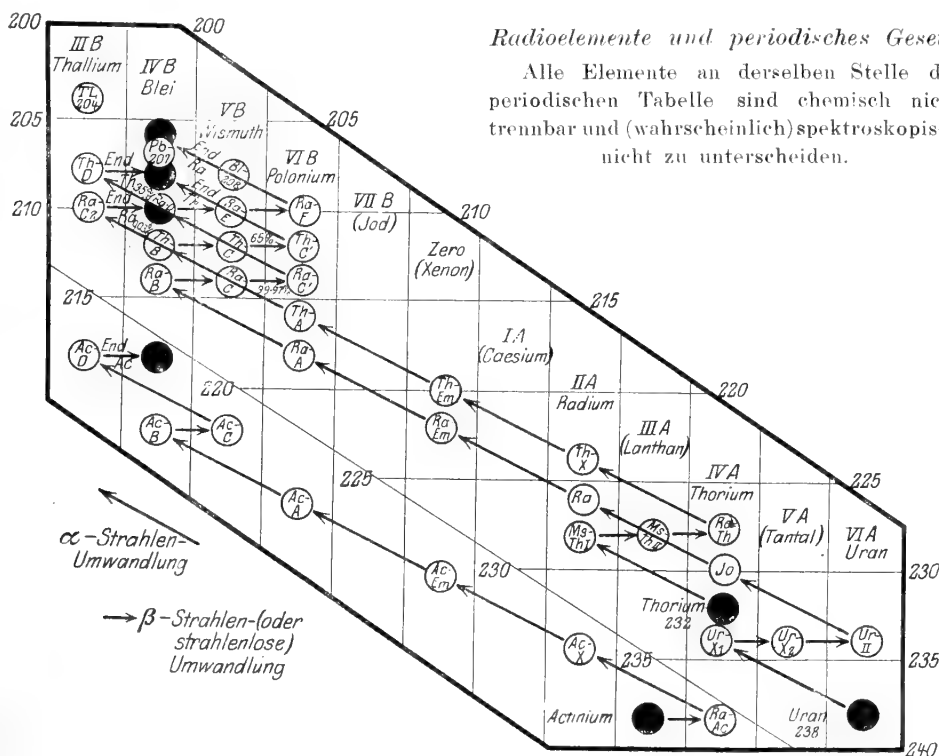
Die Spektren aller Elemente derselben Gruppe sind gleicher Art wegen der Ähnlichkeit ihrer Elektronensysteme.

Herr Soddy ist der Ansicht, es sei kein Grund vorhanden, daß es nicht unter geeigneten Bedingungen möglich sein sollte, Thallium oder Queck-

chemisch identisch mit Blei. 6. Thorium D und Aktinium D sind chemisch identisch mit Thallium.

Herr Dr. G. Hevesy legte eine Mitteilung vor über die Verwendung der Radioelemente als Indikatoren bei physikalischen und chemischen Messungen.

Durch Benutzung eines Elektroskopes für α -Strahlung von gewöhnlicher Empfindlichkeit ist es möglich, genau bis zu 10^{-17} gr einer radioaktiven Substanz zu bestimmen, die eine Halbwertsperiode von einer Stunde besitzt. Die außerordentliche Einfachheit und gleichzeitig die Empfindlichkeit, mit der es möglich ist, diese außerordentlich kleinen Mengen radioaktiver Stoffe zu messen, machen sie zu sehr nützlichen Agentien nicht nur bei der Untersuchung von Stoffen in großer Verdünnung, sondern auch als Indikatoren für physikalische und



Radioelemente und periodisches Gesetz.

Alle Elemente an derselben Stelle der periodischen Tabelle sind chemisch nicht trennbar und (wahrscheinlich) spektroskopisch nicht zu unterscheiden.

silber in Gold zu verwandeln. Das Problem bestünde darin, ein α -Teilchen aus dem Thallium zu entfernen. Dies könnte durch eine Spannung von einer Million Volt geschehen, aber die Schwierigkeit läge darin, dieses Potential herzustellen. In derselben Weise müßten wir aus Blei Gold erhalten, indem wir ein β -Teilchen und zwei α -Teilchen aus Blei entfernten.

In seinem Bericht über die Chemie der Radioelemente faßte Herr A. Fleck seine Ergebnisse folgendermaßen zusammen: 1. Uran X und Radioaktinium sind mit Thorium chemisch identisch. 2. Mesothorium-2 ist chemisch identisch mit Aktinium. 3. Radium-A ist chemisch identisch mit Polonium. 4. Radium C, Thorium C, Aktinium C und Radium E sind chemisch identisch mit Wismut. 5. Radium B, Thorium B und Aktinium B sind

chemische Messungen. Folgendes sind einige Beispiele für die Anwendung dieser Indikatoren.

Es ist nur nötig zu wissen, daß die Radioelemente, die die aktiven Beschläge bilden, Metalle sind, um die Formel von Arrhenius über die Änderung der Lösungsgeschwindigkeit der Metalle in Säuren mit der Temperatur zu prüfen.

Aus der kinetischen Theorie ist bekannt, daß die Konzentration einer Lösung mit der Zeit veränderlich ist, und dies Problem, das nach gewöhnlichen Methoden nicht in Angriff genommen werden konnte, wurde der experimentellen Untersuchung zugänglich durch Verwendung der radioaktiven Stoffe als Indikatoren.

Die Emanationen, die einzigen gasförmigen Radioelemente, sind benutzt worden, um die Gültigkeit der Gasgesetze zu bestätigen, insbesondere das

Henrysche Gesetz für außerordentlich kleine Teildrucke.

Es ist oft eine Frage von praktischem Interesse für den Chemiker, zu wissen, wie oft es notwendig ist, eine Pipette oder ein Glas auszuwaschen, um die letzten Spuren der darin enthaltenen Lösung zu entfernen. Diese Frage kann unter Verwendung radioaktiver Indikatoren außerordentlich leicht beantwortet werden.

Von besonderem Nutzen sind die Indikatoren für die Untersuchung der Diffusion und Beweglichkeit der Ionen bei außerordentlich geringen Konzentrationen; aus den Resultaten, die man hierbei erzielt, kann man Aufschlüsse erhalten über das Verhalten und die Hydratation der Ionen in sehr verdünnten Lösungen.

Einiges aus der Sektion für Ingenieurwissenschaft auf der Jahresversammlung der British Association in Birmingham.

Von Reginald O. Kapp, London.

Die Sitzungen der Sektion für Ingenieurwissenschaft auf der „British Association for the Advancement of Science“, die dieses Jahr im September in Birmingham ihre Jahresversammlung abhielt, wurden durch die Ansprache des Vorsitzenden, Herrn Dr. Gisbert Kapp, eröffnet.

Der Gegenstand der Ansprache war eine allgemeine vergleichende *Übersicht der elektrischen Bahnsysteme der Gegenwart*. Nach Herrn Dr. Kapp können von den drei gebräuchlichen Systemen das Gleichstrom- und das Dreiphasenwechselstromsystem bereits als normalisiert angesehen werden. Das Einphasenwechselstromsystem ist aber noch in der Entwicklung begriffen, wenn auch diese Entwicklung in Deutschland, Frankreich und der Schweiz in großem Maßstabe vor sich geht. Es ist bemerkenswert, daß die drei Haupteinwendungen, die gegen die Dreiphasentraktion gemacht werden, sich in der Praxis als unbedeutend erwiesen haben. Es sind diese:

1. Die Komplikation der doppelten Oberleitung;
2. die Gefahr bei Unterschieden im Triebdurchmesser, einer ungleichen Arbeitsteilung der Motoren des gleichen Zuges, wenn diese auf verschiedene Räder wirken und nicht auf der Lokomotive mechanisch verbunden sind;
3. die Unfähigkeit, bei beliebiger Geschwindigkeit ohne Verluste zu fahren und durch Erhöhung der Geschwindigkeit über die normale, Verspätungen einzuholen.

Der erste dieser Einwände ist durch die Erfahrungen im Bahnhof Busalla widerlegt, wo 8 km Fahrstrecke durch 37 Weichen und Kreuzungen verbunden sind, ohne daß die Komplikation Nachteile zur Folge hat. Was den zweiten Einwand anbetrifft, so hat es sich in der Praxis gezeigt, daß der Verschleiß der Räder derartig ist, daß nach kurzer Zeit alle automatisch auf den gleichen Durchmesser abgenutzt werden und somit den Motoren das gleiche Drehmoment abnehmen. Über den dritten Einwand läßt sich sagen, daß Dreiphasen-

züge nicht unpunktlicher sind als Züge, die mit anderen Stromarten arbeiten.

Als wertvolle Beigabe der Dreiphasentraktion wurde die Stromrückgewinnung hervorgehoben. Wenn ein Zug bergab fährt, kann die freiwerdende Energie teilweise der Fahrleitung zugeführt werden und zum Antrieb anderer bergauffahrender Züge beitragen. Bei einer italienischen Bahnlinie bedeutet diese Rückgewinnung eine Ersparnis von 17 % an Kohle in der Zentrale. Diese Ersparnis genügt, die Verzinsung und jährliche Abschreibung der elektrischen Ausrüstung der Zentrale zu decken.

Mit Bezug auf Einphasenbahnen wurde die Einfachheit der Regulierung betont, da Kontaktoren und Widerstände wegfallen. Wenn man auch noch nicht sagen kann, welcher Motortype die Zukunft gehören wird, so meinte Herr Dr. Kapp, es sei doch die Versuchszeit für Einphasenbetrieb jetzt vorüber. Das Gewicht der Einphasenlokomotiven ist in gewissen Fällen überraschend gering. So ist beispielsweise das Gewicht der Lötschberglokomotiven 108 Tonnen, was 43 kg pro Pferdekraft gleichkommt.

Die Entwicklung des Gleichstromsystems geht in der Richtung der Wahl höherer Spannungen. Auf dem Kontinent werden jetzt Motoren für 1200 Volt Bürstenspannung, also mit zwei Motoren in Serie 2400 Volt Betriebsspannung gebaut; in England hat dagegen die Firma *Dick, Kerr & Co.* als normale Betriebsspannung 3500 Volt festgesetzt.

Die allgemeine Schlußfolgerung war, daß der Gleichstrom für große Leistungen weniger geeignet sei und wahrscheinlich gegen die Einphasen- und Dreiphasenstromsysteme für Vollbahnbetrieb nicht aufkommen werde.

Der Ansprache des Vorsitzenden folgte eine Anzahl kürzerer Mitteilungen und Besprechungen, aus denen einiges hier wiedergegeben sei:

Die große Zahl der *Eisenbahnmotorwagen mit mitgeführter Kraftquelle* wurde durch Vorschläge des Herrn *Lanchester* und Herrn Dr. *Hele-Shaw* bereichert. Beide verwenden einen Benzolmotor. Ersterer überträgt die Leistung dieses durch Getriebe direkt auf die Triebräder. Das Getriebe läßt sechs verschiedene Übersetzungsverhältnisse zu, damit bei annähernd konstanter Leistung des Benzolmotors verschiedene Zugkräfte am Radumfang entwickelt werden können. Das Wesentliche der neuen Konstruktion besteht darin, daß zur Aufwendung besonders starker Zugkräfte, wie sie nur ausnahmsweise und vorübergehend vorkommen, die Tourenzahl des Benzolmotors auf einen Wert erhöht wird, der dauernd nicht zulässig wäre, wohl aber kurze Zeit ohne Schaden eingenommen werden darf. Gleichzeitig wird das größte Übersetzungsverhältnis eingestellt, so daß bei verhältnismäßig kleinem Motor eine große Zugkraft in Ausnahmefällen entwickelt werden kann. Der Versuchswagen hatte ein Gewicht von 30 Tonnen und wurde durch zwei 100-PS-Benzolmotoren angetrieben.

Der Wagen, den Herr Dr. *Hele-Shaw* beschrieb, war mit einer hydraulischen Übertragung zwischen Benzolmotor und Rädern ausgerüstet. Eine Kolbenpumpe mit sechs rotierenden Zylindern wird vom

Motor angetrieben und liefert Öl unter Druck einem Ölmotor im Drehgestell. Bei einem Versuchswagen wurden Wirkungsgrade zwischen 75 % und 85 % erreicht und das Anfahren erfolgte ganz stoßfrei.

Erfahrungen über **Kochen und Heizen mit elektrischem Strom** wurden von Herrn Professor Morris mitgeteilt. Es wurden tägliche Aufzeichnungen des Stromverbrauches für einen Haushalt, der zwischen fünf und sechs Personen zählte, gemacht. Die Kocheinrichtung bestand aus einem Rost, einem Ofen und drei Heizplatten. Der Arbeitsverbrauch bei einstündiger Benutzung wurde gemessen für den Rost zu 1,34, für den Ofen zu 1,06—3,17 und für eine Platte zu 0,24—1,39 Einheiten, je nach der Temperatur, auf die eingestellt wurde. Heißes Wasser, das in großen Mengen gebraucht wurde, wurde nicht elektrisch, sondern durch einen Koksessel beschafft, der auch zur Verbrennung von Unrat und im Winter durch Offenlassen der Ofentüren zum Heizen der Küche diente. Der durchschnittliche Tagesverbrauch an Elektrizität betrug 9,75 Einheiten. Die Gesamtkosten setzten sich zusammen aus einer jährlichen Pauschalsumme von ca. 130 M., ca. 60 M. Miete für die Kochapparate, einer Stromgebühr von $\frac{1}{2}$ d (ca. 4 Pf.) pro Einheit für Kochen und Heizen und Beleuchtung der Wohnung und ca. 90 M. für Koks und Holz.

Die Gesamtkosten beliefen sich auf ca. 500 M. für das Jahr, und da in diesem Falle durch Einführung von elektrischem Kochen an Dienstpersonal gespart werden konnte, war die *Ersparnis gegenüber dem Kochen mit Kohle oder Gas eine wesentliche*.

Neuere Versuche **mit polarisiertem Licht zur Bestimmung der Intensität der Beanspruchung komplizierter Körper** wurden von Herrn Professor Coker vorgeführt. Bekanntlich ist die Berechnung der Materialbeanspruchung schon bei einem Haken oder Kettenglied nicht ganz einfach. Bei Körpern mit scharfen Ecken und bei komplizierten Körpern, wie beispielsweise einem Wandarm oder einem Zahnrad, kann stellenweise eine Beanspruchung auftreten, die ein Mehrfaches der durchschnittlichen beträgt, aber sehr schwer zu berechnen ist. Zur Ermittlung der Kräfteverteilung in solchen Körpern werden Modelle aus Celluloid hergestellt und von polarisiertem Licht durchstrahlt. Der unter der Einwirkung mechanischer Kräfte stehende durchsichtige Körper hat die Eigenschaft, die Schwingungsebene des Lichtes in zwei rechtwinklig zueinander stehende Komponenten zu zerlegen, die mit den beiden Hauptachsen der Beanspruchung zusammenfallen. Das Licht pflanzt sich in diesen beiden Hauptachsen nicht gleich schnell fort. Die Folge hiervon ist, daß die beiden Schwingungsebenen mit einer Phasenverschiebung gegeneinander den Körper verlassen. Wird nun das austretende Licht durch einen Körper geleitet, der die Komponenten jeder Schwingungsebene mit Bezug auf eine gegebene Ebene auszuwählen vermag, so werden die Lichtstrahlen, deren Phasenverschiebung gerade eine halbe Wellenlänge beträgt, durch Interferenz eliminiert. Es bleibt daher farbiges Licht

übrig. Da der Unterschied in der Phase von der Dicke des Körpers und auch von der Differenz der Intensität der Kräfte in den beiden Hauptachsen abhängt, so erscheinen je nach der Beanspruchung verschiedene Farben und es läßt sich durch Vergleich mit einem unter bekannten Kräften stehenden Modell eine Kräfteskala nach den Farben aufstellen. Es wurde für das Verfahren eine Genauigkeit bis zu 2 % beansprucht.

Befindet sich das Modell zwischen zwei Nicol'schen Prismen, die im rechten Winkel zueinander stehen, so erscheinen überall dort, wo die Hauptachsen der Beanspruchung mit den Achsen der Prismen übereinstimmen, schwarze Bänder. Durch Drehen des Körpers oder der beiden Prismen lassen sich daher die Linien der Hauptbeanspruchung über die ganze Fläche in einfacher Weise bestimmen.

Von **Schwierigkeiten in dem Culebraeinschnitt des Panamakanals** erzählte Herr Dr. Vaughan Cornish. Es zeigten sich in dem Kanalbett einzelne Wölbungen. Diese wurden abgetragen, nur mit dem Erfolg, daß an der gleichen Stelle eine zweite Wölbung erschien. Nach Beseitigung dieser wiederholte sich der Vorgang, und es mußte an manchen Stellen ein solcher Hügel siebenmal weggeräumt werden, bis endlich der Boden eben blieb. Die Erklärung der Erscheinung ist, daß die unter dem Felsen befindliche Braunkohle durch den Einfluß des von oben einsickernden Wassers morsch wurde und unter dem Druck der hohen Kanalufer zu fließen begann. Durch diesen Druck wurde schließlich der Fels am Kanalboden in die Höhe getrieben. Um weiteren Schaden zu vermeiden, wurde die Neigung der Ufer von 2 zu 3 auf 3 zu 1 abgeflacht. Es ist in den nächsten Jahren das gleiche Übel noch vereinzelt zu erwarten, man hofft aber, daß die rasch wachsende Flora bald die Ufer genügend festigen wird, um ein weiteres Fließen der Braunkohle unmöglich zu machen. Sollten sich nach Eröffnen des Kanals weitere Wölbungen zeigen, so wird man diese mit Bojen abstecken müssen.

Sir Henry Cunningham hielt einen Vortrag vor der ganzen British Association, der die **Mittel zur Verhütung von Explosionen in Kohlenbergwerken** zum Gegenstand hatte. Nach dem Vortragenden ist nicht Sumpfgas die Ursache der Explosionen, wie früher angenommen wurde, sondern Kohlenstaub, der durch die Wirkung der Ventilation schwebend in der Luft gehalten wird. Für diese Ansicht sprechen insbesondere drei Umstände:

1. Die Lampen der Bergarbeiter zeigen schon viel geringere Spuren Sumpfgas an, als zu einer explosiven Mischung in der Luft nötig ist. Die Lampen müßten daher in fast allen Fällen rechtzeitig eine Warnung geben.

2. Sumpfgas erzeugt bei seiner Verbrennung Kohlendioxyd und Wasserdampf, die Gase nach einer Explosion enthalten aber immer Kohlenoxyd, was nur als Verbrennungsprodukt von Kohlenstaub erklärbar ist.

3. Die Leichen zeigen die charakteristischen Merkmale einer Kohlenoxydvergiftung. Der Tod

ist also weder durch die Heftigkeit der Explosion, noch durch Erstickung verursacht worden.

Die Verhütungsmaßregeln gehen dahinaus, den Kohlenstaub unexplosiv zu machen. Versuche sind in Eskmaels, Cumberland, von einer Kommission ausgeführt worden, von der Sir *Henry Cunningham* der Vorsitzende war. Diese Versuche zeigten, daß die Beimischung von zerpulvertem Stein im Verhältnis 1 zu 1 den Kohlenstaub so gut wie unexplosiv macht. Da das Material im Bergwerk zur Hand liegt, sollte dieses Verfahren ein sehr billiges sein und wird die Grundlage der Vorschläge der Kommission bilden, von denen der Vortrag des Sir *Henry Cunningham* eine Vorveröffentlichung war.

Die Einwendung ist naheliegend, daß das Einatmen des Steinpulvers, das meist Silikate enthält, gesundheitsschädigend sein könnte. Bekanntlich führt das Einatmen von Staub, der Silikate enthält, bei der Porzellanindustrie die Lungenschwindsucht häufig nach sich. Versuche an Meerschweinchen haben aber nach Sir *Henry Cunningham* bei Verwendung des Staubes, der in Bergwerken vorkommt, keine Phthisis hervorgerufen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß dieser Staub viel weniger scharfkantig ist als der in der Porzellanindustrie vorkommende, und darauf beruht wahrscheinlich seine weniger schädliche Wirkung.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen.

In seinen Bemerkungen zu dem Aufsatz von *Fuchs* betont *Pütter* ganz richtig, daß bei der hohen spezifischen Wärme des Wassers die in ihm lebenden Tiere kaum durch Farbenänderungen und die dadurch bedingte Regulation der Strahlung eine wesentliche Änderung ihrer Körpertemperatur bewirken können. Wenn er aber weiter annimmt, daß beim Leben in der Luft „die dunklen Tiere weniger Wärme ausstrahlen und mehr absorbieren als die hellen“, so liegt hier ein physikalischer Irrtum vor. Vielmehr muß nach dem Kirchhoffschen Gesetze ein schwarzer Körper nicht nur mehr Wärmestrahlung absorbieren, sondern auch mehr aussenden als ein heller. Wenn also *Krehl* und *Soetbeer* festgestellt haben, daß die Eidechse *Uromastix* „aus der Sonne in den Schatten an kühlere Orte gebracht . . . schnell wieder dunkel wird“, so darf daraus nicht gefolgert werden, daß sie dann wenig Wärme ausstrahlt. Die von *Pütter* als „unbestreitbar“ bezeichnete physikalische Grundlage der Fuchsschen Theorie ist bei diesem nicht zu finden; dagegen ist es physikalisch wieder nicht einzusehen, warum nach *Fuchs* ein Tier „sich durch Änderung seiner Färbung mit den übrigen thermischen Faktoren des Grundes in Einklang bringen“, d. h. warum es aus wärmeökonomischen Gründen die Farbe der Umgebung annehmen soll.

Halle a. S., 9. Oktober 1913.

E. G. Pringsheim.

Besprechungen.

Liesegang, *Raph. Ed.*, *Geologische Diffusionen*. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1913. VII, 180 S. u. 44 Abbild. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,—.

Das Buch des durch seine Publikationen über Kolloidchemie und Diffusionsphänomene bereits bekannten Ver-

fassers enthält nicht nur eine übersichtliche Darstellung des Wesens der Diffusion, soweit sie in der Hauptsache für Geologie, Petrographie und Mineralogie in Betracht kommt, sondern auch zahlreiche Erklärungen geologischer Erscheinungen durch Diffusion neben mancherlei Anregungen für den Geologen, bei genetischen Betrachtungen an Stelle der zumeist angenommenen Zufuhr gelöster oder gasförmiger Stoffe auf Spalten und Hohlräumen mehr als bisher mit dem Faktor der Diffusion zu rechnen.

Genau so wie eine (zur Demonstration gefärbte) Flüssigkeit mit jeweils scharfer Grenze (auch entgegen der Schwerkraft) vor unseren Augen in eine andere diffundiert, erfolgt Diffusion auch in Gasen, Gelen (Gallen) und unter gewissen Bedingungen auch in festen Stoffen, nur daß die Diffusionsgeschwindigkeit mit der Beweglichkeit der Medien abnimmt. Bei den vorliegenden Erörterungen handelt es sich zumeist um Diffusion von Lösungen in andere Gebilde. Es ist dabei zu beachten, daß nur die in echter Lösung befindlichen Stoffe Diffusionsfähigkeit besitzen, nicht aber kolloidale Teilchen. Von besonderer Wichtigkeit für geologische Probleme ist ferner die Tatsache, daß in *unveränderten Kristallen Diffusion nicht möglich ist*. Wenn trotzdem Umwandlungen von Mineralen in andere unter Formerhaltung („Mineralpseudomorphosen“) durch Diffusion zu erklären sind, so ist zu bedenken, daß zunächst Molekülschicht nach Molekülschicht umgewandelt wird und die durch Diffusion vordringende Lösung sich nicht im unveränderten Kristall, sondern im Umwandlungsprodukt bewegt, welches seiner Beschaffenheit nach Diffusion ermöglicht. Diese Tatsache ist von allgemeiner Wichtigkeit, z. B. für Verwitterungsvorgänge, bei denen die Diffusion ebenfalls stets nur im bereits Umgewandelten stattfindet. Bei der Diffusion kann entweder eine Ansammlung von Substanz um gewisse Zentren eintreten (zentripetal), z. B. bei Kristallisation aus übersättigter Lösung um einen Kristallkeim, wobei sich um denselben ein an der betreffenden Substanz armer Hof herausbildet, oder es erfolgt Verbreitung von einem Zentrum aus nach allen Seiten (zentrifugal). Dem Bestreben des diffundierenden Stoffes, sich gleichmäßig zu verbreiten, kann ein anderer in dem Medium enthaltener Stoff, der mit dem ersten chemisch reagiert, entgegenwirken. Der zur Reaktion verbrauchte Stoff wird durch Diffusion wieder ersetzt, und werden auf diese Weise neue Diffusionsvorgänge ausgelöst.

Anschauliche Diffusionsversuche kann man leicht in der Weise anstellen, daß man auf eine nach Art einer photographischen Platte mit einer Gelatineschicht überzogene Glasplatte einen Tropfen Flüssigkeit aufsetzt. Diese verbreitet sich dann durch Diffusion in einem kreisförmigen Bereich um den Tropfen. Wenn hier der Diffusionsbereich der Form nach mit dem aufgesetzten Tropfen übereinstimmt, so ist das nicht der Fall, wenn wir der aufgesetzten Flüssigkeit (etwa durch entsprechendes Ausschneiden der Gelatine) die Form eines Dreiecks oder Quadrats geben. Es bildet sich nämlich auch bei dieser Versuchsanordnung eine kreisförmige Form heraus, da das Vorwärtsspringen an den Ecken der Figuren nach allen Seiten erfolgen muß und daher dort langsamer als an den Seiten vonstatten geht. Kurz, wie die Form des Diffusionszentrums auch sei, stets ist eine *Tendenz zur Verrundung*, räumlich gedacht zur Kugelbildung, vorhanden, wie wir es von *Konkretionen* her kennen. Ein instruktives Beispiel hierfür sind die *Lebacher Knollen*, tonreiche Eisenkarbonatkonglomerationen aus oberkarbonischen Tonen in der Nähe von Saarbrücken. In der Mitte findet man meist einen fossilen Fisch, um ihn herum ist das Tongestein zu der Konkretion verkittet. Die äußere Form der Knolle ent-

spricht dabei nicht den Konturen des Fisches, sondern ist verrundet. Das so häufig beobachtete Fehlen von Kopf- und Schwanzteilen ist ebenfalls mit dem Verrundungsbestreben in Zusammenhang zu bringen.

Auch für die *Lehre von den Erzlagernstätten* sind die Liesegangschen Diffusionstheorien von Wichtigkeit. So für die sogenannten *sekundären Teufenunterschiede*, d. h. den Wechsel erzreicher und erzarmer („tauber“) Horizonte, wie er sich durch Wanderung des einst gleichmäßig verteilten Erzgehaltes an einzelne Orte herausgebildet hat, und für die Entstehung der Erzgänge. In der älteren Geologie erklärte man sich deren Bildung vor allem durch *Lateralskretion* in der Weise, daß präexistierende Spalten durch Material vom Nebengestein her ausgefüllt wurden. Der Verfasser erkennt wohl an, daß diese Theorie heute zum großen Teil mit Recht verlassen ist und andere Bildungsvorgänge, z. B. die „Aszension“, von großer Bedeutung sind, hält aber Lateralskretion doch in vielen Fällen für wahrscheinlich und plausibel, wenn man dabei an Diffusionsvorgänge im Nebengestein und nicht an fließende Lösungen denkt.

Ein besonders interessantes und anwendungsreiches Kapitel ist das über *rhythmische Füllungen*. Das Wesen der letzteren kann man sich am besten durch einen einfachen Versuch vor Augen führen: Eine Glasplatte wird mit kaliumbichromathaltiger Gelatine überzogen, auf die dann ein Tropfen Silbernitratlösung aufgesetzt wird. Diese diffundiert in die Gelatine; durch Reaktion zwischen den beiden Salzen bildet sich Silberchromat. Dasselbe ist aber innerhalb des jeweiligen Diffusionsbereiches nicht homogen verteilt, wie man zunächst erwarten würde, sondern es bildet feine konzentrische Ringe, die nach außen hin immer weiter voneinander absteilen. Die Erklärung für dieses Ringphänomen wird durch die „Übersättigungstheorie“ *Wilh. Ostwalds* gegeben. Es entsteht nämlich bei der Diffusion zunächst eine übersättigte („metastabile“) Lösung von Silberchromat. Ist deren Übersättigungsgrenze („metastabile Grenze“) erreicht, so erfolgt an einer Stelle Ausscheidung von Silberchromat. Dieses zuerst ausgeschiedene Salz wirkt als Keim ausfüllend auf das übrige, noch in übersättigter Lösung enthaltene, und es entsteht auf diese Weise der erste (farbige) Ring. Um die jeweils ausgefüllten Chromatteile bilden sich chromatarme Höfe, in welche aus den Nachbarzonen immer Chromat nachdiffundiert. Auf diese Weise wird die auf einen Ring folgende Zone arm an Chromat, so daß beim Weiterdiffundieren des Silbernitrats zunächst keine Übersättigung an Silberchromat und damit auch keine Ausfällung eintreten kann. Dies ist erst wieder der Fall, wenn Kaliumbichromat in normaler Verteilung angetroffen wird. So wiederholt sich die Ausfällung in rhythmischer Folge.

Wir sehen aus dem Versuch, daß durch Diffusionsvorgänge oft eine Schichtung entstehen kann, die in genetischer Hinsicht streng von der üblichen geologischen (sedimentären) Schichtung zu scheiden ist. Ein ausgezeichnetes Beispiel für rhythmische Füllungen erblicken wir seit *Liesegangs* Untersuchungen in den *Achaten*. Deren Bänderung ist so zu erklären, daß die Gesteinshöhlräume und -spalten ausfüllende Kieselsäure zunächst in gelatinösem Zustand war, und in diesem Medium dann rhythmische Füllungen durch Diffusion eisenhaltiger Lösungen entstanden. Achatähnliche Körper kann man sich leicht herstellen, wenn man sich aus Silbernitratthaltiger Gelatine eiförmige Körper formt und diese dann ca. einen Tag in Kaliumbichromatlösung liegen läßt. Beim Zerschneiden zeigt sich dann die Achatbänderung.

Auch die *gebänderten Feuersteine* sind durch rhythmische Füllungen zu erklären. Ebenso interessante An-

wendungen findet das Prinzip auf Verwitterungsgebilde (insbesondere *Verwitterungsringe*), auf die Entstehung der *Goldlagerstätten* (durch Reduktion der in Kieselsäuregel diffundierenden Goldsalzlösungen), auf *Eozoon canadense* und die *Erzschläuche* von *Pitkaranda*.

Oft werden sich in demselben Medium mehrere Diffusionskreissysteme (der Einfachheit halber in der Ebene gedacht) gegeneinander bewegen und schließlich zur Berührung kommen. Versuche oder einfache Überlegungen ergeben, daß sich die Kreise dabei in der Richtung der Verbindungslinie der Diffusionszentren deformieren (erweitern), da die Diffusion in dieser Richtung wegen des Zusammenstoßens der an dem einen Reagens armen Höfe beiderseits schneller als in anderen Richtungen vorstatten geht. Es entstehen auf diese Weise *lemniscatenartige Gebilde*, die wir in ausgezeichneter Weise an den *Imatrassteinen*, Konkretionen im Bändermergel von Imatra, vorfinden.

Für viele andere Kapitel oder Einzelheiten aus dem Bereiche der geologischen Wissenschaft begnügt sich der Verfasser mit Anregungen. —

Es ist dem Verfasser in seinem Buche gelungen, die zum Verständnis der Anwendung auf geologische Probleme nötigen physikalisch-chemischen Vorstellungen leichtfaßlich und übersichtlich darzustellen, wozu er sich besonders der Beschreibung von 33 anschaulichen Versuchen bedient, die durchweg den Vorzug haben, auch vom Nichtchemiker mit den einfachsten Hilfsmitteln vorgenommen werden zu können. Die geologischen Erörterungen sind recht plausibel, da sie zu einem guten Teil auf einer positiven Grundlage beruhen. Das Buch, das auch eine Reihe guter Abbildungen und zahlreiche Literaturangaben enthält, ist geeignet, Diffusionstheorien nicht nur dem Geologen, sondern auch jedem Naturwissenschaftler näher zu rücken. Seine Lektüre kann jedem empfohlen werden. *M. Naumann, Halle a. S.*

Les idées modernes sur la constitution de la matière.

Paris, Gauthier-Villars, 1913. 370 Seiten.

Das im Titel genannte Thema wird in zehn getrennten Vorträgen behandelt, die im Jahre 1912 in der französischen Physikalischen Gesellschaft gehalten und von dieser herausgegeben sind. Es ist eine der in fortlaufender Reihe erscheinenden Publikationen, die die genannte Gesellschaft ihren Mitgliedern alljährlich nahezu kostenfrei zur Verfügung stellt.

J. Perrin gibt ein Referat über seine Arbeiten zur Bestimmung der Moleküldimensionen, die bereits in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben sind, und bringt zum Schluß einen Überblick über die verschiedenen physikalischen Methoden, die die reale Existenz der Moleküle in den letzten Jahren zur experimentellen Gewißheit erhoben haben. — *P. Langevin* behandelt die atomistische Struktur der Elektrizität, leidet durch Anwendungen mechanischer Gesetze auf die Elektronen eine Reihe der bekanntesten elektrischen und optischen Phänomene her, um dann zu zeigen, wie in Zukunft die elektromagnetischen Gesetze die Grundlage einer neuen allgemeinen Dynamik bilden werden. — *E. Bauer* beschäftigt sich mit den Planckschen Energiequanten und dem Wirkungsselement in ihrer Anwendung auf die Theorie der Strahlung und die Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme. — *E. Bloch* bringt die Elektronentheorie der Metalle, d. h. die Anwendung gaskinetischer Gesetze auf die Bewegung der Elektronen zwischen den Atomen, die eine ganze Reihe von Erscheinungen in sehr eleganter Weise darzustellen vermag, insbesondere den Zahlenfaktor des Wiedemann-Franz'schen Gesetzes, das Verhältnis des elektrischen zum Wärmeleitvermögen, quantitativ richtig berechnen läßt, trotzdem aber in den Grundlagen zweifellos in wesentlichen Punkten

nicht haltbar ist. — Der Vortrag *A. Blancs* enthält einen Überblick über die Theorie der Stoßionisation und deren Anwendung auf die Funkenentladung, und zwar im wesentlichen im Anschluß an die Untersuchungen *Townsend's*, die neuerdings nach den letzten Arbeiten von *J. Franck* und *G. Hertz* ganz erheblicher Korrekturen bedürfen.

L. Dunoyer hat vor einiger Zeit darauf aufmerksam gemacht, daß sich die Dämpfe der Alkalimetalle im äußersten Vakuum ganz im Sinne der kinetischen Theorie geradlinig fortpflanzen und direkt als ungeladene Korpuskularstrahlen anzusprechen sind. Durch geeignete Blenden begrenzt, geben sie bei der Kondensation an der kalten Glaswand des Vakuumgefäßes einen dem Strahlenquerschnitt entsprechenden Fleck, indem sich die Hindernisse auf der Flugbahn deutlich als „Schatten“ markieren, d. h. von niedergeschlagenem Metall frei bleiben. An die ausführliche Beschreibung dieser hübschen Versuche, die sich natürlich auch, wie leicht ersichtlich, zu Messungen, z. B. der Molekülgeschwindigkeit, verwerten lassen, knüpft *Dunoyer* eine Besprechung der neueren Arbeiten über die Gase im Zustande höchster Verdünnung (ultra-raréfies), d. h. die wichtigen Untersuchungen von *Knudsen* und die experimentellen Grundlagen der Gaedeschen Molekularluftpumpe. — Es folgen zwei Referate über radioaktive Fragen: von Frau *Curie* über die Eigenschaften der α -, β - und γ -Strahlen, und von *A. Debierne* über die Gesetze des radioaktiven Zerfalls und den Stammbaum der drei radioaktiven Familien. — *Pierre Weiß* erläutert die experimentellen Grundlagen der Magnetonentheorie, nach der jedes Atom ein charakteristisches und von der Temperatur sowie der chemischen Bindung abhängiges magnetisches Moment besitzt, das sich stets als ganzzahliges Vielfaches einer und derselben Größe darstellen läßt, für die *Weiß* den Namen Magneton eingeführt hat. Es scheint, daß die Magnetonlehre eine wichtige Rolle für das Problem der Spektralserien spielen wird, und zwar im Anschluß an die Theorie von *W. Ritz*. — Den Beschluß des Bandes bildet ein Vortrag, in dem *H. Poincaré* (*) seine Ansicht über die Beziehungen zwischen Äther und Materie entwickelt.

Die Referate sind nicht allgemeinverständlich, sondern sollen dem physikalisch geschulten Leser die Orientierung auf einigen Gebieten vermitteln, die zurzeit den Gegenstand der physikalischen Forschung bilden, und deren Ergebnisse zum Teil noch in den Fachzeitschriften zerstreut sind. *R. Pohl, Berlin.*

Gleichen, A., Grundriß der photographischen Optik.

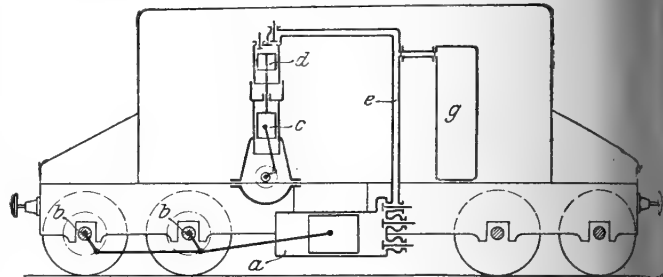
Nikolassee bei Berlin, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“, 1913. 151 S. Preis geh. M. 2,50, geb. M. 3,—.

Vor einiger Zeit hat *Moritz v. Rohr* in dieser Zeitschrift die Richtungslinien in der Entwicklung der optischen Instrumente besprochen (diese Zeitschr. 1, 417, 1913) und hierbei dargelegt, wie wichtig die Berücksichtigung rein physiologischer Tatsachen für den Erbauer und Benutzer photographischer Objektive ist. Der Verfasser dieses Buches hat, durchdrungen von derselben Überzeugung, versucht, die gesamte photographische Optik auf Grundlage der physiologischen Erkenntnisse vom Bau des menschlichen Auges zu stützen, eine Aufgabe, die ihm gut gelungen ist. Die Darstellung ist elementar, aber durchaus nicht populär, so daß das Buch mehr zum Studium als zur kurzen Information dienen kann. Wenn man auch über den praktischen Wert vieler Deduktionen des Verfassers, die nur bei starken Einschränkungen gültig sind (einäugige Betrachtung,

Fehlen der Akkommodation usw.), geteilter Meinung sein könnte, so wird immerhin die Darstellung aller Bedingungen, die erfüllt sein müssen, um eine wirklich naturgetreue Wiedergabe eines Naturausschnittes durch die photographische Platte zu erzielen, viele Fachleute interessieren. Von den Schreibfehlern sei die störende Benennung der Lochkamera mit „camera obscura“ erwähnt, die sich durch das ganze Buch durchzieht und zu Mißverständnissen Anlaß gibt. *E. Goldberg, Leipzig.*

Kleine Mitteilungen.

Die erste Diesel-Lokomotive. Die Abbildung zeigt die (in Heft 39, S. 944 erwähnte) Anordnung der Trieb- und der Hilfsmaschine in schematischer Darstellung. *a* ist die mit den Triebachsen *b* gekuppelte Triebmaschine, die wie alle Lokomotivmaschinen umsteuerbar ist; *c* ist die Hilfsmaschine zum Antrieb des Kom-



pressors *d*, der hochgespannte Druckluft durch die Leitung *c* zur Triebmaschine *a* liefert. Die Luft kann dort als Anlaß- oder als Brennstoff-Einblaseluft verwendet werden.

Eintreten der Pariser Akademie für den Walfisch- und Robbenschutz. Im vorigen Jahre hat *Paul Sarrasin* auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Münster die Gefahren geschildert, die den Walen und Robben durch die fieberhaft betriebene Vernichtungsarbeit industrieller Gesellschaften, insbesondere der Sverdrupschen schwimmenden Trankochereien, drohen. Der Baseler Zoologe verlangte, daß rasch internationale Vereinbarungen zur Hemmung des Zerstörungswerkes getroffen und arktische sowohl wie antarktische Schutzgebiete geschaffen würden. Auch auf der letztjährigen Versammlung der British Association in Dundee, wo *P. Chalmers Mitchell* die Sitzungen der zoologischen Sektion mit einem entschiedenen Appell zugunsten der aussterbenden Faunen einleitete, ist von *S. T. Burfield* der Rückgang und die wahrscheinliche Ausrottung der Wale erörtert worden. Jetzt kommt die Nachricht, daß die Pariser Akademie in ihrer Sitzung vom 21. Juli auf Antrag der Sektion für Anatomie und Zoologie folgende Resolution gefaßt hat: „Angesichts der raschen Abnahme der Zahl der großen Walthiere und Robben, des Verschwindens, von dem die interessantesten unter ihnen binnen kurzem bedroht sind, der Vermehrung der Gesellschaften, die sich mit der Jagd auf diese Tiere in den französischen Gewässern (Westküste Afrikas, Kerguelen, Madagaskar) befassen, und angesichts der von ihnen betriebenen Vergeudung: macht die Akademie der Wissenschaften die Regierung auf den Ernst der Lage aufmerksam; sie spricht den Wunsch aus, daß die französische Regierung sobald wie möglich die Initiative ergreife und zum Studium der verschiedenen Fragen, die sich betreffs der Jagd auf die großen Walthiere und Robben aufwerfen, eine internationale Kommission in Paris zusammenrufe.“ Diese Resolution wurde einstimmig angenommen und wird der Regierung übermittelt werden. *F. M.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 44.

31. Oktober 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Über Schlagwetteranzeige. Von *Geh. Regierungsrat Prof. Dr. F. Haber, Berlin-Dahlem*. S. 1049.

Die Cutireaktion bei Syphilis. Von *Prof. Dr. Carl Bruck, Breslau*. S. 1051.

Einige Experimente zum Studium der Frostwirkungen auf die Obstbäume. Von *Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Paul Sorauer, Berlin-Schöneberg*. S. 1055.

Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der technischen Optik. Von *Prof. Dr. M. von Rohr, Jena*. (Fortsetzung.) S. 1058.

Über die Theorie des Polymorphismus. Von *Geh. Regierungsrat Prof. Dr. G. Tammann, Göttingen*. (Schluß.) S. 1064.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur Radium-Biologie. Von *Prof. Dr. A. Greil, Innsbruck*. S. 1069.

Berichtigung. Von *Dr. Th. Mollison, Heidelberg*. S. 1070.

Besprechungen. S. 1070.

Astronomische Mitteilungen. S. 1074.

Botanische Mitteilungen. S. 1075.

Ornithologische Mitteilungen. S. 1075.

VERLAG von WILHELM ENGELMANN in LEIPZIG und BERLIN

Georg Webers

Lehr- und Handbuch der

Weltgeschichte

Einundzwanzigste und zweiundzwanzigste Auflage

Vollständig neu bearbeitet von *Prof. Dr. Alfred Baldamus*

Vier starke Bände und ein Registerband in gr. 8^o. Band I und II in Leinen geb. je M. 8.—, in Halbleder je M. 9.25, Band III u. IV in Leinen geb. je M. 7.—, in Halbleder geb. je M. 8.25
Band I. Altertum. — II. Mittelalter. — III. Neuere Zeit. — IV. Neueste Zeit.

Ergänzungsband: Register zu Band I—IV, Stammbäume zu Band III und IV. In Leinen geb. M. 3.—, in Halbleder geb. M. 4.25

Die Bände werden, da jeder ein abgeschlossenes Ganzes bildet, auch einzeln abgegeben

... In seiner neuen Gestalt ist der „Weber“ ein Werk, auf das stolz zu sein die Bearbeiter allen Grund haben; mit gutem Gewissen kann es allen nichtfachmännischen gebildeten Kreisen als Übersichts-, Lese- und Nachschlagebuch der Universalgeschichte empfohlen werden und darf wohl gegenwärtig als das beste unter den Werken dieser Gattung bezeichnet werden.

Liter. Zentralbl.

Soeben erschien der IV. (Schluß-)Band von

Die Naturwissenschaften

in ihrer Entwicklung und
in ihrem Zusammenhange

dargestellt von

Friedrich Dannemann

Mit 70 Abbildungen im Text, einer Tafel und einem Bildnis von Helmholtz

X, 509 S. Gr. 8^o. In Leinen gebunden M. 14.—

Das Gesamtwerk gehört fraglos zu den besten, bestgeschriebenen, originellsten und nutzbringendsten der neueren naturwissenschaftlichen Literatur und ist mehr als jedes andere geeignet, den Folgen der Zersplitterung unter den Naturforschern abzu-
helfen.

Prof. Dr. Edmund O. v. Lippmann, Halle a. S.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

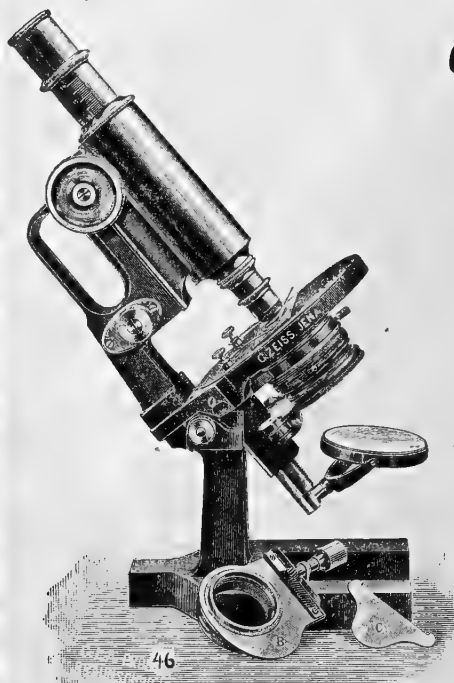
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Hefes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petfzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

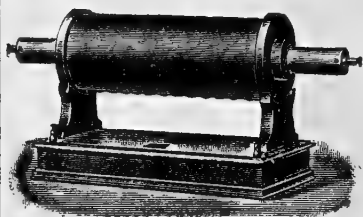
Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Induktorien mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser
als alle anderen
für physikalische
Arbeiten, gehen
mit jedem Unter-
brecher, sind
durchschlag-
sicher, zu be-
ziehen durch alle
Lehrmittelhand-
lungen, ändern-

falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.
Spezialpreislste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edel-
steinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle,
Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.
Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-
Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-
Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite IV — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Über Schlagwetteranzeige.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. F. Haber,
Berlin-Dahlem.

Seiner Majestät dem Kaiser am 28. Oktober 1913 im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie mit begleitenden Versuchen vorgetragen.

Die schlagenden Wetter sind der Alb, der auf dem Steinkohlenbergbau lastet. Das Methan, dessen Hervorquellen aus der Kohle wir weder beseitigen noch beherrschen können, ist harmlos, solange sein Gehalt in der Grubenluft klein bleibt. Steigt der Gehalt in der Grubenatmosphäre aber über die Explosionsgrenze von $5\frac{1}{2}\%$, so hängt das Leben des Bergmanns davon ab, daß die explosive Mischung nirgends Gelegenheit findet, sich zu entzünden. Man muß deshalb den Bergmann in schlagwetterführenden Gruben mit einem Hilfsmittel ausrüsten, das ihm das Anwachsen des Methangehaltes in der Grubenluft rechtzeitig verrät, und man muß jedes Zündmittel für Schlagwetter von seiner Arbeitsstätte fernhalten.

Das ist bisher nur unvollkommen möglich. Denn der einzige brauchbare Schlagwetteranzeiger ist vorläufig die Flamme der Grubenlampe. Sie zeigt bei niedrig geschraubtem Docht eine Lichtaureole, die bei mehr als 1 % Methan für das geschulte Auge erkennbar wird und mit Annäherung an die Explosionsgrenze an Größe und Deutlichkeit stark wächst. Die Flamme ist aber ein sehr gefährliches Zündmittel für schlagende Wetter.

In früherer Zeit konnte dieser grundsätzliche Mangel nicht behoben werden, denn man brauchte die Lampe als transportable Lichtquelle. Der Staat konnte im Bewußtsein seiner Verantwortung für die Gefährdung der Arbeiter in gewerblichen Betrieben nichts tun, als das offene Geleuchte verbieten und die Einführung der Sicherheitslampe erzwingen, bei welcher die Flamme durch einen — am besten doppelten — übergestülpten Drahtkorb von der äußeren Atmosphäre getrennt ist. Die Einführung des Drahtkorbes durch den Chemiker *Davy* ist einer der genialsten und segensreichsten Gedanken der angewandten Wissenschaft gewesen. Sie macht die Lampe theoretisch vollkommen wettersicher. Die durch die Maschen des Drahtkorbes eintretenden Wettergase verbrennen im Innern des Korbes, aber die Flamme schlägt nicht in die umgebende Atmosphäre hinaus. Die Einführung der Sicherheitslampe in den Grubenbetrieb hat gewiß unzählige Unglücke verhütet. Praktisch ist die erreichte Schlagwetter-sicherheit aber keine unbedingte. Denn erheblich mehr als die Hälfte aller Grubenexplosionen, die noch vorkommen, werden von der preußischen Statistik in neuerer Zeit auf Sicherheitslampen zurückgeführt. Deswegen ist die Gesetzgebung neuerdings weiter gegangen, hat in besonders schlagwettergefährdeten Gruben tragbare elektrische Lampen vorgeschrieben und die Sicherheitslampe nur noch als Schlagwetteranzeiger erlaubt. Die Vertreter des Bergfachs neigen zu der Hoffnung, daß

sich die Lampe, wenn sie nur noch zur Anzeige des Methans und nicht mehr zur Beleuchtung dient, praktisch vollkommen sicher wird ausgestalten lassen. Aber auf die Länge wird sich die Flamme, die für die Beleuchtung entbehrlich geworden ist, in schlagwettergefährdeten Gruben nicht halten, sondern Methananzeigern Platz machen müssen, deren Wirkungsweise jede Möglichkeit einer zufälligen Zündung ausschließt.

Die Aufgabe, einen neuen Schlagwetteranzeiger zu schaffen, hat seit vielen Jahren einen erstaunlichen Reichtum von Vorschlägen gezeitigt. Aber der Bergbau hat keinen derselben in dauernde praktische Verwendung genommen. Bald ließ die Wirksamkeit, bald die praktische Brauchbarkeit zu wünschen übrig. Die Grube stellt eigentümliche Forderungen. In der schwachen Helligkeit sind viele Gesichtswahrnehmungen erschwert, und für die Hand des Bergmanns taugen nur die einfachsten Geräte. Ortsfeste Apparate dienen dem angestrebtsten Zweck nach übereinstimmender Auffassung der Sachverständigen nicht, und Meßwerkzeuge eignen sich nicht für den Bergmann.

Grundsätzlich betrachtet, muß man den Anzeiger entweder auf chemische Veränderungen des Methans oder auf physikalische Eigenschaften der Atmosphäre gründen, die Methan enthält.

Sehen wir die Aufgabe von der chemischen Seite an, so stört uns, daß das Methan erst bei Rotglut leicht reagiert. Die hohe Temperatur muß aber grundsätzlich vermieden werden, wenn jede zufällige Zündung der Schlagwetter völlig ausgeschlossen sein soll. Bei niedriger Temperatur ist das Methan außerordentlich reaktionsträge, und seine chemische Veränderung liefert, wenn sie erzwungen wird, keine Erscheinungen, die für einen grubenmäßigen Nachweis brauchbar sind. Besondere Schwierigkeit bereitet einem chemischen Anzeiger die Forderung, eine Schätzung des Methangehaltes in dem wichtigen Gebiet zwischen 1 % und 5 % ohne messende Hilfsmittel und Operationen zu gewinnen.

Der Abteilungsleiter im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, Herr Dr. *Leiser*, und ich haben allerhand Versuche chemischer Natur gemacht, aber wir haben diese Schwierigkeiten nicht überwinden können.

So haben wir uns zu den Hilfsmitteln der physikalischen Chemie gewendet, mit deren Anwendung auf die Grubengase ich von früherher einige Vertrautheit besaß. Denn ich habe die Firma *Carl Zeiß* in Jena früher veranlaßt, das Rayleighsche Interferometer zu einem Meßapparat für Grubengase umzubauen. Es hat als stationäres Instrument in Versuchsstreckenbetriebe dank dem sachverständigen Interesse des Leiters der westfälischen Versuchsstrecke in Derne, des Bergassessors *Beyling*, einen ständigen Platz gefunden, und eine neu konstruierte tragbare Form, welche die Gestalt eines flachen Brustschildes besitzt (Demonstration), scheint geeignet, unter der Erde, in der Hand des Bergwerks-

nur durch eine enge und sehr lange Röhre (Expansionsspirale) in Verbindung steht. Das Rohr der anderen Pfeife füllen wir unter Tage mit Grubenluft, die auf dem Zuführungswege durch ein leicht auswechselbares eingebautes Reinigungsrohr von Staub, Feuchtigkeit und Kohlensäure befreit wird. Die Handhabung des Apparates besteht darin, daß der als Pumpe ausgebildete Mantel nach unten gezogen wird. Dabei wird die Grubenluft durch den Reiniger und die Gaspfeife in den Pumpenraum gesaugt. Ein Vakuumstempel in der Mitte des Apparates zieht den Pumpenkolben beim Loslassen zurück, und treibt das angesaugte Gas durch den Druckregler zu den Mundstücken der Pfeifen.

Enthält die Gaspfeife 1 % Methan, so hört man rund zwei Schwebungen in der Sekunde. Mit steigendem Methangehalt nimmt die Schwebungszahl rasch zu, und in der Nähe der Explosionsgrenze verwandelt sich die Erscheinung in ein charakteristisches Trillern. Das Ohr faßt die Unterschiede außerordentlich leicht auf. Sie sind in der Grube auf gerader Strecke noch in mehr als hundert Meter Entfernung völlig deutlich.

Vorteile und Nachteile der Pfeife und der Lampe für die Wetteranzeige sind nicht ganz einfach gegeneinander abzuwägen. Die Lampe hat vor der Pfeife voraus, daß sie beim Auftreten großer Mengen unatembarer Gase in der Luft durch ihr Erlöschen ein ganz automatisches Signal gibt, ehe Erstickungsgefahr eintritt. Zugunsten der Pfeife ist die unbedingte Schlagwettersicherheit und die Aufdringlichkeit ihrer Signale auch in größerer Entfernung in erster Linie geltend zu machen. Ob die Robustheit dem Bergbaubetriebe auf die Dauer genügt, muß eine längere Prüfungszeit lehren. Sicherlich wird sich manches vervollkommen lassen. Liegen doch hier die ersten selbstgefertigten Stücke vor, während an der Entwicklung der Lampe Generationen gearbeitet haben.

Die Schlagwetterpfeife ist hier im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, ferner auf der Versuchsstrecke in Derne und auf der Zeche „Gneisenau“ bei Dortmund Sachverständigen des Bergfachs vorgeführt worden. Sie haben übereinstimmend von der Wirksamkeit und praktischen Brauchbarkeit des Instrumentes einen günstigen Eindruck gewonnen und ausgesprochen. Infolgedessen wagen wir, dem hohen Protektor des Instituts, dessen im Vorjahre bei der feierlichen Einweihung ergangene Aufforderung zur Bearbeitung der Schlagwetteranzeige unsere Tätigkeit ausgelöst hat, das Instrument hier im Vergleich mit der Grubenlampe vorzuführen (Demonstration).

Die Cutireaktion bei Syphilis¹⁾.

Von Prof. Dr. Carl Bruck, Breslau.

Als ich im Jahre 1908 die Ehre hatte, auf dem X. Dermatologenkongreß zum ersten Male im Zusammenhang über die von Wassermann, Neisser und mir entdeckte Syphilisreaktion zu berichten,

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

da war es wohl schon klar, daß diese Entdeckung einen großen Fortschritt bedeutet; wir ahnten damals aber noch nicht, welche gewaltigen Umwälzungen in der Erkenntnis der Syphilis, ihrer Behandlung, ja auch ihrer Bekämpfung als Volksseuche gemacht werden würden. Sie haben soeben aus dem Munde zweier verdienstvoller Forscher auf diesem Gebiete den jetzigen Stand der Frage vernommen, und ich sehe zu meiner Befriedigung, daß die Reaktion die Hoffnungen und Wünsche, die ich damals im Verein mit meinen Lehrern Wassermann und Neisser ausgesprochen habe, zum größten Teil in Erfüllung gegangen sind. Denn, daß auch die lange Zeit diskutierte Frage nach dem Wert der Reaktion für die Therapie heute in dem Sinne gelöst ist, daß dieser Wert unverkennbar ist, scheint mir sicher zu sein. Gerade die Salvarsanära hat diese Frage schneller einer Lösung näher gebracht, als zu erwarten war, und unwillkürlich hat die Ausarbeitung der Salvarsantherapie auch diejenigen von dem hohen Wert der Reaktion für die Beurteilung der Wirksamkeit unserer Therapie zu überzeugen vermocht, die bisher nur die diagnostische Bedeutung der Reaktion anerkannten. Keiner derjenigen, die sich um die Ausgestaltung der modernen Luestherapie verdient gemacht haben, wird leugnen, wie wertvolle Dienste ihm die Serumreaktion hierbei geleistet hat, und so dürfte das erreicht sein, was Neisser, Citron und ich schon seit langem betont haben, daß die WR. nicht nur ein äußerst wichtiges diagnostisches Moment darstellt, sondern gerade auch in den Latenzzeiten der Krankheit, wo uns andere Hilfsmittel nicht zur Verfügung stehen, als ein wertvoller Maßstab der Therapie in Betracht kommt.

Freilich unfehlbar ist dieses Hilfsmittel nicht, denn die Reaktion ist eben kein chemisches, sondern ein biologisches und daher gewissen Schwankungen und Fehlerquellen ausgesetztes Phänomen, und so müssen wir es mit Freude begrüßen, wenn wir außer der WR. noch andere Faktoren kennen lernen, die uns die häufigen Schwierigkeiten in diagnostischen und therapeutischen Fragen, soweit sie die Lues betreffen, überwinden helfen. Und ein derartiges Unterstützungsmittel für unsere bisherige klinische und serologische Diagnose der Syphilis scheint ein weiteres biologisches Phänomen zu werden, über das ich Ihnen in Kürze berichten möchte, die *Cutireaktion*.

Unter einer Cutireaktion im klinischen Sinne verstehen wir die Eigenschaft der Haut eines an einer Infektionskrankheit leidenden Menschen, auf Einimpfung des die Krankheit erzeugenden Erregers bzw. seiner Stoffe mit einer lokalen Entzündung zu antworten. So entsteht z. B. bei Impfung eines Tuberkulösen mit Tuberkulin eine Impfpapel, die bekannte Pirquetreaktion.

Im allgemeinen dürfte dieses Hautphänomen in engstem Zusammenhang mit einer spezifischen Überempfindlichkeit stehen, die der ganze Organismus im Laufe der Infektion gegenüber dem artfremden Antigen der Erreger erwerben kann, ein Vorgang, auf den ich hier nicht näher eingehen kann. — Nun erscheint es auf den ersten Blick paradox, gerade bei der Lues nach Überempfind-

lichkeiterscheinungen zu fahnden, bei einer Erkrankung, bei der ja lange Zeit das Dogma bestand, eine einmal erworbene Infektion mache immun, und zwar so, daß ein noch Syphiliskrankter oder jemand, der einmal Syphilis durchgemacht hat, sich neuen Infektionen aussetzen kann, ohne daß er neue Krankheiterscheinungen bekommt. Man konnte also eher eine spezifische *Unterempfindlichkeit* der Haut von Syphilitikern vermuten, als das Gegenteil. In der Tat begannen die ersten Versuche über eine Cutireaktion bei Lues erst, als *Neisser* gezeigt hatte, daß eine *echte* Immunität bei dieser Krankheit überhaupt nicht existiert, und als *Finger* und *Landsteiner*, *Ehrmann* u. a. ihre grundlegenden Superinfektionsversuche veröffentlicht hatten. Gerade die Superinfektionsversuche, die zeigten, daß eine unter bestimmten Bedingungen vorgenommene Reinfektion von Luetikern im Sekundärstadium papulöse Effloreszenzen, im Tertiärstadium den tertiären Hautsyphiliden ähnliche Erscheinungen hervorrufen kann, ließen die Anschauungen über die angebliche Unempfindlichkeit derluetischen Haut in neuem Lichte erscheinen, und sie regten zu Versuchen an, wie sich die Haut gegenüber Impfungen mit *totem*luetischen Material verhielt.

Die ersten derartigen Versuche wurden 1908 von *Meirowski* an der *Breslauer* Klinik sowie von *Tedeschi* gemacht. *M.* stellte sich Extrakte aus syphilitischen Lebern her und impfte damit Syphilitiker. Bei 96 % derselben trat eine positive Reaktion, die sich in einem lokalen Erythem und einer tiefen, sich erst allmählich zurückbildenden Infiltration der Impfstelle kennzeichnete. Bei 116 Kontrollimpfungen mit Extrakt aus normaler Leber trat nur einmal eine deutliche Quaddel auf, wurde jedoch der Extrakt eingedampft, so reagierten Luetiker auch auf diesen konzentrierten Normal-extrakt positiv. *M.* hat also schon damals eine besondere Reaktionsfähigkeit der Haut syphilitischer Menschen festgestellt, er hat aber die Frage offen gelassen, ob die die Reaktion auslösende Komponente eine spezifische ist oder ob es sich um Stoffe handelt, die schon normalerweise in der Leber vorhanden sind.

Tedeschi benutzte Extrakte aus Primäraffekten und erzielte ebenfalls bei Luetikern positive Cuti- und Ophthalmoreaktionen, während bei Gesunden und bei Hg-behandelten Syphilitikern die Reaktion ausblieb.

Andere Autoren, so *Nobl*, *Ciuffo*, hatten nur negative Resultate.

1910 gaben dann wieder *Nicolas*, *Favre* und *Gauthier* an, mit einem „Syphilin“, einem Glycerinextrakt aus syphilitischer Leber, bei cutaner Impfung ungenügende, dagegen bei intracutaner Injektion positive und spezifische Resultate erzielt zu haben. *Ich* selbst sowie *Bertin* und *Le Bruyau* konnten diese Befunde aber nicht bestätigen. Auch *Jadassohn* hatte nur negative Resultate, außer bei einer *malignen* Lues, die bei jeder Inokulation erneut und stark reagierte.

In eine neue Phase trat die Frage der Cutireaktion erst durch die Versuche von *Noguchi*, der mit Präparaten aus seinen Spirochaetenrein-

kulturen arbeitete. *N.* stellte sich seine Testflüssigkeit so her, daß er Reinkulturen auf Ascitesagar und flüssigen Ascites zu einer Emulsion mischte, bei 60° abtötete und durch Phenolzusatz konservierte. Diese Flüssigkeit, die massenhaft Spirochaetenleiber enthält, nannte er *Luetin*. Da die bereits genannten Versuche früherer Autoren gezeigt hatten, daß eventuell auch auf ganz unspezifische Reize eine Reaktion erfolgen kann, benutzt *N.* als Kontrollflüssigkeit Ascitesnährbodenextrakt, auf dem keine Spirochaeten gewachsen waren. — Es wurde nun jedesmal 0,05 ccm dieser beiden Präparate mit einer feinen Kanüle intracutan am Oberarm injiziert, auf der einen Seite das *Luetin*, auf der anderen die Kontrollflüssigkeit. Es erfolgte darauf in jedem Falle nach 24 Stunden eine leichte traumatische Entzündung: Rötung und zuweilen auch leichte Infiltration. Während aber bei Normalen und bei Nichtluetikern diese akut entzündlichen Erscheinungen nach 48 Stunden, spätestens am 3. Tage restlos zurückgingen, nahm bei Luetikern die Infiltration und Entzündung zu und hielt mehr oder weniger lange an. So unterscheidet *N.* drei Formen der positiven Reaktion:

1. Eine *papuläre* Form: es entsteht nach 24 bis 48 Stunden eine große harte Papel mit einem großen entzündlichen Hof. Während der nächsten Tage nimmt die Induration und erysipelartige Rötung zu und verschwindet allmählich erst.

2. *Pustuläre* Form: ca. am 4. bis 5. Tage bilden sich auf der Oberfläche der Papel miliare Bläschen oder eine Blase, die pustulös wird, eventuell in der Mitte auch ein kleiner Erweichungsherd.

3. *Torpide* Form: die Reaktion verläuft erst wie beim Normalen, die Entzündung heilt ganz ab, und erst nach 10 Tagen bildet sich an der Impfstelle eine pustulöse Effloreszenz aus.

Bei 146 Kontrollfällen fand *N.* keine Reaktion. Von 8 Primäreffekten war nur einer positiv, von Sekundärfällen ca. die Hälfte, von Tertiärfällen und bei hereditärer Syphilis alle, und bei Metasyphilis ca. zwei Drittel der Fälle.

Wir hätten hier also eine für Lues spezifische Reaktion, die in den Frühstadien der Erkrankung seltener, mit großer Regelmäßigkeit jedoch in den Spätstadien auftritt.

Die Angaben von *N.* wurden im wesentlichen von *Nobl* und *Fluß*, *Kämmerer*, *Robinson*, *Fox*, *Cohen*, *Wolfsohn*, *Gradwohl*, *Rytine*, *Bellantini* bestätigt. Sie tritt seltener in den Frühperioden, mit großer Regelmäßigkeit in den Spätperioden auf. Auch unsere eigenen Versuche, die sowohl mit N.schem *Luetin* von *Bernheim* als mit eigenen Spirochaetenreinkulturpräparaten von *Nakano* vorgenommen wurden, kommen zu demselben Resultat. Man muß jedoch, worauf auch die meisten Autoren hinweisen, erst vom 3. Tage ab mit dem Ablesen der Resultate beginnen und ca. 14 Tage kontrollieren, um verwertbare Resultate zu erhalten. Ferner sind sowohl von einigen der genannten Autoren als von uns, besonders aber von *Boas* und *Ditlevsen* eine Reihe von Fällen beobachtet worden, bei denen eine deutlich positive Cutireaktion

auftrat, ohne daß sonst klinisch oder serologisch Lues nachweisbar gewesen wäre. Zum Teil handelte es sich um Gesunde, zum Teil an anderen Krankheiten Leidende.

In neuester Zeit ist die Cutireaktion wieder eingehend von *Fischer* und *Klausner* sowie von *R. Müller* und *Stein* studiert worden, die allerdings sämtlich nicht mit Luetin, sondern mit Extrakten spirochaetenreicher Organe arbeiteten. *Kl.* findet die Reaktion absolut spezifisch, kann jedoch nur bei tertiären, hereditären und spätlatenten Fällen, hier aber mit großer Regelmäßigkeit positive Reaktion beobachten. In den Frühstadien trat sie nie auf, ebenso vermißte sie *Fischer* stets bei 20 untersuchten Paralysefällen. Er steht hier im Gegensatz zu den Angaben *Noguchis*. *Müller* und *Stein* fanden sie auch regelmäßig bei Lues III, jedoch zuweilen auch in der Frühperiode. Ihre Resultate stimmen überein mit den von *Nakano* an unserer Klinik mit Luesleberextrakt ausgeführten. — Ferner studierten *Baermann* und *Heinemann* die Reaktion in den Tropen, besonders das Verhalten der Framboesie zur Cutireaktion. Sie fanden dieselbe sowohl mit Lues- als mit Framboesieextrakt vorgenommen, ganz spezifisch. Bei Gesunden wurde nie, wohl aber bei Lues- und Framboesiekranken aller Stadien positive Reaktion beobachtet, die Regelmäßigkeit der Reaktion nahm jedoch mit dem Alter der Erkrankung zu, eine Reaktionsdifferenz zwischen Lues- und Framboesiekranken war nicht zu konstatieren.

Über das Vorkommen der Cutireaktion und ihre Spezifität läßt sich also zusammenfassend sagen:

Bei der bisher üblichen Technik und der Benutzung des Luetins oder eines zu diesem Zwecke genau austitrierten Luesorganextraktes tritt eine positive Cutireaktion im Primärstadium selten, in den Frühstadien und der Spätlatenz unregelmäßig auf. Dagegen findet sie sich bei Lues III und hereditärer Lues mit großer Konstanz. Über das Vorkommen bei Tabes und Paralyse läßt sich bisher ein Urteil noch nicht fällen. — Eine absolute Spezifität scheint nicht immer vorhanden zu sein, daß die Reaktion in innigstem Zusammenhang mit Lues steht, ist zweifellos, es können sich jedoch einzelne Fälle von Nichtlues mit positiver Reaktion finden. Allerdings ist es wohl möglich, daß man mit der fortschreitenden Kenntnis vom Wesen der Reaktion bzw. der Verbesserung der Extraktbereitung allgemein zu ganz spezifischen Resultaten gelangen wird.

Es lag nun nahe, das Verhalten der Serumreaktion zum Auftreten der Cutireaktion zu studieren. Hier ergibt sich ein Antagonismus nicht nur insofern, als die Cutireaktion seltener im Frühstadium als im Spätstadium vorkommt, während die Verhältnisse bzgl. der WR. gerade umgekehrt liegen, sondern es geht schon aus den Untersuchungen von *Noguchi*, ferner von *Fontana*, *Robinson*, *Klausner*, *Gradwohl* sowie unseren eigenen Beobachtungen hervor, daß im Einzelfall häufig Cutireaktion und WR. nicht Hand in Hand geht. Im Gegenteil scheinen häufig Fälle der Spätperiode mit Erscheinungen bei negativem Wassermann

eine besonders energische Cutireaktion zu zeigen. Andererseits fand wieder *Klausner* nicht selten Fälle von Periostitis gummosa sowie maligner Lues mit negativer Serumreaktion (neg. WR. ist ja in solchen Fällen eine bereits häufig gemachte Beobachtung) und gleichzeitiger negativer Cutireaktion.

Müller und *Stein* haben es sich nun zur Aufgabe gemacht, die Verhältnisse zwischen WR. und Cutireaktion näher zu verfolgen, und sie sind dabei zu sehr interessanten und wichtigen Ergebnissen gelangt. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bei spätlatenten Fällen, die früher zur Zeit manifester Erscheinungen serologisch positiv reagiert hatten, zur Zeit der Vornahme der Cutireaktion aber negativen Wassermann zeigten, durch den positiven Ausfall der Cutireaktion auch die negative Serumreaktion in eine positive verwandelt werden kann. Fälle mit Tertiärserscheinungen und schwach positivem Wassermann wurden durch die positive Cutireaktion auch serologisch stark positiv. Fälle endlich von Tertiärserscheinungen mit völlig negativem Wassermann konnten auch durch eine positive Cutireaktion nicht zu einer positiven Serumreaktion gebracht werden.

Diese Entdeckung hat nun nicht nur ein theoretisches, sondern auch praktisches Interesse. Es fragt sich, wie ist dieses Phänomen zu erklären? Daß der bei der Cutireaktion gesetzte lokale Herd an und für sich die positive Serumreaktion auslösen kann, glaube ich gleich *Müller* und *Stein* ausschließen zu können. Den genannten Autoren scheint die Annahme am wahrscheinlichsten, daß durch eine positive Cutireaktion latente Luesherde zu einer Art reaktiven Aktivität gebracht werden können, und daß von dort aus die Serumreaktion erneut ausgelöst wird, wobei natürlich die pathogene Wirkung der Spirochaeten nicht auch erneut entfacht zu werden braucht. Ist diese Annahme richtig, so wäre allerdings mit diesem Phänomen eine praktisch wichtige Methode gegeben, vollkommen geheilte von ungeheilten latenten Fällen zu sondern. Ich glaube jedoch, daß man vorläufig mit der Deutung noch vorsichtig sein muß. Es wäre auch denkbar, daß eine positive Serumreaktion durch eine positive Cutireaktion auch provoziert werden kann in einem Organismus, der früherluetisch gewesen, jetzt aber völlig gesund ist, d. h. keine latenten Luesherde mehr enthält. Denn wir wissen, daß ein Organismus, der einmal eine Infektion überstanden, spezifische Antikörper, oder sagen wir „Reagine“ im weitesten Sinne gebildet, nach Ablauf der Krankheit aber wieder verloren hat, auf einen neuen Anstoß, der durch das spezifische Antigen, zuweilen sogar durch unspezifische Reize gesetzt wird, zu einer erneuten Reaginproduktion angeregt wird. Es würde sich also dann nicht um eine Reaktion alter Krankheitsherde, sondern um eine bleibende Labilität der reaginspendenden Gewebe handeln. So könnte man sich also vorstellen, daß bei der Lues trotz völliger Heilung der Krankheit durch eine positive Cutireaktion auf die als Reaginspender in Betracht kommenden Gewebe, sei dies nun Knochenmark, Milz, Leber, Haut oder andere, ein neuer spezifischer

Reiz ausgeübt wird, dessen Folgen sich in einem Neuauftreten komplementbindender Substanzen äußern würden.

Dort, wo die Reaktionsfähigkeit des Gewebes a priori fehlt, wie bei den Fällen von negativem Wassermann *trotz* Erscheinungen, kann auch durch eine Neueinwirkung des Antigens in Gestalt der Cutireaktion eine Produktion der Reagine nicht erzielt werden. Natürlich muß man, wenn man der Annahme zuneigt, daß eine positive Serumreaktion durch eine positive Cutireaktion auch trotz bereits eingetretener *Heilung* hervorgerufen werden kann, die stillschweigende Voraussetzung machen, daß eine positive Cutireaktion auch nach völligem Erlöschen der Lues noch vorkommen kann, ein Punkt, auf den ich gleich zurückkomme. — Sei dem, wie es will, jedenfalls ist die von Müller und Stein festgestellte Beziehung zwischen Cutireaktion und Serumreaktion eine äußerst interessante Entdeckung, die noch weiter eingehend studiert werden muß. Die Angabe von Baermann und Heinemann, daß sie selbst nach wiederholten Cutireaktionen eine Änderung des WR. nicht finden konnten, dürfte hieran vorläufig nichts ändern, da ja Müller und Stein gezeigt haben, daß das Umschlagen der Reaktion nur unter ganz besonderen Verhältnissen eintritt.

Was nun die *Beeinflussung der Cutireaktion* durch die *spezifische Behandlung* anbelangt, so ist darüber noch nichts Sicheres bekannt. Nach Noguchi reagieren gerade Hg- und salvarsanbehandelte Fälle sehr deutlich, die gleichen Beobachtungen machten Baermann und Heinemann. Klausner dagegen hat den Eindruck, daß die Reaktion ähnlich wie die WR. durch spezifische Therapie zum Schwinden gebracht werden kann. Also auch nach dieser Richtung müssen noch zahlreiche Beobachtungen gesammelt werden.

Das *Wesen der Reaktion* beruht auf einer im Laufe der Krankheit zustande kommenden eigenartigen Reaktionsfähigkeit der Gewebe auf Spirochaeten bzw. ihre Produkte. Es ist dies derselbe Vorgang, der ja schon lange die Syphilispathologie beschäftigt, den besonders Neisser eingehend studiert und als Umstimmung bezeichnet hat. Wir haben gesehen, daß die Entwicklung der Cutireaktion erst allmählich vor sich geht, daß sie selten im Frühstadium, beinahe konstant im Tertiärstadium ist, und wir müssen uns hierbei an denselben Verlauf der Umstimmung während der Luesinfektion erinnern, jenen seltsamen Vorgang, den schon Jadassohn vor Jahren hervorgehoben: bei Frühluess reichliche Spirochaeten und relativ bescheidene Krankheitsprodukte, im Tertiärstadium ganz wenige Erreger und eine exzessive Gewebsalteration (Granulationsbildungen und Neigung zum Zerfall). Die Cutireaktion ist, wie auch schon Kreibich betont hat, ein sehr geeignetes Mittel, diese Verhältnisse zu studieren. Hier sehen wir geringe Mengen selbst toten Spirochaetenmaterials bei vorhandener Umstimmung der Haut Reaktionen hervorrufen, die sich zuweilen sogar zu gummaähnlichen Gebilden und zur Nekrose steigern können. Ich habe diese Erscheinungen, das

Wesen der Cutireaktion, die Pathogenese gummöser Prozesse und ihre Beziehungen zu jener Umstimmung und Überempfindlichkeit der Haut durch Nakano genauer untersuchen lassen; ich kann aber auf diese Studien hier nicht näher eingehen. Daß die Cutireaktion zuweilen auch bei Nicht-Luetikern gefunden wird, daß man andererseits, wie die Versuche von Meirowski, Müller-Stein und besonders Boas-Ditlevsen zeigen, auch bei Luetikern mit unspezifischen Agentien zuweilen positive Reaktionen erzielen kann (Normalorganextrakte, Bakterienemulsionen), daß man ferner nicht selten gleichzeitig mit der Luetinstelle auch die Kontrollstelle mitreagieren sieht, spricht nicht dagegen, daß bei der Cutireaktion eine spezifische Komponente die Hauptrolle spielt. Ich brauche nur daran zu erinnern, daß wir bei tuberkulinüberempfindlicher Haut, z. B. bei Lupösen, auch nicht selten eine Reaktionsfähigkeit — nicht nur auf Tuberkulin —, sondern auf *unspezifische Reize* sehen können.

Wie verhält es sich nun mit dem *praktischen Wert* der Cutireaktion für die *Diagnose*? Da scheint es mir denn heute schon sicher zu sein, daß die Cutireaktion ein wertvoller Bestand unseres diagnostischen Rüstzeuges werden wird. Daß sie die Serumreaktion ersetzen oder verdrängen kann, ist ja nach dem, was ich Ihnen über das Vorkommen der Reaktion in den Frühstadien, über die häufige Differenz zwischen positivem Wassermann und Cutireaktion mitgeteilt habe, ausgeschlossen. Wohl aber dürfte die Cutireaktion in den Spätstadien, bei hereditärer und maligner Lues, und zwar besonders in den Fällen mit zweifelhaften Erscheinungen und negativem Blutbefund als diagnostisches Hilfsmittel eine hohe Bedeutung erlangen. — Bei der großen Konstanz der Cutireaktion in solchen Fällen wird ihr positiver Ausfall häufig auf die richtige Fährte leiten. In der Tat sind schon eine ganze Reihe solcher Fälle beschrieben worden, wo die richtige Diagnose einzig aus der positiven Cutireaktion gestellt werden konnte. Allerdings werden wir uns daran erinnern müssen, daß die Cutireaktion zuweilen auch bei Nicht-Lues vorzukommen scheint, und es werden diese Verhältnisse erst noch näher untersucht werden müssen, ehe die diagnostische Bedeutung der Reaktion völlig klar wird.

Müller und Stein schließen sogar in Fällen mit gummaverdächtigen Erscheinungen bei *negativer* Cutireaktion die Diagnose Lues aus. Das ist vielleicht noch etwas gewagt, immerhin ist es sicher, daß wir für die Luesdiagnose jetzt zwei wertvolle biologische Mittel zur Verfügung haben: für *sämtliche* Stadien die *Wassermannsche* Reaktion und für die *Spätstadien*, in denen die WR. im Stich lassen kann, die *Cutireaktion*.

Als besonders wertvoll hat man auch die technisch leichte Ausführbarkeit der Cutireaktion angesehen, die es ermöglichte, daß sie jeder praktische Arzt leicht handhaben kann. Daß die Technik eine einfache ist, gleichgültig, ob man intracutan injiziert oder ob man, wie Klausner neuerdings empfiehlt, mit der Impfpflanzette inokuliert, muß

zugegeben werden. Es kommt aber bei der Ausführung der Reaktion vor allem auf das *Ablezen* der Resultate an und hierzu gehört eine ziemliche Übung und Schulung, so daß der hierin Ungeübte leicht Fehlschlüssen anheimfallen kann. Ich glaube also nicht, daß man dem Praktiker heute schon raten kann, die Reaktion selbst vorzunehmen und zu beurteilen.

Daß durch die Reaktion eine Schädigung des Patienten gesetzt werden kann, halte ich für ganz ausgeschlossen. Irgendwelche größere Unbequemlichkeiten habe ich selbst beim Zustandekommen starker Lokalreaktionen nicht beobachtet. Auch daß etwa durch die Reaktion alte Herde zu neuer pathogener Tätigkeit stimuliert werden, dafür liegen gar keine Anhaltspunkte vor. Auch Müller und Stein stehen wohl auf dem Standpunkt, daß selbst, wenn man eine Beziehung zwischen Cutireaktion und alten Herden annimmt, eine *pathogene* Wirkung nicht zu befürchten ist.

Eine weitere Frage ist auch noch die Beschaffung einer einheitlichen und konstanten Testflüssigkeit, denn vorläufig wird das Luetin noch nicht im großen dargestellt, und diejenigen Untersucher, die es nicht direkt von *Noguchi* beziehen, machen ihre Präparate selbst und benutzen teilweise *Spirochaetenorganextrakte*. Also auch hierin muß nach einer Einheitlichkeit getrachtet werden. Ich möchte nur noch erwähnen, daß die Resultate von *Loeper*, *Desbous* und *Dureaux*, die das Luetin angeblich mit Erfolg durch konzentrierte Lösungen von glykocholsaurem Na ersetzen, von *Fontana* nicht bestätigt werden konnten.

Noch ein Wort über die *prognostische* Bedeutung der Reaktion! Hier muß man natürlich noch sehr vorsichtig sein. Daß es ein prognostisch günstiges Zeichen ist, wenn bei Fällen früherer Lues nie mehr Erscheinungen auftreten, das Serum dauernd negativ befunden wird und nun auch die Cutireaktion negativ ausfällt, also eigentlich nichts mehr an die frühere Infektion mahnt, dürfte klar sein. Hier ist die negative Cutireaktion jetzt ein Glied mehr in der Kette unserer Beweise der Definitivheilung. Dagegen darf man, glaube ich, umgekehrt der positiven Cutireaktion in derartigen Fällen — vorläufig wenigstens — einen Beweis nicht zusprechen. Ich komme damit auf das zurück, was ich vorhin schon andeutete: Wir wissen heute noch nicht, ob die Cutireaktion nicht noch lange nach der definitiven Heilung positiv sein kann, denn es wäre ja sehr leicht möglich, daß die eigenartige Hautüberempfindlichkeit die Krankheit lange überdauern kann. Voraussichtlich werden aber die weiteren Untersuchungen, besonders die über die Beeinflussung der Cutireaktion durch spezifische Behandlung, zeigen, inwieweit die Cutireaktion als Symptom noch bestehender Lues aufzufassen ist und inwieweit ihr dann eine prognostische Bedeutung beigemessen werden kann. Es hat ja auch lange gedauert, bis wir über die Bedeutung der WR. für die Definitivheilung klarer zu sehen beginnen.

Ferner möchte ich auch dem *Noguchischen* Standpunkt, daß im Spätstadium bei bestehenden

Erscheinungen und positivem Wassermann die negative Cutireaktion eine prognostisch ungünstige Bedeutung hat, nicht ohne weiteres beitreten. Möglich, daß dem so ist, daß der Verlauf der Syphilis in den Fällen, in denen jene Gewebsumstimmung ausbleibt, ein besonders ungünstiger ist, Genaueres werden wir jedoch erst nach jahrelanger Erfahrung hierüber wissen.

Jedenfalls dürfen wir aber schon heute im Interesse der Syphilispathologie und -therapie mit den beiden Geschenken, die uns die Biologie in den letzten Jahren gespendet hat: die Serumreaktion und die Cutireaktion, recht zufrieden sein!

Literatur.

- Meirowski*, Arch. f. Derm. 1909, Bd. 94.
Tedeschi, Gazz. dagl. osp. 1908, ref. Münch. med. W. 1908, p. 2200.
Nobl, Arch. f. Derm. Bd. 99.
Ciuffo, Giorn. delle mal. ven. e. pelle 1909.
Nicolas, Favre und Gauthier, Compt. rend. soc. biol. 1910.
Bruck, Beitr. z. Path. u. Ther. der Syph., herausg. von *Neisser*, 1909.
Jadassohn, IX. Kongr. der deutsch. dermat. Ges. 1906, Bern. Arch. f. Derm. Bd. 86, 1907.
Noguchi, Münch. med. W. 1911, 45. Journ. of exp. med. 1911.
Bertin-Le Bruyant, Compt. rend. soc. biol. 1910.
Loeper, Desbous und Dureaux, Soc. des Hôp. Janvier 1911.
Fontana, Derm. Woch. 1912, Nr. 4.
Nobl-Fiuf, Wien. kl. W. 1912, 13.
Kämmerer, Münch. med. Woch. 1912, 28.
Noguchi, Journ. am. med. ass. 1912. Ref. Derm. Woch. 1912.
Robinson, Journ. of cut. dis. 1912.
Fox, ibid.
Cohen, Arch. f. Ophth. 1912.
Wolfsohn, Bull. of John Hopkins Hosp. 1912.
Bellantini, Gazz. degli osp. 1912.
Rytina, Med. Record 1913. Ref. Derm. W. 1913, 28.
Gradwohl, Med. Record 1912.
Fontana, Zentr. f. Bakt. 1912, Bd. 53.
Fischer und Klausner, Wien. kl. W. 1913, 2.
Klausner, ibid. Nr. 24.
R. Müller und Stein, Wien. kl. Woch. 1913, Nr. 11 und 21.
Boas und Ditlevsen, Arch. f. Derm. 1913, Bd. 116, H. 3.
Baermann und Heinemann, Münch. med. Woch. 1913, 28.
Faginoli und Fisichella, B. kl. W. 1913, 39.
Benedek, Münch. med. Woch. 1913, 37.

Einige Experimente zum Studium der Frostwirkungen auf die Obstbäume.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Paul Sorauer, Berlin-Schöneberg.

Wer einmal bei sehr strenger, anhaltender Kälte durch einen mit Eichen bestandenen Wald gefahren, wird bisweilen durch ein plötzliches Krachen erschreckt worden sein. Der Forstmann kennt diese Erscheinung und weiß, daß dann ein Baum gespalten ist. Der alte Stamm hat einen klaffenden Längsriß erhalten. Der Spalt bleibt aber nur so lange offen, wie der starke Frost anhält. Bei eintretender milder Witterung schließt sich derselbe, so daß man dann nur bei genauer Prüfung die Wunde entdecken kann.

Diese *Frostspalten* sind nicht auf die Eichen beschränkt; sie sind an Buchen, Hainbuchen, Pappeln, und in unseren Anlagen namentlich an Kastanien beobachtet worden. Von letztgenannten Bäumen liegt ein interessantes Experiment von dem ehemaligen Direktor des Breslauer Botanischen Gartens, *Goeppert*, vor. In dem Breslauer Garten befand sich eine lange Kastanienallee, von der einige Bäume durch einen starken Winterfrost tiefe Längsspalten von bisweilen schwach spiraligem Verlauf erhalten hatten. Die Form dieser Zerklüftungen richtet sich nämlich nach dem Lauf der Holzfaser, und dieser nach der Art des Wachstums. Je schnellwüchsiger ein Baum ist, desto geringer ist die spiralförmige Drehung; bei trockenem Standort und langsamem Längenwachstum wird die spiralförmige Drehung stärker, wofür Weißdorn und Flieder gute Beispiele liefern.

Bei den Kastanien des Breslauer Botanischen Gartens nun steckte *Goeppert* zur Zeit starken Frostes in den offenen Frostspalt einen eisernen Keil. Als die Kälte nachgelassen, war dieser Keil so fest von den Spalträndern festgehalten, daß er auch mit größter Anstrengung nicht herauszuziehen war.

Aus diesem einfachen Versuche ergibt sich folgendes. Ein jeder gesunde Baumstamm wird durch die Kälte zusammengezogen; aber diese Zusammenziehung ist infolge des anatomischen Baues in der Richtung des Stammradius geringer als in tangentialer Richtung. Wenn nun diese Zusammenziehung der Stämme durch die Kälte einen so hohen Grad erreicht, daß der Zusammenhang der Gewebe überwunden wird, reißt infolge der überwiegenden tangentialen Zerrung erst die Rinde und dann der Holzzylinder spaltenförmig auseinander. Geht bei Nachlassen des Frostes die Differenz zwischen Radial- und Tangentialzusammenziehung wieder auf ihr gewöhnliches Maß zurück, schließen sich die Spaltränder. Ist ein Frostspalt einmal vorhanden, dann genügen in anderen Jahren schon geringere Frostgrade, um das Öffnen der Frostwunde zu wiederholen.

Wir können dieses Übergewicht der Zusammenziehung in der Richtung des Stammumfanges über die radiale Richtung auch in anderer Weise kennen lernen. Wir brauchen nur eine frische Scheibe eines Baumstammes in die Sonne zum Trocknen zu legen. Nach einiger Zeit bekommt die Scheibe Trockenrisse, die alle in radialer Richtung verlaufen.

Der Umstand, daß die Frostspalten bei Eintritt wärmerer Witterung so fest sich wieder schließen, muß für den Heilungsprozeß der Wunde von großer Bedeutung sein. Wir sehen bei den sonstigen Stammwunden, bei denen die Wundfläche offen bleibt, also z. B. am Querschnitt eines Astes oder nach dem Abhauen eines Längsspanes, daß unmittelbar unter der Rinde sich neues Gewebe hervorwölbt, das zu einem immer dicker werdenden Überwallungsrande sich ausbildet und die Wundfläche allmählich überdeckt. Bei abgesägten Ästen vereinigt sich der allseitig an der Peripherie hervorquellende Überwallungsrand nicht selten zu einer Kappe, die die

ehemalige Schnittfläche gänzlich überzieht. Bei Längswunden dringen von den beiden Längsseiten aus die Überwallungsränder gegeneinander vor und bedecken schließlich die bloßgelegt gewesene Wundfläche, indem sie sich lippenartig vereinigen. Bei allen diesen Verletzungen legt sich also das Heilungsgewebe dicht an die Wundfläche an.

Aber wie ist es bei dem Frostspalt, dessen Wundränder sich bei Eintritt wärmerer Witterung so fest schließen, daß die entstehenden Überwallungsränder keinen Platz finden, um sich auszubreiten? Sie wachsen also nicht auf die Wundfläche, da diese sich geschlossen hat, sondern treten als Schwielen über den Stamm hervor. Dadurch entsteht eine über die Stammoberfläche hervortretende Schwielen, die so lang wie der ehemalige Frostspalt ist und auf ihrem Rücken eine Furche trägt. Die Furche ist

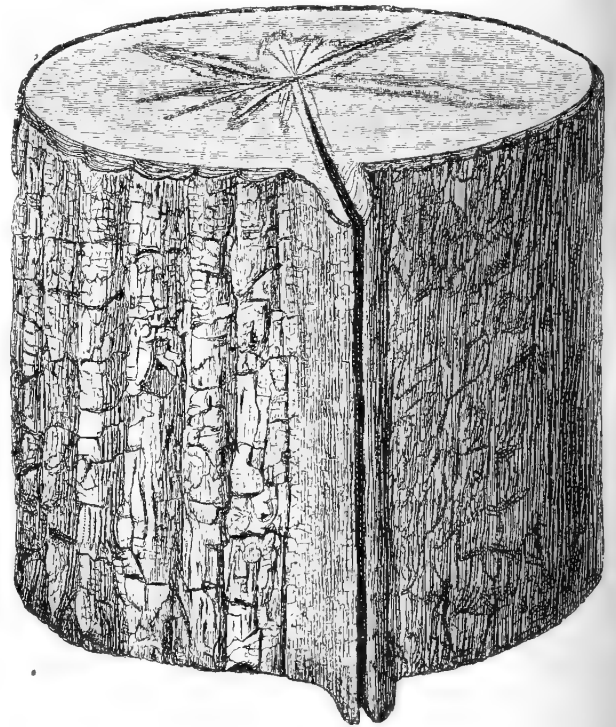


Fig. 1.

die Vereinigungsstelle der beiden Überwallungswülste, die an jeder Seite des Spaltes hervorgebrochen sind. Diesen über den ehemaligen Spalt hervortretenden Holzwulst, der wie eine große holzige Schwielen am Stamm entlang läuft, nennt man eine *Frostleiste* (s. Fig. 1). Da durch keinen anderen Wundheilungsprozeß eine solche Leiste entsteht, ist man in der Lage, nach vielen Jahren noch festzustellen, daß ein Baum ehemals durch Frost zerklüftet worden ist.

Für den Forstwirt sind alle Baumwunden von schwerwiegender Bedeutung; denn in vielen Fällen siedeln sich, dem bloßen Auge unbemerkt, an der Wundfläche holzerstörende Pilze an, welche ihre stille Arbeit jahrelang fortsetzen und den Ast oder Stamm kernfaul machen, bis ein Sturm die morsche Achse umbricht. Infolgedessen wird eine sorgfältige Baumpflege bemüht sein müssen, große Schnitt-

flächen mit Teer abzuschließen, um die Ansiedlung der Pilzsporen zu verhindern.

Der Obstzüchter hat natürlich mit denselben Gefahren zu kämpfen und Beispiele für eine Wundinfektion liefern nicht selten die Pflaumenbäume, aus deren Stammwunden harte, zimmetbraune Polster (der Feuerschwamm) hervorbrechen. Verwandte des Feuerschwammes brechen aus alten Apfelstämmen heraus und Verwandte dieser Pilze können die Stämme aller unserer Obstarten besiedeln.

Daß in gutgepflegten Baumbeständen derartige Erkrankungen immer seltener werden, ist erklärlich, weil die Kenntnis der Wundbehandlung eine weitere Verbreitung bei den Baumzüchtern erfahren hat und man bestrebt ist, größere Wunden alsbald mit Teer oder dgl. zu verschließen, also den Baumschwämmen die Ansiedlungsmöglichkeit abzuschneiden.

Aber es gibt auch Parasiten, welche zu ihrer Ansiedlung nicht eine große Wundfläche nötig haben, sondern minimale Rißstellen an Zweigen aufsuchen, dort eindringen und ihren Wirt zwar nicht direkt abtöten, aber zu Wucherungen anreizen, an denen sich schließlich der Baum erschöpft. Ein derartiger Schädling ist der *Krebspilz*, *Nectria ditissima* oder *galligena*, der an älteren Ästen eigenartige Flachwunden hervorruft, die von äußerst üppigen Überwallungsrändern umsäumt werden. Die Üppigkeit im Bau dieser faltigen Überwallungen bringt es mit sich, daß dieselben bald wieder absterben. Nun versucht der Baum, diese erweiterte tote Fläche im nächsten Jahre durch neue Überwallungen zu schließen, die wiederum aber demselben Schicksal verfallen und die tote Stelle also vergrößern. Auf diese Weise entstehen offene Wunden, die wie ein Geschwür immer weiter am Umfange eines Astes sich ausbreiten, bis derselbe endlich zugrunde geht. Man hat diese Form den rosenartig offenen Krebs genannt (s. Fig. 2). Außerdem kennt man noch einen „geschlossenen Krebs“, der in Form von oft faustgroßen Holzknoten auftritt (s. Fig. 3). Nun ist es gelungen, die erstere Form künstlich dadurch zu erzeugen, daß man die Sporen der *Nectria* in eine künstlich beigebrachte Schnittwunde impfte. Bei dem knolligen oder geschlossenen Krebs ist die künstliche Erzeugung noch nicht gelungen, ja es lassen sich oftmals auch bei diesen Geschwülsten die Spuren der genannten *Nectria* überhaupt nicht auffinden, so daß man vielfach diese Knoten auf andere Ursachen zurückführt.

Deshalb sei hier nur des offenen Krebses gedacht, von dem eben die eine Ursache in dem Eindringen der *Nectria* experimentell festgestellt ist. Ob nicht auch hier noch andere Faktoren mit sprechen, mag an dieser Stelle unerörtert bleiben. Wir halten uns an das Faktum, daß die Anfänge von offenen Krebsgeschwülsten durch Impfung hervorgerufen worden sind. Aber diese Impfung gelingt nur, wenn die Pilzsporen in einen durch das Messer hervorgerufenen Wundspalt gelangen, und die Frage bleibt offen, wie in der Natur die Impfung zustande kommt? Es müssen aber in der freien Natur Verhältnisse existieren, die an Zweigen von Obstbäumen

ähnliche Rißstellen erzeugen können, wie sie das Messer hervorbringt.

Der Verfasser dieser Zeilen, der sich in früheren Jahren eingehender mit der Frage der Baumkrebs beschäftigt hat, suchte an krebskranken Apfelbäumen (hier ist die Krankheit am häufigsten) die ersten Jugendzustände der Erkrankung aufzufinden. Es gelang ihm, schon an einjährigen Zweigen kleine Rißstellen nachzuweisen, die durch Wundränder lippenförmig sich wieder geschlossen hatten. Das Mikroskop zeigte an Querschnitten durch solche verwallten Risse eine überraschende Übereinstimmung mit gewissen Stadien bei frostbeschädigten Zweigen an deren Übergangsstelle in das gesunde Gewebe. Fig. 4 stellt derartige überwallte Rißstellen an Zweigen von krebskranken Apfelbäumen dar. Der links stehende Zweig zeigt bei *a* eine ovale eingesunkene Rindenstelle in der Nähe eines Auges. Der seit der Verletzung stattgehabte Zuwachs hat

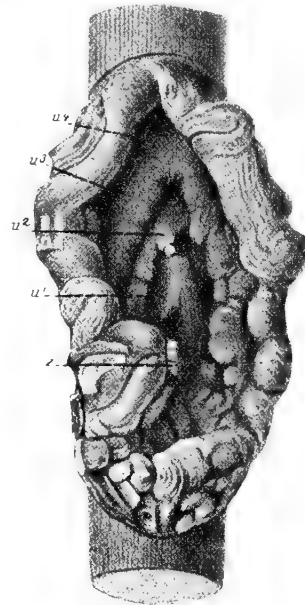


Fig. 2.

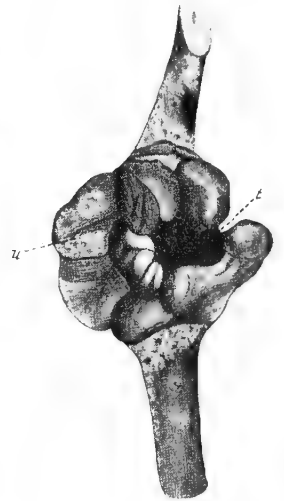


Fig. 3.

die Spannung an der toten Stelle so vermehrt, daß in der Mitte derselben sich ein Sprung in der aufgetrockneten Rinde eingestellt hat. Bei *b* sehen wir ein etwas fortgeschrittenes Stadium: die tote Rinde in der Mitte der Wunde wird bereits durch seitlich hervorgetretene und schon miteinander verschmolzene Überwallungsränder emporgehoben; *c* und *c'* sind fortgeschrittene Neubildungen; *r* sind die Ränder der ehemaligen Frostwunde; *d* zeigt ein sehr häufiges Vorkommnis, nämlich die Abtötung eines Auges.

Somit war ein Hinweis auf die mögliche Entstehung solcher Krebsanfänge durch Frostwirkung gegeben und es handelte sich jetzt um die Frage, ob man experimentell solche Risse durch Frostwirkung erzeugen könne?

Zu diesem Zwecke wurde aus starkem Zinkblech ein doppelwandiger Hohlzylinder angefertigt. Der Raum zwischen den Wandungen wurde mit Kältemischungen gefüllt. Der Innenraum des Hohlzylinders diente zur Aufnahme der Pflanzenteile,

welche der Frostwirkung ausgesetzt werden sollten. Im vorliegenden Falle, wo es sich um den Einfluß der Kälte auf Zweige eines Baumes handelte und wobei die Zweige nicht abgeschnitten werden durften, um die Reaktion des Baumes auf den Kälteangriff zu studieren, wurde der Hohlzylinder über die Zweige gestülpt und in dieser Lage einige Stunden belassen. Es geschah dies durch Aufstellung eines Galgens, an welchem der Kältezylinder durch Ketten in beliebiger Höhe fest-

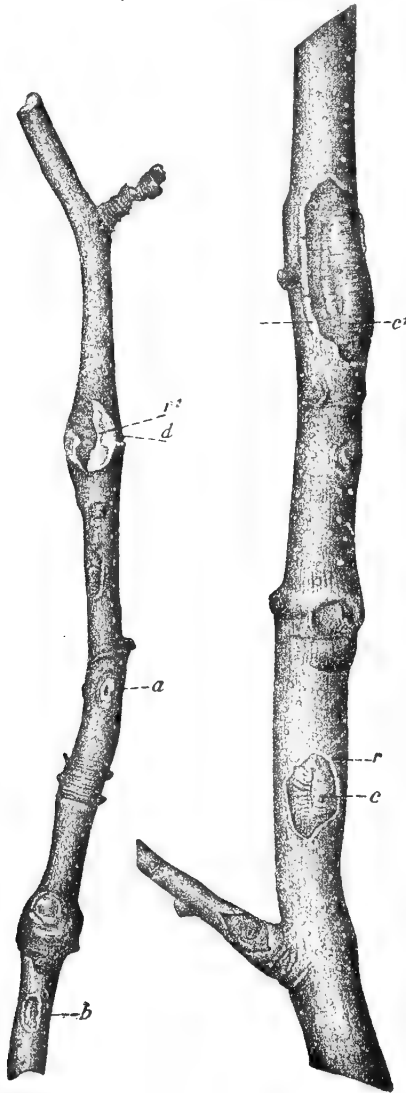


Fig. 4.

gehalten werden konnte. Nachdem der Zylinder über eine Anzahl Zweige gestülpt worden war, wurde der Gefrierraum durch Schieber, die nach Art der Irisblende sich bewegten, geschlossen. Auf den Schiebern befanden sich Hüllen zur Aufnahme von Thermometern, die bis zu verschiedener Tiefe in den Gefrierraum hineinragten.

Die Temperaturen erwiesen sich in den verschiedenen Höhen des Gefrierraums dauernd verschieden, was durch die Unbeweglichkeit der Luftschichten in dem geschlossenen Kältezylinder erklärlich war. Der höchste Kältegrad betrug -9°C .

Da die Versuche kurz vor Laubausbruch vorgenommen wurden, so überraschte die Tatsache nicht, daß man nach dem Abheben des Gefrierzylinders zunächst keine Veränderung an den noch laublosen Zweigen wahrnehmen konnte. Erst nach einiger Zeit machten sich einzelne Merkmale geltend, die an anderen gleichaltrigen Zweigen desselben Baumes nicht aufzufinden waren. Die Erscheinungen wechselten bei den einzelnen Versuchen je nach der Obstart und der Individualität der Bäume.

Von den erlangten Resultaten seien hier nur zwei hervorgehoben, nämlich die Erzielung kleinster Rißstellen bei Apfelbäumen in der Zweigrinde, welche äußerst schnell durch Überwallung geschlossen wurden, und ein Zurückbleiben in der Entwicklung einzelner Knospen bei Birnbäumen. In Fig. 5 sehen wir das Bild eines durch künstliche Kälte erzeugten Frostrisses mit seinen neuen Überwallungsrändern. Die Wunde wurde im Juli durch die Einwirkung einer Kälte von -3°C während 25 Minuten erzeugt. Es bedeutet *a* das alte Holz des Vorjahres, *b* das bis Juli entstandene Neuholz, *c* die Region, in welcher die Kälte das Gewebe getötet hatte. In den sich über die Wundfläche wölbenden üppigen Überwallungsrändern hat die schneckenförmig sich krümmende Kambiumzone *ff* eine dicke neue Rinde *g* und einen neuen, durch die Markstrahlen *d* sich fächernden Holzkörper *e* erzeugt. Aber das anfänglich erzeugte neue Holz ist ein weiches Parenchymholz, an dessen Peripherie erst allmählich normales Holz *h* mit Gefäßen entsteht; dann bildet sich in der Rinde auch erst der feste Hartbast (*hb*) aus.

Man sieht also, daß solche Frostwunde sich zwar schnell schließt; aber das überwallende Gewebe ist anfangs locker und unterliegt leicht einer neuen Kältewelle. Die anatomische Untersuchung der überwallten Rißstelle stimmte vollkommen mit den Anfängen des offenen Krebses überein, so daß man mit Sicherheit behaupten darf, daß der Frost die natürlichen Ansiedlungsstellen für den Krebspilz schafft. Daß auch andere Ursachen, wie z. B. Hagelschlag, derartige Infektionsherde schaffen können, ist nicht zu leugnen, wird aber in Wirklichkeit viel seltener vorkommen, weil die Hagelschlagwunde nicht so tief wie der Frostriß geht und auch schneller ausheilt.

(Schluß folgt.)

Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der technischen Optik.

Von Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.

(Fortsetzung.)

Die Deutlichkeit der Abbildung. Wendet man sich nun zu der Deutlichkeit der Abbildung, die in dem gesamten Blickfelde erhalten werden soll, so mag zunächst hervorgehoben werden, daß man bei den gewöhnlichen Linsen, die sich in den Probierkästen finden, und die zur subjektiven Bestimmung der Korrektur dienen, von einer Abbildung über-

haupt nicht gesprochen werden kann, sobald die Linsen von den abbildenden Strahlen schief durchsetzt werden. Man hat im allgemeinen ganz naiv angenommen, daß dieselben Linsen, die im paraxialen Raum deutliche Bilder ergeben, die gleiche Eigenschaft auch zeigen würden, wenn man Objekte mit starkem seitlichen Achsenabstande voraussetzt; diese Annahme, die leider noch vielfach in der heutigen Brillenkunde stillschweigend gemacht wird, ist aber durchaus unzutreffend, weil sie auf einem Analogieschluß beruht, der von einem Spezialfall ausgeht und einen allgemeineren Fall erledigen will. Man darf nicht vergessen, daß die von einem Achsenpunkt ausgehenden und zudem noch schwach gegen die Achse geneigten Strahlen nach Formeln durch das System verfolgt werden, die diesen sehr einfachen Verhältnissen entsprechend außerordentlich einfach und leicht übersichtlich gebaut sind. Nimmt man dagegen Hauptstrahlen von endlicher Schiefe an, so gelten eben gewisse viel komplizierter gebaute Formeln, die allerdings bei Beschränkung auf

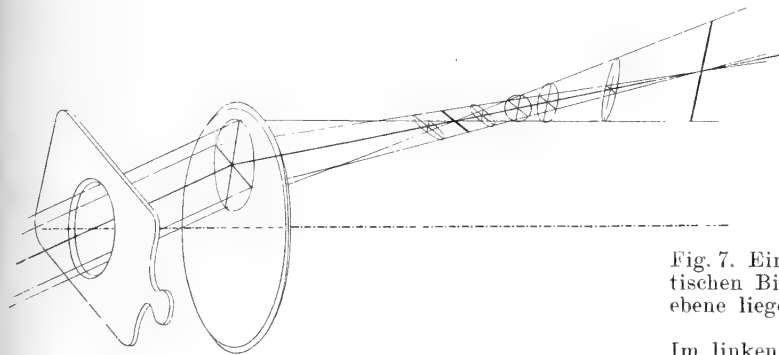


Fig. 6. Die astigmatische Deformation eines ursprünglich homozentrischen Büschels infolge schiefen Durchgangs durch die zentrisch benutzte Linse. Die beiden Hauptschnitte, die Fokalfunkte und die Brennlinien sind kenntlich gemacht.

schwache Neigungen die obige einfache Form annehmen, doch ist diese bequeme Vereinfachung bei Blickrichtungen endlicher Schiefe gerade nicht zulässig.

Diese Zurückführung des Fehlschlusses auf die unzulässige Anwendung eines einfachen Formelsystems ist aber für den Leser nicht sehr befriedigend, wenn ihm diese Formeln nicht hergeleitet werden, und ihre Herleitung würde aus dem Rahmen eines nur orientierenden Aufsatzes herausfallen. Auch wenn man in einer mehr geometrischen Anschauungsweise sagte, das Problem der Abbildung eines Achsenpunkts ließe sich allgemein durch die Betrachtung der Vorgänge in einer Meridianebene erledigen, während die Abbildung eines Objektpunkts längs Hauptstrahlen von endlicher Schiefe auf ein räumliches Problem führe, bei dem sehr wohl im Bildraum zwei benachbarte Strahlen *windschief* zueinander sein könnten, so daß sie einander überhaupt nicht schnitten, so wäre für die Anschaulichkeit immer noch nicht sehr viel gewonnen. Zu einer einfachen und doch überzeugenden Darstellung der hier vorliegenden Verhältnisse kommt

man indessen, wenn man von dem Malusschen Satze ausgeht. Nach diesem Theorem werden die von einem beliebigen Objektpunkt ausgehenden sphärischen Wellenflächen (deren Normalen die fingierten Lichtstrahlen sind) durch ein optisches System stets so modifiziert, daß sie stetige Flächen bleiben, aber im allgemeinen die Kugelgestalt verlieren. In der Sprache der technischen Optik ausgedrückt heißt das, daß zu einem Objektpunkt dann im allgemeinen kein eindeutiger, sondern ein mit Aberrationen behafteter Bildpunkt gehöre.

Der Astigmatismus schiefer Büschel. Durch dieses Malussche Theorem wird das augenblicklich vorliegende Problem der Abbildung längs schiefen Hauptstrahlen zurückgeführt auf ein Problem der Flächentheorie, und zwar genauer auf die Behandlung der Frage, wie sich die Normalen der Wellenfläche in der Nachbarschaft einer ausgewählten Normale (eben des schiefen Hauptstrahls) verhalten. Diese Aufgabe ist schon seit langem in der Flächentheorie erledigt, und die Antwort lautet: im allgemeinen sind benachbarte Normalen zu

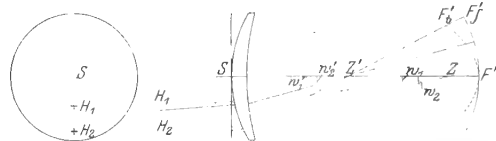


Fig. 7. Eine rein schematische Darstellung der astigmatischen Bildkurven der in einer ausgewählten Meridianebene liegenden unendlich fernen Geraden für eine zentrisch benutzte Sammellinse.

Im linken Teil der Figur sind die in der Scheitelebene um S entstehenden Spuren zweier tangentialer (....) und zweier sagittaler (—) Büschel angegeben worden.

Die Kugelfläche wird von den tangentialen Strahlen unsymmetrisch, von den sagittalen symmetrisch durchsetzt.

der ausgewählten *windschief*; dagegen gibt es zwei stets zueinander senkrechte Richtungen, in denen die benachbarten Normalen die ausgewählte *schneiden*. Die Ebenen, die die ausgewählte Normale und diese beiden Richtungen enthalten, nennt man *Hauptschnitte*; in ihnen liegen die beiden als *Fokalfunkte* bezeichneten Schnittpunkte der benachbarten Normalen mit der ausgewählten, und in diesen Schnittpunkten entstehen die beiden *Brennlinien* des schiefen Büschels. Die ganze Erscheinung, die zuerst von dem Mathematiker Sturm genauer studiert worden ist, bezeichnet man als *Astigmatismus schiefer Büschel*. Wendet man das soeben besprochene auf den vorliegenden Fall an, so lautet das Ergebnis: verfolgt man einen schiefen Hauptstrahl durch ein von stetigen Flächen begrenztes optisches System und nimmt auf der Objektseite einen enge Büschel aussendenden Punkt auf diesem Hauptstrahl an, so schneiden die Strahlen auf der Bildseite im allgemeinen den Hauptstrahl nicht, sondern sind *windschief* zu ihm, dagegen gibt es stets zwei zueinander senkrecht stehende, den Hauptstrahl durchdringende Ebenen, eben die bei-

den Hauptschnitte, in denen die benachbarten Strahlen den Hauptstrahl schneiden. Die Schnittpunkte heißen die Fokalfunkte, und in ihnen kommen als ein gewisser Ersatz für die punktmäßige Abbildung auf der Hauptachse die in dem ungleichnamigen Hauptschnitt liegenden Brennpunkte zustande. Der Abstand der Brennpunkte voneinander ist, obwohl die Öffnung der abbildenden Büschel verschwindend gering ist, im allgemeinen bei endlicher Schiefe der Hauptstrahlneigung endlich und wächst mit ihr.

Die Beschränkung auf zentrisch benutzte Systeme. Diese Aussagen sind zwar auf ganz allgemeine Systeme anwendbar, doch erlauben sie noch keine einfache Bestimmung der Lage der Hauptschnitte in bezug auf die Achse des Glases. Nimmt man aber (Fig. 6) an, daß der Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen auf der Achse liege, daß es sich also um zentrisch benutzte Brillengläser handle, so ist auch diese Bestimmung zu geben. Denn da die in der Meridianebene liegenden Strahlen des von dem Objektpunkt ausgehenden dünnen räumlichen Büschels jedenfalls den Hauptstrahl und die Achse schneiden, so ist jene Meridianebene ein Hauptschnitt, und der andere Hauptschnitt durchdringt die Meridianebene längs dem in Betracht kommenden Teile des Hauptstrahls senkrecht. Die eine Brennlinie, die im Brennpunkt der *sagittalen* Büschel, verläuft also in der Meridianebene selbst, ist mithin in bezug auf die Achse *radial*, die andere, im Brennpunkt der *tangentialen* Büschel, verläuft im *sagittalen* Hauptschnitt, ist mithin in bezug auf die Achse *peripher*.

Die beiden astigmatischen Bildschalen. Betrachten wir die soeben erwähnten ebenen Büschel etwas genauer, indem wir ihre Spuren auf der Berührungsebene im vorderen Scheitel des kreisrund begrenzten Brillenglases aufsuchen, so stellt sich zunächst die Achse als das Zentrum dar und die beliebig ausgewählte, in der Zeichenebene repräsentierte Meridianebene als ein etwa vertikal abwärts gezogener Radius. Ein beliebiger schiefer Hauptstrahl schneidet in diesem vertikalen Radius einen bestimmten mehr oder minder von dem Zentrum entfernten Punkt aus. Beschränkt man sich auf die engen Büschel, die nach dem Durchtritt den Hauptstrahl schneiden, so fallen die längs dem schiefen Hauptstrahl verlaufenden, von dem unendlich fern angenommenen Objektpunkt ausgesandten ebenen Büschel teils in die Richtung des vertikalen Radius (als *Tangentialbüschel*), teils stehen sie (als *Sagittalbüschel*) senkrecht zu ihm. Sie sollen durch Strichelung und Ausziehung unterschieden werden. Dann zeigt eine einfache Überlegung, daß die ober- und unterhalb des schiefen Hauptstrahls in der Zeichenebene verlaufenden Tangentialstrahlen die Kugelflächen unsymmetrisch durchsetzen (in Fig. 7 würden beispielsweise die Inzidenzwinkel des unteren gestrichelten Strahls größer sein als die des oberen), während die rechts und links von der Zeichenebene verlaufenden Sagittalstrahlen die Eigenschaft der Symmetrie aufweisen. Man kann daher die hier wichtigen Eigenschaften der beiden ebenen Büschel so

angeben, daß man sagt, die Tangentialstrahlen verlaufen zwar in der Meridianebene, durchsetzen die Kugelflächen aber unsymmetrisch. Dagegen verlaufen die Sagittalstrahlen zwar zu beiden Seiten der Meridianebene, durchsetzen aber die Kugelflächen symmetrisch.

Verfolgt man in der ausgewählten Meridianebene Hauptstrahlen von verschiedener Neigung, wobei als Objekte die Punkte der in dieser Ebene liegenden unendlich fernen Geraden gelten, und verbindet die entsprechenden Fokalfunkte durch einen stetigen Kurvenzug, so erhält man zwei *Kurven*, die *Bildkurve* der *Sagittal-* und die *Bildkurve* der *Tangentialbüschel*, die sich mit wachsender Schiefe oder mit zunehmenden w' -Winkeln immer weiter voneinander entfernen. Läßt man die ausgewählte Meridianebene eine Rotation um die Systemachse ausführen, so beschreiben jene Bildkurven zwei *Schalen* im Raum, die man als *astigmatische Bildschalen* des schief durchgesetzten Systems bezeichnet, und die beide der unendlich fernen Objektebene in der oben geschilderten Weise als Bilder entsprechen.

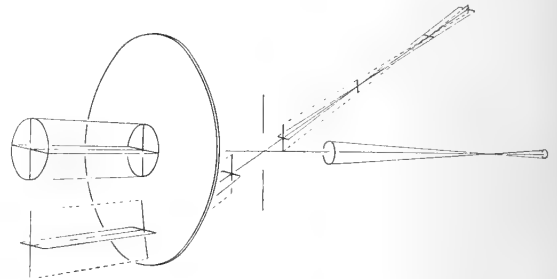


Fig. 8.

Eine schematische perspektivische Darstellung der astigmatischen Deformation bei schiefem Durchtritt der Büschelachse durch eine achsensymmetrische, zentrisch benutzte Linse.

Um die Verhältnisse bei der astigmatischen Deformation schiefer Büschel noch besser zu verdeutlichen, ist in Fig. 8 eine perspektivische Darstellung versucht worden, bei der nach *H. Kellners* Vorgange außer dem einen schiefen Büschel der Fig. 6 auch noch ein axiales dargestellt wurde. Allerdings waren im Interesse der Deutlichkeit die Vorgänge stark zu schematisieren, gleichsam ins Endliche zu überhöhen. Man erkennt aber gut, daß bei dem axialen Büschel einer achsensymmetrischen Linse wirklich alle achsennahen Strahlen in einem Punkte vereinigt werden, während eine solche Aussage von schief die Linse durchsetzenden Büscheln nicht mehr gilt, auch wenn ihre Hauptstrahlen nach der Brechung durch einen axialen Blendenmittelpunkt hindurchtreten.

Diese Vertretung eines Objektpunkts durch zwei im Bildraume auftretende Brennlinien, wie sie charakteristisch ist für die Leistung eines astigmatisch deformierten Büschels, hat nun auf die Deutlichkeit der Abbildung einen sehr unangenehmen Einfluß. Nimmt man eine beliebig gerichtete Gerade im Objektraum, so wird sie in jeder der beiden Bildschalen verwaschen wiedergegeben. Aber es gibt zwei Lagen, wo sie einigermaßen deutlich

erscheint, nämlich einmal, wenn sie radial (also in der Meridianebene) verläuft und durch sagittale Büschel abgebildet wird, und dann, wenn sie peripher verläuft und durch tangential Büschel abgebildet wird. Diese Objektlinien nennt man nach *Gullstrand abbildbare Linien*, und sie werden (nicht Punkt für Punkt, aber) *Linie für Linie* abgebildet, allerdings nicht an demselben Orte, sondern auf zwei verschiedenen astigmatischen Schalen.

Die punktuell abbildenden Brillengläser. Geht man nunmehr zu der Forderung über, die von den Brillengläsern erfüllt werden soll, so lautet sie, sie sollen Punkte als Punkte abbilden, und das geschieht dann, wenn die beiden astigmatischen Bildschalen in eine einzige wirkliche *Bildfläche zusammenfallen*. Solche Gläser sollen nach *Gullstrand* aus einem nunmehr verständlich gewordenen Grunde *punktuell abbildend* heißen.

Innerhalb gewisser Grenzen ist bei Einzellinsen mit sphärischen Grenzflächen die Aufhebung des Astigmatismus schiefer Büschel wirklich möglich.

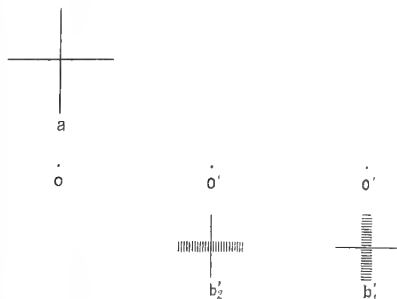


Fig. 9.

Zur Erscheinungsform des Astigmatismus schiefer Büschel.

- σ das aus einer radialen und einer peripheren Linie bestehende Objektkreuz,
- b_1' das Bildkreuz, wenn das Bild in der Schale der tangentialen,
- b_2' das Bildkreuz, wenn das Bild in der Schale der sagittalen Büschel aufgefangen wird.

Hält man an einem Blendenabstand von 25 mm fest, so kann man sagen, es gibt punktuell abbildende Gläser zwischen etwa -25 und $+7\frac{1}{2}$ dptr Korrektionswirkung. Was ist das dafür verfügbare Mittel? Die *Formgebung* des Brillenglases oder, wie der technische Optiker sagt, die *Durchbiegung*. Es gibt eben eine einfache Mannigfaltigkeit von Radien der ersten Fläche, während die Gesamtwirkung des Brillenglases die vorgeschriebene ist, und man hat aus dieser einfachen Mannigfaltigkeit möglicher Formen alle die zu verwerfen, bei denen der Astigmatismus schiefer Büschel auftritt. Fallen aber die beiden astigmatischen Bildflächen zusammen, so ist damit durch die Berücksichtigung der schiefen Büschel die Form des Brillenglases ermittelt, während, wie oben erwähnt worden ist, auf Grund der Unterstützung des ruhenden Auges allein seine Korrektionswirkung angegeben werden konnte. Die Lösung ist durch die Erfüllung einer quadratischen Gleichung gegeben, wenn man sich auf Formeln der ersten Annäherung beschränkt, und zwar sind diese *Vorrechenformeln* von *Tscherning* aufgestellt worden, nachdem die Doppellösung-

keit auf dem sehr beschwerlichen Wege trigonometrischer Rechnung von dem Pariser Augenarzte *Franz Ostwalt* gefunden worden war.

Die beiden Formen unterscheiden sich voneinander durch die Tiefe ihrer Krümmung oder, in der Sprache der Optiker, den Grad ihrer Durchbiegung, und sie haben zur leichteren Unterscheidung verschiedene Namen erhalten: die stark gekrümm-

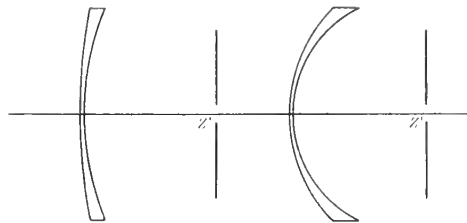


Fig. 10.

Die Ostwaltsche und die Wollastonsche Form für Brillengläser von -5 dptr.

ten, bei denen die Inzidenzwinkel an der Vorderfläche fast den Wert Null haben, heißen *Wollastonsche* Formen nach einem englischen Arzt im Anfange des 19. Jahrhunderts, der zuerst bewußtweise auf den Vorteil meniskenförmiger Brillengläser hinwies und ihn (für seine tatsächlich ausgeführten Menisken unzutreffend) mit der geringen Größe der Inzidenzwinkel begründen wollte. Die schwächer gekrümmte Form ist nach *Ostwalt* benannt worden. In den Figuren 10 und 11 wurden diese beiden Formen für die Korrektionswirkungen von -5 und $+5$ dptr dargestellt. Für die Zwecke der Praxis kommt allein die Ostwaltsche Form in Betracht, da sie leichtere und namentlich weniger auffällige Brillengläser liefert als die ersterwähnte. Diese Brillengläser sind dazu bestimmt, solange es sich um achsensymmetrische Augen handelt, die Bedürfnisse der Brillenträger zu decken, denn der erste Fehler gegen die Strahlenvereinigung, der Astigmatismus schiefer Büschel, ist bei ihnen vermieden, sobald man dafür sorgt, daß der Augendrehpunkt die richtige, d. h. bei der Rechnung voraus-

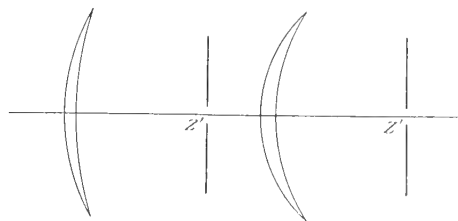


Fig. 11.

Die Ostwaltsche und die Wollastonsche Form für Brillengläser von $+5$ dptr.

gesetzte Stelle zu dem Brillenglase einnimmt. Man könnte nun fragen, ist diese Korrektion unendlich enger Büschel bei der tatsächlichen Verwendung auch ausreichend?

Stellt man in der Weise, die bei photographischen Objektiven üblich ist, das Öffnungsverhältnis auf, mit dem eine Brille benutzt wird, wenn man einen mittleren Pupillendurchmesser von 3 mm zugrunde legt, so ergibt sich bei einer Brille von

10 dptr Brechkraft etwa 1 : 33 und bei einer solchen von 15 dptr ungefähr 1 : 22. Man erkennt leicht, daß es sich also selbst in Fällen sehr hoher Brechkraft um Öffnungsverhältnisse handelt, wo man in der photographischen Praxis nur Rücksicht auf die Hebung des Astigmatismus schiefer Büschel und auf die Herbeiführung der Bildebenung genommen hat, während man die Hebung der eigentlichen Aberration und der Asymmetrien schiefer Büschel außer acht ließ. Es ist nicht anzunehmen, daß höhere Anforderungen an die Brille gestellt werden; eher trifft das Gegenteil zu, und man kann daher darauf hinweisen, daß mit der Herbeiführung der punktuellen Abbildung für das besondere Instrument, das in der Brille vorliegt, alles geleistet wird, was hinsichtlich der Deutlichkeit der Abbildung verlangt werden kann. Daß aber unter diesen Umständen eine Abnahme der Bildgüte nach dem Bildrande nicht vermieden werden kann, liegt an den *chromatischen Abweichungen*, die einem nur aus einer Materialart bestehenden Brillenglase notwendig anhaften müssen. Man sieht aber auch ein, daß für eine Hebung der sphärischen Aberration im engeren Sinne oder der als Koma bezeichneten Fehler gar keine Mittel mehr zur Verfügung stehen. Bei den außerordentlich geringen Öffnungsverhältnissen der abbildenden Büschel sind aber diese Fehler auch von geringer Bedeutung und unvergleichlich weniger störend als der Astigmatismus schiefer Büschel. Und damit erledigt sich die auf Seite 1035 (Heft 43) zur Hebung der Koma gemachte Bemerkung.

Die Farbenfehler der Brillengläser. Bei den Farbenfehlern der Brille kommt es nun nicht auf die gewöhnliche *farbige Längsaberration* an, da das Auge selbst als chromatisches System mit einer ziemlich starken farbigen Längsaberration behaftet ist: niemand wird beim Blick durch ein Brillenglas längs der Achse Farben bemerken, obwohl hier doch sicherlich diese Längsaberration vorhanden ist. Vielmehr treten diese Farbenerscheinungen erst bei seitlichen Blickrichtungen auf, wir bemerken mit hin farbige Abweichungen des zum Augendrehpunkt gehörigen Hauptstrahlenbüschels. Und in der Tat liegt hier ein merklicher Unterschied gegen das Sehen mit unbewaffnetem Auge vor: in diesem Falle wird das System des Auges mechanisch um einen gewissen Betrag gedreht, und die Blicklinie hat also keinen anderen Farbenfehler, als er bei der Richtung geradeaus auftritt. Befindet sich dagegen ein Brillenglas vor dem Auge, so entspricht einem beliebigen zu einem seitlichen Punkte gehörigen objektseitigen Hauptstrahl nur ein bestimmter farbiger Hauptstrahl, der im Augenraum durch den Augendrehpunkt tritt. Handelt es sich nun um ein dunkles Objekt auf einem hellen Hintergrunde (etwa einer hellen Wolke), so begreift man bei der Betrachtung von Fig. 12 leicht, daß am Rande des Objekts Farbensäume auftreten werden, die an der achsenfernen Seite den entgegengesetzten Charakter haben wie an der achsennahen. Wenn man in der Tat bei komplizierteren Brillen die Forderung stellt, die Farbenfehler aufzuheben, so muß man eben nach *Gullstrands* Vorschrift diese farbi-

gen Neigungsdifferenzen der Hauptstrahlen verschwinden lassen. Das ist bei manchen aus verschiedenen Glasarten zusammengesetzten Brillen möglich, erfordert aber sicherlich eine sehr sorgfältige Anpassung, damit der Augendrehpunkt beim Gebrauch der Brille die Stelle einnehme, die ihm bei der Rechnung angewiesen worden ist. Bei den gewöhnlichen aus einem einzelnen möglichst dünnen Glasstück bestehenden Brillen ist verständlicherweise an eine Hebung des Farbenfehlers nicht zu denken, und man muß die daraus folgende Bildverschlechterung in den Seitenteilen des Blickfeldes eben in den Kauf nehmen.

Die Gullstrandschen Stargläser. Geht man wieder zu den achsensymmetrischen punktuell abbildenden Brillen zurück, so erkennt man aus den oben gemachten Angaben leicht, daß die Ausdehnung ihres Gebiets für die negativen Gläser mehr als ausreichend ist. Bei der Herabsetzung der Sehschärfe, die in der Regel bei hochgradig myopischen Augen beobachtet wird, bedeutet die Erreichung

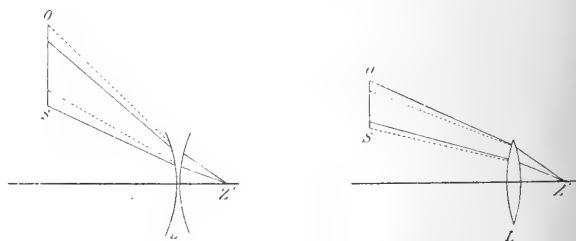


Fig. 12.

Schematische Darstellung der Farbensäume eines seitlich gelegenen Objekts SO auf weißem Grunde für eine Zerstreuungslinse und (—) rote, (...) blaue Strahlen auf der Objektseite.

Die achsennahen Säume sind

rot	blau
und die achsenfernen sind	
blau	rot

punktuelle Abbildung nicht mehr so viel wie bei mäßig ametropischen Augen mit hoher Sehschärfe, und die bis zu — 25 dptr erreichbare Hebung des Astigmatismus schiefer Büschel wird in diesen Grenzen fast bedeutungslos, weil die Praxis gelehrt hat, daß in solchen Fällen wohl nie die gewöhnlichen dünnen Brillen als korrigierende Gläser ertragen werden. Anders aber steht es mit der Grenze nach der positiven Seite. Wenn auch die noch vorkommenden Grade der Übersichtigkeit (Hypermetropie) mit den punktuell abbildenden Brillengläsern von etwa 8 dptr korrigiert werden können, so ist doch an eine Klasse von Brillenträgern zu denken, die Gläser von noch höherer sammelnder Brechkraft bedürfen, nämlich an die Staroperierten. Daß die Entfernung der Kristalllinse des Auges die Verwendung eines ziemlich starken Sammelglases als Brille notwendig macht, wird den meisten Lesern bekannt oder begreiflich sein; weniger klar wird es sein, daß ein mit einem Starglase korrigiertes linsenloses (*aphakisches*) Auge ein größeres Netzhautbild erhält als das ist, das sich vor der Operation in dem Vollauge bildete. Mit etwas andern Worten ausgedrückt heißt das, nach gelungener Starope-

ration und unter der Voraussetzung, daß die Netzhaut bei der Operation nicht gelitten hat, ist die Sehschärfe des mit einer Starbrille bewaffneten, nunmehr aphakischen Auges merklich (im Normalfall etwa um 30 %) größer als vorher. Hier liegt also ganz im Gegensatz zu der Grenze gegen das myopische Ende der Fall so, daß die zu unterstützenden Patienten sogar eine erhöhte Sehschärfe aufweisen können und die korrigierenden Gläser stets ertragen. Die nächste Folge dieses Umstandes war sehr unerwünschter Natur: es ist verständlich, daß die willkürlich verordneten bi- oder plankonvexen Stargläser nicht punktuell abbildeten, mithin erhielt der Patient beim Blicken stets astigmatische Büschel ins Auge, die seine Sehleistung in den Seitenteilen des Blickfeldes herabsetzten, und er gewöhnte sich daran, alle Gegenstände, die er betrachten wollte, durch Kopfdrehungen in die Mitte des Blickfeldes zu bringen und so mit fast starrem Auge zu betrachten. Dieser Übelstand, der bei Staroperierten stets zu bemerken war, bedurfte der Ab-

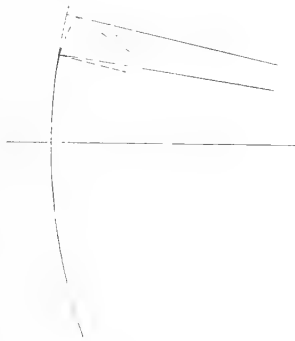


Fig. 13. Die Steigerung der Scheitelkrümmung der Meridiankurve eines Gullstrandschen Starglases durch Materialauftragung bei einer zerstreuenenden asphärischen Fläche.

Die Änderung der alten (—) Normalenrichtungen in die neuen (---) ist ebenfalls zu beachten.

hilfe, aber es war sehr bedauerlich, daß hier das Mittel einer Wahl der richtigen Form nicht anzuwenden war, weil eben, wie bereits erwähnt, Einzelgläser mit sphärischen Grenzflächen die Herbeiführung punktueller Abbildung durch richtige Durchbiegung nur dann gestatten, wenn ihre Brechkraft etwa 8 dptr nicht überschreitet.

Man erkennt sofort, daß hier von anderen Voraussetzungen auszugehen war, und es ergab sich bald, auf die Anregung Gullstrands hin, daß man eine der beiden Grenzflächen zu einer *asphärischen*, d. h. von der Kugelgestalt abweichenden Rotationsfläche machen mußte. Man führt mit dem Bestimmungsstück für diese neue Fläche, die übrigens einer transzendenten Gleichung gehorcht, eine neue Variable ein, und damit gelingt es, auch über die sphärischen Linsen gesteckte Grenze hinaus punktuell abbildende Brillengläser hoher Brechkraft herzustellen. Im einzelnen handelt es sich bei den tatsächlich ausgeführten Brillengläsern um asphärische Innen- (also Hohl-) Flächen, bei denen die Krümmung der Meridiankurve nach dem Rande hin etwas *zunimmt*; die asphärische Starlinse wird also

nach dem Rande zu etwas dicker, als eine sphärische Linse sein würde, die den gleichen Außenradius und den Scheitelradius für die innere Kugelfläche hätte; man kann sie sich aus dieser durch Materialauftragung entstanden denken. Diese Auftragung ist übrigens außerordentlich gering, beträgt bei den wirklich ausgeführten Linsen nur etwa 0,2 mm selbst am Rande und verlangt dementsprechend eine ganz außerordentlich genaue Ausführung, damit das Ziel, die Vernichtung des Astigmatismus schiefer Büschel, erreicht werde. Wenn man nun fragt, wie ist es möglich, daß eine so winzige Änderung der Flächenform einen so merkbaren Einfluß auf den Zustand schiefer Büschel ausübe, so muß man darauf antworten, es kommt ja nicht nur die aus der Materialauftragung folgende Änderung des



Fig. 14. Vergleichsaufnahmen bei grünem Licht für Hauptstrahlneigungen von 0°, 10°, 20°, 30°, (a) durch ein bikonvexes, (b) durch ein Gullstrandsches Starglas von 13 dptr.

Inzidenzpunkts in Frage, sondern auch die Änderung der Normalenrichtungen und das Auftreten von zwei verschiedenen Krümmungsradien r_f für die sagittalen und r_t für die tangentialen Büschel. Diese durch die Auftragung eintretende Vermehrung der für die Korrektur des Astigmatismus in Betracht kommenden Größen gestattet eben, auch bei sehr geringen Abweichungen von der Kugelfläche für Sammellinsen von ziemlich hoher Brechkraft eine punktuelle Abbildung zu erreichen. Was damit für die Wiedergabe von Sehproben gewonnen wird, mögen die nachfolgenden Aufnahmen zeigen, die durch ein sphärisch-bikonvexes Brillenglas und durch ein punktuell abbildendes Gullstrandsches von gleicher Korrekturwirkung gemacht worden sind, wobei die Strahlen bei der photographischen Aufnahme das Glas ebenso durchsetzen, wie es die in das Auge dringenden getan haben würden, wenn dieses hinter dem Brillenglas gerade die Drehungen von 0°, 10°, 20°, 30° hätte ausführen müssen, um jedesmal die Sehprobe deut-

lich wahrzunehmen. Man versteht nach aufmerksamer Betrachtung der beiden Vergleichsaufnahmen recht wohl, warum Starpatienten bei der Bewaffnung mit den gewöhnlichen Stargläsern auf das Blicken verzichten, und warum sie sich, mit einem Gullstrandschen Starglas ausgerüstet, viel wohler befinden. Eine Grenze für die Herbeiführung punktueller Abbildung besteht für Stargläser mit einer asphärischen Fläche nicht, man kann auch noch Gläser mit $D_1 = 15$ dptr, ja sogar die ihnen entsprechenden Lesegläser mit etwa 19 dptr Brechkraft als punktuell abbildende herstellen.

Die Fernrohrbrillen. Hatte sich hier die Vergrößerung des Netzhautbildes von selbst eingestellt, so hat man schon ziemlich früh (in den 90er Jahren) vorgeschlagen, zu eben diesem Zwecke bei hochgradig kurzsichtigen Patienten die Staroperation vorzunehmen. Die Ausführung dieser (als Fukalacher bekannten) *Myopieoperation* wird zwar heute nicht mehr so häufig vorgenommen, weil viele Ärzte sie für einen zu tiefen Eingriff halten, aber der Gedanke, solchen Patienten ein vergrößertes Netzhautbild zu verschaffen, bleibt nichtsdestoweniger richtig. Man hat schon seit sehr langer Zeit versucht, den gleichen Effekt durch eine komplizierter gebaute Brille zu erreichen, ohne daß es

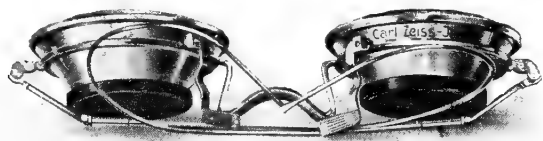


Fig. 15. Eine Fernrohrbrille.

gelingen wäre, solche Konstruktionen zweckmäßig herzustellen. Der letzte — wie es scheint besser gelungene — Versuch in dieser Richtung wurde auf die Anregung des jetzt in Straßburg tätigen Ophthalmologen *E. Hertel* von *Carl Zeiss* in Jena gemacht, und die Brillenkonstruktion erschien unter dem Namen der *Fernrohrbrille* auf dem Markt. Es wurden bei der Berechnung die folgenden Bedingungen aufgestellt: bei vorgeschriebener Bildweite sei eine bestimmte Bildvergrößerung herbeizuführen, und zwar solle das System punktuell abbilden und frei sein von störenden Farbenfehlern und von Verzeichnung. Bei der Erfüllung aller dieser Bedingungen ergab sich ein immerhin auffälliges System, das aber leicht genug wurde, um dauernd als Brille getragen werden zu können. Daß es sich um die Grundanlage eines holländischen Fernrohrs (schwächere Sammellinse verbunden mit einer stärkeren Zerstreuungslinse) handelte, sollte bereits in dem Namen ausgedrückt sein. Im allgemeinen wird die Vergrößerung des Netzhautbildes 1,3 fach sein, also etwa so groß ausfallen wie die bei emmetropischen Augen durch die Staroperation herbeigeführte Vergrößerung. Dann beträgt das Blickfeld mehr als 40° und die aus der Anwendung eines komplizierteren Systems folgende Blickfeld-einengung ist nicht allzu störend. Für kurzsichtige Augen mit stärkerer Herabsetzung des Sehvermögens aber ist eine höhere Vergrößerung notwen-

dig; man geht bis zu einer 1,8fachen und muß dafür allerdings den Preis einer recht merklichen Einengung des Blickfeldes zahlen, wenn die Systeme ein erträgliches Gewicht behalten sollen. Mit solchen Fernrohrbrillen, die infolge der Vergrößerung des Netzhautbildes als korrigierende ertragen werden, kann einer ganzen Reihe hochgradig myopischer Patienten wirklich geholfen werden, freilich dürfen sie sich nicht an dem Aussehen der Brille stoßen, das wegen des Luftabstandes zwischen den beiden Teilsystemen in jeder Einzelkombination nicht ganz unauffällig gemacht werden kann.

Schon oben war darauf hingewiesen worden, daß diese Fernrohrbrillen punktuell abbildende Systeme sind; es mag indessen noch ein kurzer Zusatz zu der durch sie bewirkten Richtungsänderung der Hauptstrahlen gemacht werden. Bereits auf Seite 1036 (Heft 43) war bemerkt worden, daß die einfache Vergrößerung des objektseitigen Blickfeldes durch Zerstreuungslinsen ganz ohne weiteres nur durch dünne Linsen dieser Art gegeben ist. Bei den stark zerstreuend wirkenden Fernrohrbrillen für hochgradig kurzsichtige Augen wird dem Auge das objektseitige Blickfeld, wenn überhaupt, nur wenig vergrößert. Sie wirken deshalb auf Patienten, die an die starke Verkleinerung der w' -Winkel durch die üblichen Zerstreuungslinsen gewöhnt sind, auch hinsichtlich der Blickwinkel wie Vergrößerungsgläser und lassen sie in der ersten Zeit der Verwendung entschieden zu kurz greifen. Die Gewöhnung an die den natürlichen näher stehenden Drehungswinkel geht übrigens rasch vonstatten. Der Grund für diese eigenartige Wirkung der doch auch stark zerstreuen- den Fernrohrbrillen liegt in der Aufhebung der Beschränkung auf die geringsten Werte der Linsendicke, die bei gewöhnlichen Brillengläsern vorliegt. Weil bei einer Fernrohrbrille ein endlicher Luftabstand zwischen den beiden Komponenten einer Einzelkombination besteht, so hat der Konstrukteur eine größere Freiheit über die Systemelemente, und er kann sie so verwenden, daß sich gleichzeitig mit der Vergrößerung des Netzhautbildes ein anderes Verhältnis zwischen den Winkeln w und w' ergibt.

(Schluß folgt.)

Über die Theorie des Polymorphismus.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. G. Tammann,
Göttingen.

(Schluß.)

Das Zustandsdiagramm des Wassers.

Unseren Anschauungen gemäß ist zu erwarten, daß das Wasser als eine besonders abnorme Flüssigkeit mit einer Reihe von Abnormitäten seiner Volumenfläche auch betreffs seines Polymorphismus besonderes Interesse bieten wird. Als ich vor 15 Jahren das gewöhnliche Eis bei -30° komprimierte, ergab sich, daß nach einer Steigerung des Druckes auf 2500 kg der Druck schnell auf 2200 sank; bei diesem Druck konnte das Volumen des Eises um fast 19 % verkleinert werden, ohne daß der Druck merklich stieg, und ebenso blieb der

Druck bei einer Volumenvergrößerung bis zu diesem Betrage unverändert. Das gewöhnliche Eis wandelt sich also in eine bedeutend dichtere Form, das Eis III, um. Während der Schmelzpunkt des gewöhnlichen Eises durch Wirkung des Druckes erniedrigt wird, wird der des dichteren Eises III erhöht. Im vorigen Jahr hat *Bridgman* die Entdeckung publiziert, daß bei noch stärkerer Kompression des Eises III sein Volumen noch zweimal diskontinuierlich abnimmt, das eine Mal bei 3600 kg und das andere Mal bei 6000 kg. Da bei der Volumenänderung nach dem Eintritt der diskontinuierlichen Volumenänderung der Druck auch hier wieder unverändert blieb, ist danach die Existenz zweier weiterer noch dichterer Eisarten V und VI erwiesen.

Die Resultate dieser Arbeiten sind in Fig. 3, dem Zustandsdiagramm, zusammengefaßt. Die Linien geben die Gleichgewichtskurven des Wassers

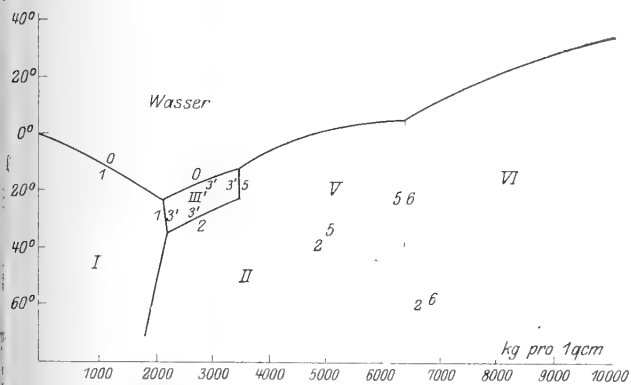


Fig. 3.

und seiner Eisarten miteinander an, durch sie werden die Zustandsfelder der Eisarten, die mit römischen Zahlen bezeichnet sind, getrennt.

Die Schmelzkurve des Eises VI ist von *Bridgman* bis 20 500 kg pro 1 qcm verfolgt worden; bei diesem Druck schmilzt das Eis VI bei 77°. Die Krümmung der Schmelzkurven und die Lage der Gleichgewichtskurven in den Tripelpunkten entsprechen den Forderungen der thermodynamischen Theorie. Dasselbe gilt für die Volumenänderungen beim Schmelzen und die Schmelzwärmen. Wie zu erwarten war, nehmen auf der fallenden Schmelzkurve 01 die Volumenänderungen mit steigendem Druck zu, auf den steigenden Schmelzkurven 03', 05 und 06 aber ab, während die Schmelzwärmen sich in entgegengesetzter Weise ändern.

Außer den stabilen Eisformen bilden sich aber noch instabile Formen. Wenn die Annahme, daß es Kristallgruppen gibt, zutrifft, wenn also zwischen den Gliedern einer Gruppe eine enge Verwandtschaft besteht, die sich darin äußert, daß ihre Flächen des thermodynamischen Potentials sich nicht schneiden, so wäre zu erwarten, daß, wenn eine instabile Form III der Gruppe III auftritt, ihre Gleichgewichtskurven mit Wasser, dem Eis I, II und V alle ziemlich parallel zu den entsprechenden bekannten Gleichgewichtskurven der stabilen Form der Gruppe III verlaufen und sämtlich in das Zu-

standsfield dieser Form fallen. Diese Erwartung konnte nun durch die Erfahrung bestätigt und damit auch die Existenz einer total instabilen Form streng erwiesen werden. Komprimiert man das gewöhnliche Eis bei -80° auf 2500 kg, so erhält man das Eis II. Erwärmt man ein Gemenge von Eis I und Eis II, so ändert sich der Druck und die Temperatur auf der Linie I—II; Fig. 4 im Tripelpunkt 6 bleiben beide längere Zeit konstant, weil sich II in III' umwandelt, und weiter ändern sich der Druck und die Temperatur auf der Linie I—III, bis im Tripelpunkt 3 die Temperatur durch Schmelzen von I oder III' konstant wird. Bei kleinerem Volumen schmilzt I und der Druck steigt nach dem Abschmelzen von I auf der Schmelzkurve OIII'; bei

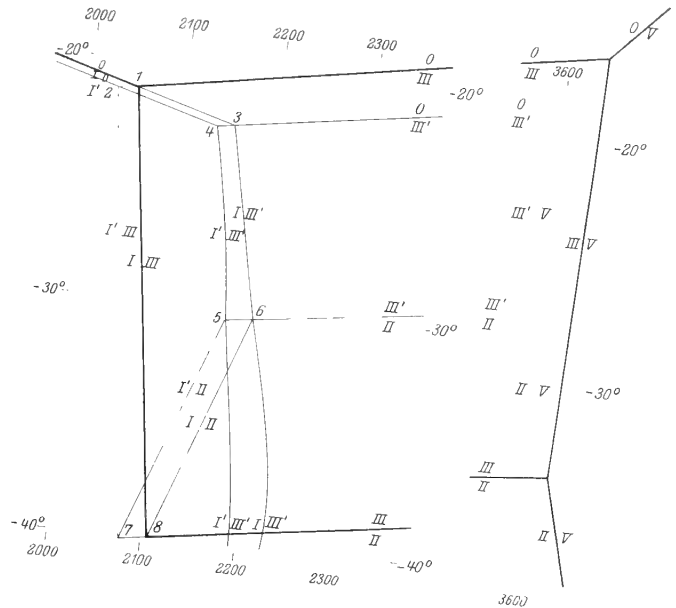


Fig. 4.

größerem Volumen schmilzt III' und der Druck fällt auf der Schmelzkurve 0I.

Komprimiert man aber das gewöhnliche Eis zwischen -22° bis -30° , so gelangt der Druck nicht auf die Gleichgewichtskurve I—III', sondern auf eine andere Gleichgewichtskurve I'—III'. Beide Gleichgewichtskurven sind betreffs ihrer Koordinaten, wenn auch wenig, so doch deutlich verschieden, außerdem unterscheiden sich ihre beiden Gleichgewichte durch verschiedene Geschwindigkeiten ihrer Einstellung. Hieraus ist zu schließen, daß sich aus dem Eise I bei der Kompression nicht das Eis III, sondern ein ihm nahe verwandtes Eis III' gebildet hat. Bei der Rückverwandlung von III' bildet sich nun aber nicht das Eis I, sondern eine ihm nahe verwandte Form, das Eis I', was aus später anzuführenden Tatsachen folgt.

Kühlt man Wasser, das auf 2800—3200 kg komprimiert ist, langsam ab, so tritt unter Druckabfall die Kristallisation ein. Erwärmt man das entstandene dichtere Eis, so erhält man bei verschiedenen Versuchen bei gleichem Druck und sonst gleichen Bedingungen verschiedene um 2,5° differierende Schmelzpunkte. Die höheren bei verschiedenen

Drucken bestimmten Schmelzpunkte ordnen sich auf der Linie 0III, die tieferen auf der Linie 0III'. Die Schmelzkurve der instabilen Form III', die Linie 0III', schneidet die beiden Gleichgewichtskurven I—III' und I'—III' in den Punkten 3 und 4. In den Punkt 3 als Tripelpunkt muß noch die Schmelzkurve des gewöhnlichen Eises I eintreffen, was auch der Fall ist, und in den Punkt 4 muß die Schmelzkurve eines instabilen, dem gewöhnlichen Eise nahe verwandten Eises I' eintreffen. Von der Schmelzkurve dieser Eisart, die sich aus dem Wasser selten, aber regelmäßig aus dem Eise III' bei seiner Volumenvergrößerung bildet, konnte gezeigt werden, daß sie etwa $0,5^\circ$ unterhalb der Schmelzkurve des gewöhnlichen Eises I verläuft. Da diese Schmelzkurve in den Punkt 4 trifft, so ist damit erwiesen, daß die Eisform I' sich bei Volumenvergrößerung des Eises III' bildet. Die Tatsache, daß der Druck bei Kompression von Eis I und darauf folgender Dilatation sich immer auf die Gleichgewichtskurve I'—III' einstellt, ist darauf zurückzuführen, daß aus III' sich immer I' bildet, wodurch III' von I' umhüllt wird; daher kann die Gegenwart von I sich nicht geltend machen.

Erzeugt man das Eis III aus Wasser und erniedrigt dann den Druck des Eises III, so steigt derselbe bei -25° auf 2060 bis 2040 kg, also auf den Gleichgewichtsdruck I'—III oder I—III, zurück. Legt man durch diesen Punkt und den Punkt 2 eine Linie, so schneidet diese die Linie I'—II in Punkt 7, durch den als dritte Gleichgewichtslinie die Gleichgewichtslinie III—II gehen muß. Für die Herstellung dieses Systems ist aber ein geeigneter Weg bisher nicht aufgefunden worden. Das Diagramm entspricht betreffs der Lage der Gleichgewichtskurven stabiler und instabiler Gleichgewichte den Forderungen der Thermodynamik. Die Gleichgewichtslinie mit je einer instabilen Form, zwischen den Linien I'—III und I—III' und die Gleichgewichtslinie der beiden instabilen Formen I'—III' fällt ebenfalls zwischen diese beiden Linien.

Den Abschluß der Zustandsfelder der Formen III und III' zu höheren Drucken hin deutet der rechte Teil der Fig. 4 an. Wie aus der Lage der Flächen des thermodynamischen Potentials abgeleitet werden kann, sind nicht alle Schnittpunkte zweier Gleichgewichtslinien Tripelpunkte. Die in dem uns interessierenden Zustandsfelde auftretenden Tripelpunkte sind mit arabischen Ziffern numeriert.

Das Zustandsfeld der Form III' ist das erste einer instabilen Kristallart, welches vollständig umgrenzt worden ist, wodurch die totale Instabilität dieser Form erwiesen ist. Man könnte dagegen bemerken, daß die Gleichgewichtslinie III'—V nicht durch Beobachtungen festgelegt ist. Darauf wäre aber zu erwidern, daß, wenn man die Existenz der Gleichgewichtslinien I—III', 0—III' und II—III', die alle festgelegt sind, und die Existenz des Eises V zugibt, die Linie III—V existieren muß und sehr angenähert in der angedeuteten Weise verlaufen wird.

Außer der instabilen Form I' wurde in einzelnen seltenen Fällen eine noch instabilere Form I'', welche zwischen 1400 und 1100 kg um $4,2^\circ$ tiefer als das gewöhnliche Eis schmilzt, und einmal wurde eine dritte noch instabilere Form I''' beobachtet, die in jenem Druckintervall bei um $5,2^\circ$ tieferen Temperaturen als das gewöhnliche Eis schmilzt. Alle diese Formen, von denen es vielleicht sieben gibt, gehören zu einer Gruppe; sie schmelzen alle unter Volumenverkleinerung und ihre Schmelzkurven verlaufen der des Eises I fast parallel. Dasselbe wird auch für ihre Gleichgewichtskurven mit den Eisarten II und III gelten. Diese werden den Gleichgewichtskurven I—II und I—III ziemlich parallel verlaufen.

Es scheint auch eine Eisart, die stabiler als das gewöhnliche Eis ist, und deren Schmelzpunkte zwischen 1000 und 2000 kg die des gewöhnlichen Eises um 1° übertreffen, zu existieren.

Es ist also erwiesen worden, daß außer den sechs stabilen Eisarten in der Gruppe des Eises I noch vier, vielleicht auch 7 Formen, existieren, und daß zur Gruppe des Eises III 2 Formen gehören. Aller Wahrscheinlichkeit nach werden auch zu den übrigen vier Gruppen noch instabile Formen gehören, welche die weitere Forschung feststellen wird. Jedenfalls hat sich der Begriff der Kristallgruppe recht nützlich erwiesen.

Die Volumenfläche des Wassers und die stabilen Eisformen.

Wir haben gesehen, daß die Erfahrung dafür spricht, daß kristallbildend sich nur Molekülararten betätigen, welche in der Flüssigkeit schon vorhanden sind. Da sich die Molekülararten assoziierter Flüssigkeiten betreffs ihrer Molekularvolumina und ihres Entropieinhaltes unterscheiden, so müssen sich bei Änderung des Druckes und der Temperatur die Konzentrationen dieser Molekülararten ändern und nach thermodynamischen Formeln könnten diese Änderungen berechnet werden. Diese Änderungen der Konzentrationen müssen aber auch Wirkungen auf die Volumenflächen der Flüssigkeiten bedingen, aus denen man auf das Abspielen eines Molekülumsatzes in der Flüssigkeit schließen könnte. Die Art der Abnormität auf der Volumenfläche und ihre Temperaturverschiebung bei Änderung des Druckes geben Hinweise auf die Beziehungen der Volumina und der Entropien der an der Reaktion beteiligten Molekülararten.

Vergleicht man diese Beziehungen mit den Beziehungen der Volumina und Entropien der Kristallarten, die sich aus der assoziierten Flüssigkeit bilden, so wird man die Molekülararten der Flüssigkeit mit denen der Kristallarten identifizieren können, also gewissermaßen eine Zählung der Molekülararten in der Flüssigkeit vornehmen und die gezählten Molekülararten mit denen der Kristallarten vergleichen können.

Bridgman hat die Volumenfläche des Wassers bis 13 000 kg von den Schmelzkurven bis 80° bestimmt. Auf derselben finden sich im Vergleich zu den Volumenflächen normaler Flüssigkeiten eine Reihe von Abnormitäten. Die Druck-Temperatur-Linien, auf

denen sie am stärksten auftreten, sind in Fig. 5 durch Linien, die mit arabischen Ziffern bezeichnet sind, gekennzeichnet.

Auf den Linien 1, 2, 3 und 4 nimmt mit steigendem Druck die Kompressibilität des Wassers schneller ab als bei kleineren und höheren Drucken. Der Grund hierfür ist offenbar darin zu suchen, daß auf diesen Linien bei isothermer Drucksteigerung die Umwandlung einer Molekülart größeren Volumens in eine kleineren Volumens besonders merklich ist. Da außerdem jede dieser Linien bei fast demselben Druck verläuft, so wird die Entropieänderung bei der betreffenden Reaktion sehr klein sein.

Die größte Volumenänderung bei allen Umwandlungen der stabilen Eisarten kommt der Umwandlung von Eis I in Eis II zu. Der größten Volumenänderung wird wahrscheinlich die Abnormität klein-

An der schnelleren Abnahme der Kompressibilität des Wassers bei wachsendem Druck erkennt man also die Konzentrationszunahme der Molekülart kleineren Volumens. Die Volumina der betreffenden Molekülarten folgen sich in der Reihenfolge der Volumina der Eisarten. Da die Linien 1, 2, 3 und 4 bei fast demselben Druck verlaufen, so sind die Entropiedifferenzen der betreffenden Molekülarten gering, und dasselbe hat die Erfahrung für die Entropiedifferenzen der betreffenden Eisarten ergeben. Außerdem ist aus der Lage der Linien 1, 2, 3 und 4 zu den verschiedenen Schmelzkurven zu schließen, daß nach Verarmung des Wassers an einer Molekülart eine neue Molekülart aus dem Wasser kristallisiert.

Für die Wärmeausdehnung des Wassers bei konstantem Druck sind auf den Linien 5, 6 und 7 Abnormitäten zu verzeichnen. Beim Überschreiten der Linie 5 nach höheren Temperaturen hin wechselt die Wärmeausdehnung ihr Vorzeichen, beim Überschreiten der Linien 6 und 7 in derselben Richtung zeigt sich eine Verkleinerung der Wärmeausdehnung. Abnormitäten dieser Art weisen auf Reaktionen, bei denen bei steigender Temperatur aus einer Molekülart größeren Volumens sich eine Molekülart kleineren Volumens bildet, wobei die Entropie der Molekülart kleineren Volumens größer ist als die der Molekülart größeren Volumens.

Diese Kombination der Eigenschaften findet sich bei den Molekülarten I, II, III, V und VI nicht. Daher muß man sich zur Annahme einer weiteren Molekülart VII entschließen und dieser das kleinste Volumen, kleiner als das von VI, und den größten Entropiewert, der die anderen, einander fast gleichen, übertrifft, zuschreiben. Erst, wenn über 100° die anderen Molekülarten fast verschwunden sind, könnte das Wasser eine normale Flüssigkeit werden und bei höheren Drucken würde dann die Molekülart VII kristallisieren, die Volumenfläche normal werden und die Schmelzkurve ihr Maximum überschreiten.

Die Abnormitäten der Linien 8, 9 und 10 haben für uns nur wenig Bedeutung, da sie mit einzelnen Reaktionen nicht in Beziehung zu bringen sind. Das Minimum der Kompressibilität kommt dadurch zustande, daß bei tieferen Temperaturen die Kompressibilität wegen Bildung von Molekülen kleineren Volumens aus solchen größeren Volumens vergrößert wird. Mit wachsender Temperatur schwinden die Moleküle größeren Volumens und die normale Zunahme der Temperatur tritt zutage.

Das Maximum der Wärmeausdehnung auf der Linie 10 kommt dadurch zustande, daß durch die Reaktion der Linien 5 und 6 die Wärmeausdehnung zu beiden Seiten der Linie 10 herabgedrückt, in der Nähe der Linie 10 aber durch Bildung der Moleküle III aus II vergrößert ist.

Man darf wohl erwarten, daß das Studium der Volumenflächen den Polymorphismus mit der Molekularzusammensetzung der Flüssigkeiten, wie hier, so überhaupt in den engsten Zusammenhang bringen wird, wodurch unser Ausgangspunkt, daß an der Bildung von Kristallen nur Molekülarten, die schon

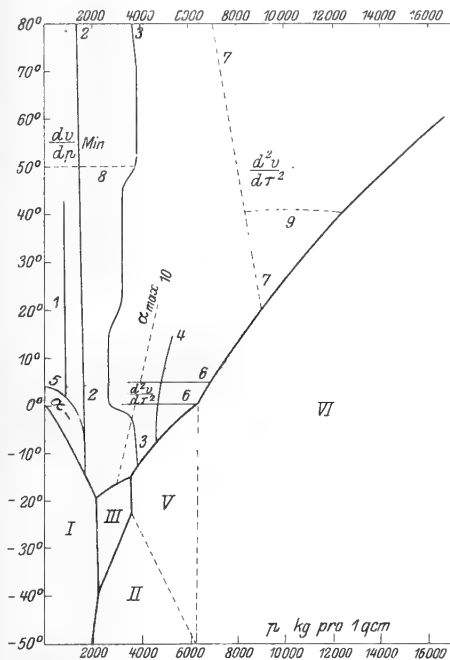


Fig. 5.

sten Druckes, die der Linie 1 entsprechen. Auf der Linie 2 wird dann der Rest der Molekülart I in Wasser in die Molekülart III übergehen. Hierauf ist das Wasser arm an der Molekülart I und reich an III und II, infolgedessen kann bei Drucken etwas über denen der Linie 2 die Kristallbildung durch die Moleküle III erfolgen, was in der Tat eintritt. Könnte man die Kristallisation der Moleküle III verhindern, so würden die Moleküle II kristallisieren.

Auf der Linie 3 wird bei tieferen Temperaturen die Umwandlung der Moleküle II in V und bei höheren die der Moleküle III in V merklich, auf der Linie 4 die von V in VI. Nur in einem kleinen Druckintervall ist also das Wasser relativ reich an den Molekülen V, neben denen es II, III und VI enthält. Die Folge hiervon wird die sein, daß die Ausscheidung der Moleküle V aus dem Wasser bei ihrer Kristallbildung sehr behindert ist, was auch die Erfahrung bestätigt. Nach Überschreitung der Linie 4 wird das Wasser reich an der Molekülart VI, die sich dann kristallbildend betätigt.

in den Flüssigkeiten vorhanden sind, teilnehmen, befestigt würde.

Molekulargewichtsbestimmung.

Von P. Walden¹⁾ ist eine empirische Regel gefunden worden, auf die sich eine Methode zur Molekulargewichtsbestimmung von Kristallen gründen läßt, wenn man eine im folgenden zu formulierende Bedingung berücksichtigt.

Dieser Regel nach ist die molekulare Entropieänderung beim Schmelzen, $\frac{r_p \cdot M}{T_s}$, für normale

Flüssigkeiten im Mittel gleich 13,5 cal. r_p bezeichnet die Schmelzwärme pro 1 g in cal, M das Molekulargewicht und T_s die absolute Temperatur des Schmelzpunktes. Wegen der Verschiedenheit der Arbeit gegen die inneren Kräfte beim Schmelzen und wegen der Verschiedenheit der Energieänderung im Molekül und bei der Molekularanordnung nach verschiedenen Raumgittern ändert sich die molekulare Entropieänderung nicht unerheblich, schätzungsweise zwischen 11–16 cal. Wenn beim Schmelzen eine Dissoziation unter Wärmebindung eintritt, so wird die normale Entropieänderung beim Schmelzen um den Betrag der Entropieänderung bei der Dissoziationsänderung,

also um $\frac{\Delta\alpha \cdot w}{T_s}$, wo $\Delta\alpha$ die Änderung des Dissoziationsgrades und w die Dissoziationswärme pro 1 g Mol. bedeuten, vergrößert; wenn umgekehrt eine Polymerisation beim Schmelzen unter Wärmeentwicklung stattfindet, so würde die molekulare Entropieänderung um den Wert $\frac{\Delta\alpha \cdot w}{T_s}$ verkleinert werden. Für die Entropieänderung beim Schmelzen hat man also die allgemeine Gleichung:

$$\frac{r_p \cdot M}{T_s} \pm \frac{\Delta\alpha \cdot w}{T_s} = 11 \text{ bis } 16 \text{ cal.}$$

Man sieht also, daß ohne Kenntnis der Änderung des Dissoziationsgrades $\Delta\alpha$ beim Schmelzen und der Dissoziations- resp. Polymerisationswärme w eine Molekulargewichtsbestimmung nicht ausgeführt werden kann. Wenn aber die Änderung der molekularen Entropie bei der Dissoziation resp. der Polymerisation oder Isomerisation im Vergleich zur molekularen Entropieänderung beim Schmelzen verschwindet, indem entweder $\Delta\alpha$ bei normalen Flüssigkeiten oder w bei assoziierten Null wird, dann kann die Molekulargewichtsbestimmung ausgeführt werden. Das Molekulargewicht M der Moleküle im Kristall würde sich dann aus der Entropieänderung beim Schmelzen pro 1 gr angenähert zu

$$M = \frac{13,5 \cdot T_s}{r_p}$$

ergeben.

Bei den Eisarten ist, wie wir gesehen haben, diese Bedingung erfüllt und daher ist hier die Berechnung des Molekulargewichtes ihrer Moleküle zulässig.

Für die Zustandspunkte, in denen je zwei Eis-

arten mit Wasser in Gleichgewicht sind, enthält die folgende Tabelle die Schmelzwärmen r_p , die absoluten Schmelztemperaturen T_s und die Änderungen

der Entropie pro 1 g, $\frac{r_p}{T_s}$. Dividiert man diese Werte in 13,5, so erhält man die in der Tabelle verzeichneten Molekulargewichte der Moleküle in den verschiedenen Eisarten. Für das Eis II, welches mit Wasser nicht ins Gleichgewicht kommt, ist die Schmelzwärme geschätzt:

T_s	Eisart	r_p	$\frac{r_p}{T_s}$	M
251°	I	56,1	0,224	60
	III'	50,9	0,203	67
256°	III'	61,4	0,240	56
	V	62,3	0,243	56
273,2°	V	70,1	0,256	53
	VI	70,3	0,257	53
238°	II	59	0,25	54

Der Formel $(\text{H}_2\text{O})_3$ würde das Molekulargewicht 54 und der Formel $(\text{H}_2\text{O})_4$ würde das Molekulargewicht 72 entsprechen. Man ersieht, daß die Molekulargewichte für die Eisart III' sich aus den Bestimmungen der Schmelzwärmen bei 251° und 256° ziemlich verschieden ergeben, während diese Werte für das Eis V aus den Schmelzwärmen bei 256° und 273° voneinander wenig verschieden werden. Für das stabilere Eis III' würde man etwas kleinere Molekulargewichte, die vielleicht auch untereinander besser übereinstimmen würden, finden. Sieht man von den etwas zu großen Molekulargewichtswerten des Eises III' ab, so ergibt sich, daß das Molekulargewicht der Eisarten I, II, V und VI dasselbe ist und der Formel $(\text{H}_2\text{O})_3$ entspricht.

Der Unterschied der Eisarten beruht also nicht auf Polymerie, sondern auf Isomerie.

Zusammenfassend darf man sagen, daß ein Hauptziel der Lehre des festen Zustandes, das der Ergründung des molekularen Aufbaues heteromorpher Formen, fast erreicht ist.

Der Polymorphismus hat zwei Wurzeln, die Verschiedenheit der die heteromorphen Kristalle aufbauenden Moleküle und die Verschiedenheit der Raumgitter, in die sich gleiche und verschiedene Moleküle ordnen. Dementsprechend sind die heteromorphen Formen in Gruppen zu ordnen. Zu einer Gruppe gehören die Kristallarten, welche aus derselben Molekulart, aber in verschiedenen Raumgittern aufgebaut sind; diese Formen sind einander näher verwandt als die Formen verschiedener Gruppen.

Von den amorphen, glasigen Körpern konnte schon vor längerer Zeit¹⁾ gezeigt werden, daß sie als stark unterkühlte Flüssigkeiten aufzufassen sind. Bisher sind die Körper in diesem Zustande immer als instabile Phasen aufgetreten. Stabil könnten dieselben nur dann werden, wenn eine früher²⁾ ge-

1) Zschr. f. phys. Chem. 28, S. 17. 1899.

2) Ann. der Physik 36, S. 1040, 1911.

1) Zeitschrift für Elektrochemie 1908, S. 713.

kennzeichnete thermodynamische Bedingung erfüllt ist.

Aus den thermodynamischen Eigenschaften: dem Volumen, der Schmelzwärme, der Kompressibilität und der Wärmeausdehnung ergeben sich Kennzeichen für die Zugehörigkeit heteromorpher Formen zu einer Gruppe, welche durch die Lage der Gleichgewichtskurven der betreffenden Formen mit anderen Phasen bestätigt werden. Die Zustandsfelder der Kristallarten einer Gruppe fallen aufeinander in der Weise, daß das Zustandsfeld der instabileren Form vollständig in das der stabileren fällt, deren Zustandsfeld das der instabileren allseitig überragt (Eis I' und Eis III'). Der Grund hierfür ist der, daß sich die Flächen des thermodynamischen Potentials der Formen einer Gruppe untereinander nicht schneiden, was seinerseits wieder auf eine nähere Verwandtschaft der Zustandsgleichungen der Formen einer Gruppe zurückzuführen ist.

Zur Molekulargewichtsbestimmung der heteromorphen Formen kann der Satz von der konstanten molekularen Entropieänderung beim Schmelzen herangezogen werden, wenn die Änderungen der molekularen Konzentration beim Schmelzen mit Entropieänderungen verknüpft sind, die im Vergleich zur Entropieänderung beim Schmelzen verschwinden.

Für die Eisarten I, II, III, V und VI ergibt sich, daß ihre Moleküle einander nicht polymer, sondern isomer sind.

Bei normalen Flüssigkeiten ändert sich das Molekulargewicht beim Schmelzen in der Regel nicht. Dementsprechend kristallisieren solche Flüssigkeiten in den Formen ein und derselben Gruppe. Der Grundvorgang bei der Kristallisation besteht in einer Energieabgabe von seiten des isotropen Moleküls, wodurch das isotrope Molekül anisotrop wird und dadurch befähigt ist, sich in ein seiner Anisotropie entsprechendes Raumgitter zu ordnen. Durch diesen Vorgang wird ein Teil der Eigenschaften des anisotropen Körpers vektoriell, es entsteht ein Kristall, dessen Zustandsfeld ein begrenztes ist.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Radium-Biologie.

Den Angaben O. Hertwigs über die parthenogenetischen Charaktere der Radiumlarven (S. 876) gegenüber halte ich meine Äußerung auf S. 664 aufrecht, daß die Abtötung männlichen Kernmaterials, insbesondere die Ausschaltung väterlichen Chromatins, uns noch nicht berechtigt, von Parthenogenese zu sprechen. Letztere würde erst dann bestehen, wenn auch alle übrigen Bestandteile der Samenzelle, insbesondere das offenbar gegen Radium sehr resistente, im Mittelstücke des Spermatozoons enthaltene Spermozentrum, welches dem die (uneingeschränkt geliebene) Beweglichkeit der Samenfläden veranlassenden Gebilde nahesteht, vernichtet wäre, wenn also der cytologische Nachweis erbracht wird, daß die Eizelle durchaus mit eigenen Mitteln und Wirkungsweisen in die Teilungsfolge eintritt und alle Gebilde des Spermatozoons aus dem Teilungsmechanismus ausgeschaltet sind. Wird nur das Chromatin affiziert und aus-

geschaltet, so besteht eine Minimalbefruchtung. Wenn das Spermatozoon nach der Teilungserregung nicht vollkommen unwirksam wird, dann kann auch jener Vergleich mit dem Anstoße des Perpendikels einer Uhr nicht gezogen werden. Dieser Vergleich ist hingegen vollkommen gerechtfertigt bei den Versuchen von Bataillon, bei welchen die Eizelle derselben Anuren durch Massage und Anstich zu äqualer Teilung und zur Entwicklung angeregt wurde. Selbstverständlich kann durch die Wirksamkeit des väterlichen, die Strahlungsfigur und Zellteilung beherrschenden Zellmaterials, auch wenn es nicht durch gleichsinnig abgestimmtes Kernmaterial unterstützt wird, der Erwerb väterlicher Merkmale in den sich bei der Zellvermehrung epigenetisch einstellenden Wachstumsstadien bei groben und subtileren Formbildungen, wahrscheinlich auch bei der Bestimmung des Geschlechtes bedingt werden. Hinsichtlich der Produktivität des Zellplasmas der zellulären Differenzierungen sind mangels des hierbei ausschlaggebenden väterlichen Kernmaterials wohl ausschließlich mütterliche Merkmale und Charaktere zu erwarten. Dies würde noch viel deutlicher zutage treten, wenn es möglich wäre, ausschließlich das Chromatin zu affizieren und auszuschalten.

Gegenüber den Ausführungen von Marcus (S. 686) betone ich nochmals, daß durch die Befruchtung vor allem das durch den Dimorphismus der Geschlechtszellen ermöglichte und geförderte, in den Richtungsteilungen sich bekundende Unvermögen der Eizelle, sich äqual zu teilen, durch die Mitwirkung der Derivate des Spermatozoons aufgehoben und damit die Entstehung eines Zellenstaates eingeleitet wird. Sowohl die Ontogenie wie die Phylogenie lehrt, daß dies doch viel wichtiger ist als die durch die Befruchtung — nebenbei — ermöglichte Steigerung der Variabilität. Parthenogenese war naturgemäß phyletisch die ursprünglichere Fortpflanzungsweise: wenn geschlechtlich sich fortpflanzende Formen wiederum Parthenogenese erwerben, so ist dies ein tertiärer Zustand, welcher uns lehrreiche Analogien mit dem längst verschwundenen, überholten primären Zustand aufdeckt.

Zum Schlusse möchte ich zur Klärung der Sachlage noch hervorheben, daß die Epigenetiker nicht, wie Marcus S. 685 angibt, „von Potenzen absehen“, als wäre „die Entwicklung nur von allgemeinen Ursachen bestimmt“. Der Epigenetiker kennt vielmehr bei der Erforschung der Entwicklung und der genetischen Interpretation der Vererbungserscheinungen und -weisen nur das volle Repertoire der zellulären Potenzen und analysiert, wie durch das in unerschöpflicher Weise variierbare Zusammenwirken ebenso mannigfaltig variierbarer zellulärer Fähigkeiten — des Teilungswachstums und der Produktivität des Zellplasmas — unter den bei Beginn der Entwicklung bestehenden und weiterhin erworbenen Bedingungen die verschiedenen Wachstums- und Differenzierungslagen und -erscheinungen im zellenstaatlichen Bauen in epigenetischer Evolution zellulärer Leistungen zustande kommen, wie die normale Organisation und ihre Varianten, wie Mißbildungen und andere pathologische Erscheinungen erworben werden. Der Epigenetiker leitet vom zellulären Chemismus den zellenstaatlichen ab und verwertet jede Vertiefung zellular-physiologischer Erkenntnis zur Erklärung der Erwerbungen vereinter zellulärer Wirksamkeit bei zellenstaatlichem Bauen. Der Epigenetiker perhorresziert die vorwiegend von Entwicklungsmechanikern propagierte Annahme, daß spezifisch zellenstaatliche Mannigfaltigkeit (Organe, Formationen und Merkmale der Organismen) als solche bereits in der Keimzelle in corpusculärer (ultramikroskopischer) Form (Plassonten, Organplasmen) präformiert existieren und durch die Entwicklung aktiviert werden, weil zellenstaatliche Gebilde mit zellulären

Mitteln erst epigenetisch erworben werden müssen. — Zwischen diesen beiden Anschauungen kann es keine Kompromisse geben, weil die Annahme einer präexistenten zellenstaatlichen Mannigfaltigkeit in der Keimzelle — in was immer für einer Form — *toto coelo* verschieden ist von der Grundanschauung der Epigenetiker, daß sich die Entwicklung als das Werk und der Erfolg vereinter zellulärer Wirksamkeit aus der groben, durchaus im Rahmen des Zellulären gelegenen Ausgangssituation (Eiwachstum, Eihüllen) unter Bedingungen und Einflüssen vollzieht, welche nur in einem Zellenstaat, nicht aber in einer Einzelzelle bestehen können. So wie das, was die menschliche Gemeinsamkeit leistet, schafft und erwirbt, nicht in einem Einzelindividuum präformiert enthalten sein kann, so können auch nicht zellenstaatliche Werke und Erwerbungen in einer Einzelzelle präexistieren. Dies ist nur eine zwingende Konsequenz des von *Haeckel* inaugurierten Vergleiches der menschlichen Zivilisation mit der Entstehung eines Zellenstaates. Auf dieser prinzipiellen Erkenntnis beruht die wissenschaftliche Behandlung des Vererbungsproblems. Im übrigen wäre ich Herrn *Marcus* sehr verbunden, wenn er „so ziemlich alles, was in den ‚Richtlinien‘ steht“, auch wirklich aufheben und widerlegen würde und es nicht mit einem Pauschalurteile bewenden ließe. —

Alfred Greil, Innsbruck.

Berichtigung.

In dem Aufsatz über die Geltung des Mendelschen Gesetzes beim Menschen ist mir bei der Darstellung der Lenzschen Hypothese über die Vererbung der Hämophilie ein Irrtum unterlaufen. *Lenz* nimmt zur Erklärung des Dominanzwechsels nicht eine idioplasmatische Korrelation (Bindung der krankhaften Anlage an das W) an, sondern eine „somatische“ Korrelation, d. h. die Hämophilie tritt aus unbekannten Gründen nur im Körper des Mannes in Erscheinung. Demgemäß ist auf S. 577 der Abschnitt „Der Dominanzwechsel — — — besitzt“ zu streichen.

Th. Mollison, Heidelberg.

Besprechungen.

Koenigsberger, Leo, Die Mathematik eine Geistes- oder Naturwissenschaft? Festrede in der Sitzung der Heidelberger Akademie der Wissenschaften am 24. April 1913. Heidelberg, Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, 1913. 15 S. Preis geh. 0,60 M. .

Die mir vorliegende Separatausgabe der Rede ist als „zweite Auflage“ bezeichnet, wohl ein Beweis für die besondere Beachtung, die die interessanten Ausführungen des Redners auch noch nach der akademischen Festsetzung, nach dem Verklängen des lebendigen Wortes, gefunden haben. Für die erörterte Frage kommt Herr *Koenigsberger* zu dem Resultat, die Mathematik sowohl den Naturwissenschaften wie auch den Geisteswissenschaften zuzurechnen. Insbesondere unter einem Gesichtspunkt wird Wesen und Wert der Mathematik hier ausführlicherer Betrachtung unterzogen: Man weiß, daß *Buffon* der Mathematik alle Fähigkeit, neue Erkenntnisse zu schaffen, absprach, daß er alle von ihr erschlossenen Wahrheiten als bereits in den Definitionen ihrer Begriffe resp. in ihren Axiomen liegend, kurz die ganze Mathematik als eine gewaltige Tautologie angesehen wissen wollte, eine Anschauung, nach der es also einem riesenhaften Intellekt möglich sein müßte, auf dem Fundament der mathematischen Definitionen und Axiome sofort das ganze große Gebäude der Wissenschaft vor dem geistigen Auge erstehen zu sehen. Das von Herrn *Koenigsberger* zitierte Wort der „Histoire naturelle“ (t. I, 1749, p. 53/54) lautet ausführlicher:

„Il y a plusieurs espèces de vérités, et on a coutume de mettre dans le premier ordre les vérités mathématiques, ce ne sont cependant que des vérités de définition; ces définitions portent sur des suppositions simples, mais abstraites, et toutes les vérités en ce genre ne sont que des conséquences composées, mais toujours abstraites, de ces définitions. Nous avons fait les suppositions, nous les avons combinées de toutes les façons, ce corps de combinaisons est la science mathématique; il n'y a donc rien dans cette science que ce que nous y avons mis Ce qu'on appelle vérités mathématiques se réduit donc à des identités d'idées et n'a aucune réalité.“ Auch *Goethe* hat ähnlich gedacht und gemeint (Herr *Koenigsberger* zitiert auch ihn, freilich mit einem anderen Wort): „Die Mathematik ist, wie die Dialektik, ein Organ des innern höhern Sinnes; in der Ausübung ist sie eine Kunst wie die Beredsamkeit. Für beide hat nichts Wert als die Form; der Gehalt ist ihnen gleichgültig. Ob die Mathematik Pfennige oder Guineen berechne, die Rhetorik Wahres oder Falsches verteidige, ist beiden vollkommen gleich.“ (Zur Naturwissenschaft: „Über Naturwissenschaft im Allgemeinen.“) Selbst Mathematiker haben einer derartigen Würdigung ihrer Wissenschaft nicht immer unbedingt widersprochen, wie denn *Henri Poincaré* wahrhaft schöpferische Kraft in der Mathematik nur der Methode der vollständigen Induktion, dem Schluß von n auf $n + 1$, beizumessen geneigt war. Auch an *Ernst Machs* bekannte Anschauungen gebührt wohl hier erinnert zu werden, der erklärt: „Im einzelnen vermag die Wissenschaft uns nichts zu bieten, was nicht jeder in genügend langer Zeit auch ohne alle Methode finden könnte. Jede mathematische Aufgabe könnte durch direktes Zählen gelöst werden.“ (Vortrag Wiener Akademie, 25. Mai 1882.)

Die geschichtliche Entwicklung der Mathematik ist schwerlich dazu angetan, die Auffassung *Buffons*, *Goethes* oder *Machs*, auch nicht die *Poincarés*, zu bestätigen; insbesondere die nahen Beziehungen der Mathematik zu Natur und Naturwissenschaften, Beziehungen, die für die ganze Entwicklung der Mathematik entscheidend waren, zwingen, wie mir scheint, zu einer anderen Auffassung. Freilich sind die Objekte der Mathematik Schöpfungen des menschlichen Geistes und sie selbst daher ohne Frage eine Geisteswissenschaft, worauf noch zurückzukommen sein wird. Aber Entstehen und Wachstum der Mathematik ist doch nicht willkürlich gewesen. Ein Schachspiel können wir ohne weiteres uns vorstellen mit Figuren, die nach Zahl oder Gangart von den gebräuchlichen abweichen, und können somit an Stelle der heutigen, Jahrhunderte alten „Schachtheorie“, dem aufgesammelten Komplex zahlloser Analysen, eine andere, in gleicher Weise entstandene Spieltheorie uns denken, die mit der jetzigen nichts gemein hätte. Anders in der Mathematik! Aus der realen Außenwelt, durch empirische Wahrnehmung des Menschengesistes in der Außenwelt, empfing sie ihre ersten und entscheidenden Anregungen, und zum mindesten für die frühesten Epochen ihrer Geschichte war die Natur das Laufseil ihrer fortschreitenden Entwicklung. Auch an zwei völlig verschiedenen Geburtsstätten entstanden und an der einen unabhängig von der andern weiter entwickelt, wären schwerlich zwei völlig verschiedene Mathematiken geworden, wie denn die alte autochthone Mathematik der Japaner („wasan“ genannt im Gegensatz zu der modernen, aus Europa übernommenen und mit „sügaku“ bezeichneten), sieht man von der Formelsprache und überhaupt natürlich allem Technischen ab, sich von der abendländischen Wissenschaft anscheinend nicht wesentlich unterscheidet. Freilich wird man diesem Beispiel nicht allzuviel Beweiskraft beilegen dürfen, da gerade für die ersten, für

unsere Frage besonders wichtigen Anfänge der japanischen Wissenschaft mit fremden — indischen und mittelbar eventuell abendländischen — Einwirkungen gerechnet werden muß. Aber können wir uns denn beispielsweise ein Hellenenvolk vorstellen, bei dem an Stelle von *Euklids* System sich eine der „nichteuklidischen“ Geometrien entwickelt hätte, oder gar eine Nation, bei der eine Arithmetik anders als auf der Grundlage der ganzen Zahlen und der für sie gültigen üblichen Rechenregeln entstanden wäre! Durch die reale Außenwelt war die Entwicklung der Mathematik bis zu einem gewissen Grade bedingt; aus der Betrachtung der Realitäten hat der Menschengestalt stets neue Anregungen geschöpft, die ihn zur Weiterentwicklung der mathematischen Begriffe, zur Schöpfung neuer Begriffe führten, und so ist die Wissenschaft beständig bereichert und erweitert worden. „Sicherlich stammen die ersten und ältesten Probleme in jedem mathematischen Wissenszweige aus der Erfahrung und sind durch die Welt der äußeren Erscheinungen angeregt worden,“ so sagt *David Hilbert* in seinem berühmten Pariser Vortrage über „Mathematische Probleme“ (1900), „bei der Weiterentwicklung einer mathematischen Disziplin wird sich jedoch der menschliche Geist, ermutigt durch das Gelingen der Lösungen, seiner Selbstständigkeit bewußt; er schafft aus sich selbst heraus, oft ohne erkennbare äußere Anregung, allein durch logisches Kombinieren, durch Verallgemeinern, Spezialisieren, durch Trennen und Sammeln der Begriffe in glücklichster Weise neue und fruchtbare Probleme und tritt dann selbst als der eigentliche Frager in den Vordergrund Inzwischen, während die Schaffenskraft des reinen Denkens wirkt, kommt auch wieder von neuem die Außenwelt zur Geltung, zwingt uns durch die wirklichen Erscheinungen neue Fragen auf, erschließt neue mathematische Wissensgebiete und, indem wir diese neuen Wissensgebiete für das Reich des reinen Denkens zu erwerben suchen, finden wir häufig die Antworten auf alte, ungelöste Probleme und fördern so zugleich am besten die alten Theorien.“

Dürfen wir nun ob dieser Abhängigkeit von der realen Außenwelt, ob dieses „stets sich wiederholenden und wechselnden Spiels zwischen Denken und Erfahrung“ (*Hilbert*) die Mathematik eine „Naturwissenschaft“ nennen? Ist sie die „oberste und einfachste aller Naturwissenschaften“, wie Herr *Koenigsberger* (p. 9) will? Die Gebilde der Mathematik sind und bleiben Abstraktionen, Schöpfungen des Menschengestes, wie schon mehrfach gesagt, freilich Schöpfungen, zu denen die Außenwelt dem menschlichen Geiste die ersten Anregungen gab. Aber gilt dies nicht beispielsweise auch für einen wesentlichen und wichtigen Teil der Objekte, mit denen es die Sprachwissenschaft zu tun hat? Ebenso wie man diese nicht als eine Naturwissenschaft ansieht, wird man — so scheint mir im Gegensatz zu der *Koenigsbergerschen* Auffassung — die abstrakte Mathematik nicht als „Naturwissenschaft“ ansprechen dürfen. Nicht einmal von der Geometrie scheint mir dies zulässig, wenn auch *Gauß* sie „etwa mit der Mechanik in gleichen Rang“ — abseits der Arithmetik — setzen wollte (Brief an *Olbers* vom 28. April 1817), sobald er zu der Überzeugung von der Unbeweisbarkeit der Notwendigkeit des Euklidischen Systems sich durchgerungen hatte. In keiner Wissenschaft offenbart sich die reine Denkkraft des menschlichen Geistes überwältigender als in der von den einfachsten bis zu den höchsten und schwierigsten Gedankenverbindungen aufsteigenden Mathematik; keine Wissenschaft auch ist der Philosophie näher verwandt als sie. Freilich meint *Jean Paul* in seiner „*Levana oder Erziehlehre*“ (7. Bruchstück, § 134): „Das alte Vorurteil, daß Mathe-

matik den philosophischen Scharf- und Tiefsinn übe und fordere, und daß sie und die Philosophie Schwestern sein, hat sich hoff' ich fortgeschlichen. Mit Ausnahme des überall gewaltigen *Leibnitz*, waren große Mathematiker wie *Euler*, *d'Alembert*, ja *Newton*, schwache Philosophen.“ „Das alte Vorurteil“ ist gewiß auch heute und aus guten Gründen noch recht verbreitet und, um auch ein gegnerisches Urteil aus mathematischem Munde zu vernehmen, wollen wir *Ernst Eduard Kummer* hören, der einmal in einer akademischen Rede (Berlin, 26. Januar 1865), in entschiedenem Gegensatz zu dem soeben Gehörten, gesagt hat: „Der allgemeine Grund dafür, daß mathematisches und philosophisches Talent sich oft vereint finden, liegt darin, daß es nur die eine Befähigung und Neigung für das rein abstrakte Denken ist, welcher die beiden verschiedenen Wege der mathematischen so wie der philosophischen Spekulation gleichmäßig offen stehen; ob ein mit diesem Talente vorzugsweise begabter wissenschaftlicher Forscher sich mehr der einen oder der andern dieser verwandten Wissenschaften zuwendet, oder ob er einer derselben sich ganz ergibt, scheint mehr nur von äußeren Bedingungen abhängig zu sein.“ Auch unter den Parnaßbewohnern hat *Jean Pauls* Ansicht entschiedene Widersacher. „Es wird Dir sehr wohl tun,“ so schrieb *Friedrich Hölderlin* dem Bruder (19. Januar 1797), „nach Vollendung des naturrechtlichen Studiums, an die Mathematik zu gehen, die, wie Du finden wirst, die einzige Wissenschaft ist, die der möglichen wissenschaftlichen Vollkommenheit des Naturrechts an die Seite gesetzt werden kann. Ich beschäftige mich jetzt häufig mit dieser herrlichen Wissenschaft und finde, um es noch einmal zu sagen, daß diese und die Rechtslehre, wie sie werden kann und muß, die einzige in diesem Grade vollkommen reinen Wissenschaften sind im ganzen Gebiete des menschlichen Geistes.“ Und ein anderer Jünger der Romantik, *Novalis*, wurde gleichfalls durch die rein geistige Natur der Mathematik zu höchster Begeisterung hingerissen: „Der Begriff der Mathematik,“ sagt er, „ist der Begriff der Wissenschaft überhaupt.“

So kann der Teil der *Koenigsbergerschen* These, dessen Beweis die Rede vornehmlich gilt, wohl nicht ernstlich angefochten werden und wird insbesondere in mathematischen Kreisen schwerlich Widerspruch finden. „Die Mathematik ist an sich eine reine Geisteswissenschaft“, so sagt auch *Felix Klein* in seinen „Vorträgen über den mathematischen Unterricht“ (Teil I, bearb. v. *Rud. Schimmack*, 1907, p. 136/7). Wenn freilich das *Klein-Schimmacksche* Buch hierzu die Marginalbemerkung macht: „Man muß es als einen Mißgriff bezeichnen, wenn bei zahlreichen Klassifikationen der Wissenschaften, so z. B. auch in dem neuen enzyklopädischen Werke „Die Kultur der Gegenwart“ (herausgegeben von *P. Hinneberg*, Leipzig [Teubner] seit 1906) die Mathematik prinzipiell mit den Naturwissenschaften zusammengeworfen wird“, so scheint mir dieser Satz doch eines Kommentars resp. eines Zusatzes zu bedürfen, da er sonst falsch verstanden werden könnte. Mathematik und Naturwissenschaften sind tatsächlich so stark aufeinander angewiesen, daß in praxi überall dort, wo eine isolierte Stellung der Mathematik sich verbietet, ihre Angliederung an die Familie der Naturwissenschaften geboten ist. In den Akademien der Wissenschaften wird überall dort, wo nicht etwa eine besondere mathematische Klasse besteht, die Mathematik nicht mit den übrigen Geisteswissenschaften, also nicht mit den historisch-philologischen Fächern, sondern mit den Naturwissenschaften zu einer Klasse vereinigt werden müssen, und an den Universitäten, an denen die alte philosophische Fakultät sich in zwei neue Fakultäten spaltet, wird aus denselben, hier sogar noch in höherem Grade

zwingenden, praktischen Gründen die Mathematik ebenso wie dort klassifiziert werden müssen. Es wird ja auch niemand bestreiten, daß praktische Mathematik und Naturwissenschaften, insbesondere exakte Naturwissenschaften, eine Einheit bilden, und vorzüglich in Göttingen, wo die soeben zitierten „Vorträge“ gehalten wurden, herrschte und herrscht diese Auffassung unbedingt. Hat doch erst jüngst Herr *Schwarzschild* bei seiner Antrittsrede in der Berliner Akademie (26. Juni 1913), in Erinnerung an seine Göttinger Jahre, ausgesprochen: „In Göttingen, bei *Felix Klein* und dem ganzen Kreis der dortigen Naturforscher, galt die bewußte Devise, daß Mathematiker, Physiker und Astronomen eine Wissenschaft betreiben, die, wie etwa die griechische Kultur, nur als Gesamtheit zu erfassen sei.“ — So möchte ich gegenüber der Koenigsbergerschen These, daß die Mathematik sowohl Naturwissenschaft wie auch Geisteswissenschaft ist, die andere aussprechen: Die Mathematik ist ihrem Wesen nach eine Geisteswissenschaft; in der Organisation der Wissenschaft ist sie jedoch aus praktischen Gründen überall in erster Linie mit den Naturwissenschaften zu vereinigen.

Freilich sollten auch die philosophischen Wissenschaften, deren abstrakte Teile, wie schon gesagt, der Mathematik verwandt sind und die andererseits durch die Experimentalpsychologie in neuerer Zeit den Naturwissenschaften immer näher getreten sind, in Akademien und Universitäten dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Konzern angegliedert werden.

W. Ahrens, Rostock.

Weber, Heinrich, Lehrbuch der Algebra. Kleine Ausgabe in einem Bande. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1912. 528 S. Preis M. 14,—, geb. M. 15,—.

Das vorliegende Werk ist eine kurze Ausgabe des berühmten Weberschen Lehrbuches der Algebra, das zu den klassischen Werken der mathematischen Lehrbuchliteratur gehört und wohl in der Bibliothek jedes Mathematikers zu finden ist. Die ursprüngliche zweibändige Ausgabe enthält eine solche Fülle von Stoff, daß der Anfänger davon leicht erdrückt wird oder doch sich schwer in dem Ganzen zurechtfindet. Um so mehr ist gerade im Interesse der Studierenden die kleine Ausgabe zu begrüßen. Sie enthält in sehr übersichtlicher Weise die wesentlichsten Gegenstände der großen Ausgabe, mit Ausnahme der schwierigsten Partien. Vielfach hat dabei die Darstellung durch die veränderte Anordnung des Stoffes noch gewonnen. Die kleine Ausgabe ist daher dem Anfänger, dessen Streben nicht auf die tieferen Fragen der Gruppentheorie oder der Theorie der algebraischen Zahlkörper gerichtet ist, durchaus zu empfehlen.

R. Courant, Göttingen.

Carrel, Alexis, Neue Untersuchungen über das selbständige Leben der Gewebe und Organe. Berliner klinische Wochenschrift 1913, S. 1097—1101.

Seit *Harrison* die Züchtung isolierter Zellen des Frosches zum Studium der Entwicklungsgeschichte der Elemente des Nervensystems benutzte, sind eine ganze Anzahl von Untersuchungen gemacht worden, die sich mit der Kultur von Körperzellen außerhalb des Organismus, mit der sogenannten „*Explantation*“ beschäftigen. Besonders haben die Mitteilungen über die weitgehenden Erfolge, die *Carrel* in den letzten Jahren mit dieser Methode erzielt hat, berechtigtes Aufsehen erregt. Die letzte Veröffentlichung des New Yorker Chirurgen über dies Thema enthält so erstaunliche Resultate, daß man sie in das Reich der Fabel verweisen würde, wenn sich nicht die bisherigen Angaben dieses Autors bei der Nachprüfung durch verschiedene Gelehrte stets in allen wesentlichen Punkten bestätigt hätten. Um es mit

einem Worte zu sagen: *Carrel* behandelt die Bindegewebszellen — mit diesen sind vorläufig die besten Resultate erzielt worden — wie Bakterien oder Hefen, die man in Reinkulturen beliebig lange und in beliebiger Menge züchten kann, wenn man einmal ein geeignetes Ausgangsmaterial gewonnen hat. Natürlich ist streng aseptisches Arbeiten bei diesen Kulturen ebenso notwendig, wie bei der Reinkultur von Mikroorganismen. Als Nährboden erwies sich das gelatinisierte Blutplasma erwachsener Tiere nicht als günstig, in ihm konnten sich die Zellen oder Gewebestücke wohl eine ziemlich lange Zeit lebend erhalten, aber es kam kaum zu einem nennenswerten Wachstum. Dagegen wurde gutes Wachstum erzielt, wenn das Plasma mit dem Saft aus Embryo-

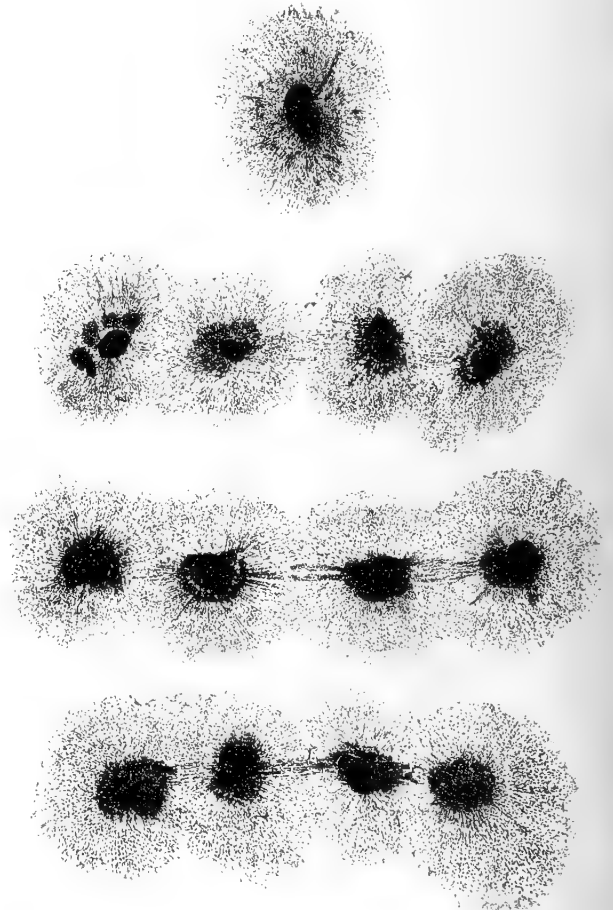


Fig. 1. Vermehrung einer Kultur von Bindegewebszellen in hängenden Tropfen nach *Carrel*.

nen oder auch mit Gewebssaft erwachsener Tiere versetzt wurde, wobei auf ein Volumen Gewebssaft zwei Volumina Plasma kamen. Je jünger die Tiere sind, denen das Plasma entnommen wird, um so günstiger gestaltet sich das Wachstum. Die günstige Wirkung des Zusatzes von Gewebssaft ist nur zu konstatieren, wenn dieser aus derselben Tierart gewonnen ist, ist also durchaus spezifisch. Gewebssaft, der 10—30 Minuten lang auf 56° erwärmt worden ist, verliert seine wachstumsfördernde Wirkung. Ebenso geht sie verloren, wenn der Saft durch ein Chamberlain-Filter gepreßt worden ist.

Die Gewebestückchen, die längere Zeit in Kultur gehalten werden sollen, müssen, wenn sie in geringen Plasmamengen gehalten werden, jeden zweiten oder dritten Tag mit Ringerscher Salzlösung gewaschen und

in neues Plasma übertragen werden, da die Anhäufung der Stoffwechselprodukte das Wachstum bald zum Stehen bringt.

Was nun die Resultate anlangt, so mögen die beiden Beispiele langdauernder Kultur, die Carrel in seiner letzten Arbeit mitteilt, etwas näher beschrieben werden. Es handelt sich um das Überleben eines kleinen Fragmentes aus dem Herzen eines Hühnerembryos, das aus Herzmuskel und Bindegewebe bestand. Am 17. Januar 1912 wurde die Kultur angelegt, alle 2—3 Tage gewaschen und in neues Plasma übertragen. Verfolgen wir zunächst das Schicksal des Herzmuskels: nach einigen Tagen erloschen die Pulsationen, und über einen Monat stand das Herz still; als dann am 29. Februar der zentrale Teil des Herzmuskelstückes isoliert und in eine neue Kultur gebracht wurde, begannen wieder Pulsationen, die so kräftig waren, wie in den ersten Tagen, und in einem Rhythmus von 120—130 in der Minute ausgeführt wurden. Während der Monate März und April führte das Herzfragment 60—120 Schläge pro Minute aus, stets war die Frequenz sogleich nach Übertragung in neues Plasma am höchsten, 2—3 Tage später war fast völliger Stillstand eingetreten. Am 104. Tage

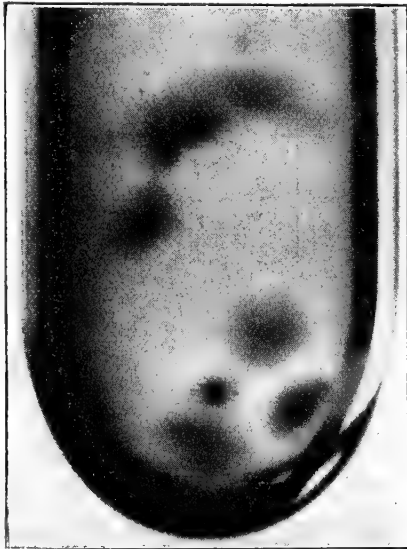


Fig. 2. Kultur von Bindegewebszellen in Röhrchen nach Carrel.

nach der Entnahme aus dem Embryo, also nachdem es fast vier Monate im Explantat gelebt hatte, ging das Muskelstückchen bei den Manipulationen, die ein neues Wechseln des Mediums erforderten, verloren. Noch viel Erstaunlicheres berichtet Carrel von dem Bindegewebe, das mit dem Muskelstückchen zugleich (17. Januar 1912) dem Embryo entnommen war. Im Anfang März lebten 5 Kulturen, die sich in den Monaten März und April so kräftig vermehrten, daß über 20 neue Kulturen angelegt werden konnten. Zwar gingen durch Infektion viele verloren, aber im Juli lebten doch noch 5, und am 25. September noch eine Kultur. Am 27. Oktober wurden hieraus zwei neue Kulturen gemacht, die sich so rasch vermehrten, daß im Januar wieder mehr als 30 Kulturen vorhanden waren. Als die vorliegende Arbeit am 28. April 1913, also 466 Tage oder mehr als 15 Monate nach der Explantation abgeschlossen wurde, lebte das Bindegewebe noch, nachdem es 172—173 Passagen durchgemacht hatte. Proben dieses Gewebes, die 14 Monate nach der Explantation in Röhrchen mit Plasma eingepflegt wurden, vermehrten sich in 5—6

Tagen auf das 30—40 fache, verhielten sich also ganz wie Bakterien, die in ein neues Nährmedium eingepflegt werden. Die beistehenden Figuren zeigen, wie das Wachstum dieser weiterlebenden Zellen im hängenden Tropfen (Fig. 1) und in der Kultur im Röhrchen (Fig. 2) vor sich geht. Es eröffnen sich durch diese Erfahrungen Ausblicke, die selbst nach so erstaunlichen Erfahrungen zu abenteuerlich erscheinen, als daß man sie zu zeigen schon heute wagen könnte.

A. Pütter, Bonn.

Wohlgemut, Julius, Grundriß der Fermentmethoden.

Ein Lehrbuch für Mediziner, Chemiker und Botaniker. Berlin, Julius Springer, 1913. IX, 355 S. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 10.80.

Der auf dem Gebiete der Fermentmethoden durch wertvolle eigene Experimentalarbeiten ausgezeichnete Forscher hat uns eine Zusammenstellung geliefert, die ihren Platz in den biologischen Laboratorien gut ausfüllen wird; das Buch ist vornehmlich eine Anleitung zum experimentellen Arbeiten. Es zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß man nach ihm wirklich wird arbeiten können, ohne immer die Originalliteratur bei der Hand zu haben. Die Zusammenstellung des Gebietes wird so auf die Forschung einen anregenden Einfluß haben und manchen davor bewahren, im gegebenen Falle nicht die beste und zuverlässigste Methode zu finden. Als Lehrbuch wäre vornehmlich der allgemeine Teil zu betrachten, der das Wesen und die Eigenschaften der Fermente, die allgemeinen Grundsätze bei Fermentuntersuchungen, die Darstellung von Fermentlösungen und Isolierung von Fermenten und schließlich die Filtration und Dialyse behandelt. Dieser Teil kann allen Interessenten zur Lektüre empfohlen werden. Der spezielle Teil bringt die Arbeitsmethoden in der üblichen Anordnung: kohlenhydrat-, fette- und eiweißspaltende Fermente, Nukleasen, Oxydasen und Katalasen. Den Schluß bildet hier die Blutgerinnung. Die Auswahl der angeführten Methoden scheint sehr gelungen, und für viele wird es wertvoll sein, daß auch die für die Zwecke der Fermentforschung nötigen chemischen Hilfsarbeiten in genügender Genauigkeit gegeben werden. Der Verfasser beginnt die Abhandlung der Kohlenhydrat spaltenden Fermente mit den Amylasen; der Vollständigkeit wegen hätte man auch die Zellulasen und die Hemicellulose spaltenden Fermente gern behandelt gesehen.

H. Pringsheim, Berlin.

Stiasny, G., Das Plankton des Meeres. 160 S. u. 83 Textfiguren. Berlin. G. J. Göschen, 1913. Preis geb. M. 0.90.

Der Verfasser hat es zustande gebracht, auf 160 Seiten eine Überfülle von Tatsachen zusammenzupressen, ohne daß dadurch die Lesbarkeit des Büchleins merklich beeinträchtigt worden wäre; freilich werden beim Leser einige Kenntnisse auf dem Gebiete der Biologie und Systematik der marinen Organismen vorausgesetzt. Dem Anfänger wird die Zusammenstellung und Erklärung der wichtigsten Kunstausdrücke (S. 23 bis 24) sehr willkommen sein, der Fachmann kann mit Vergnügen feststellen, daß auch die neueste Literatur in der Arbeit bereits berücksichtigt wird. In der Darstellung und Anordnung des Stoffes hält sich Verfasser hauptsächlich an die ausgezeichneten Arbeiten Lohmanns (Vortrag in Halle 1912), an Johnstones „Conditions of Life in the sea“ und das Handbuch des Referenten.

Den besten Überblick über den reichen Inhalt des Büchleins geben die Kapitelüberschriften: 1. Einleitung. 2. Geschichte der Planktonforschung, Hauptwerke, Terminologie, 3. Die Lebensbedingungen des marinen Planktons, 4. Die Organismen des Planktons, 5. Vergleich des Süßwasserplanktons mit dem des Meeres, 6. Methode

der Planktonforschung, 7. Anpassungserscheinungen der Planktonten, 8. Lebensweise der Planktonten, 9. Tiere und Pflanzen des Planktons in ihren gegenseitigen Beziehungen, 10. Horizontale, vertikale, geographische Verbreitung. Variationen. Bevölkerungsdichte. Strömungsweiser. Bipolarität, 11. Die Rolle des Planktons im Haushalte des Meeres. Bedeutung für den Menschen, 12. Anleitung zum Beobachten des Planktons auf See-reisen.

Ad. Steuer, Innsbruck.

Henneberg, W. und G. Bode, Die Gärungsgewerbe und ihre wissenschaftlichen Grundlagen. Leipzig, Quelle und Meyer, 1913. V, 128 S. Preis geh. M. 1,—, geb. M. 1,25.

In zwei Abteilungen: „Gärungsbakteriologie und Gärungstechnik“ behandeln die fachkundigen Verfasser in klarer Weise ihr Gebiet für ein weites Publikum; auch die naturwissenschaftlichen Grundlagen dürften für den einigermaßen Vorgebildeten gut verständlich sein. Das Büchlein empfiehlt sich besonders durch eine Fülle recht gut gelungener Abbildungen, was bei dem geringen Preise lobend hervorzuheben ist. Es verdient einen ausgedehnten Leserkreis zu finden.

H. Pringsheim, Berlin.

Röhm, Otto, Maßanalyse. 2. verbesserte Auflage. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1913. 96 S. und 14 Fig. Preis geb. M. 0,90.

Dies Heft der rühmlich bekannten „Sammlung Göschen“ (Nr. 221) enthält eine kurze Einführung in die Maßanalyse, die allen berechtigten Anforderungen entspricht. Auf eine kurze Charakteristik der Titrieranalyse gegenüber der Gewichtsanalyse folgt ein Abschnitt über Meßgefäße und Ablesen, ein weiterer über Maßflüssigkeiten und Indikatoren. Sodann werden in der üblichen Reihenfolge die Prinzipien und Ausführungsformen der wichtigsten Titriermethoden sowie die Herstellung der Lösungen kurz und präzise beschrieben und an Beispielen erläutert. Neben Neutralisationsmethoden, Oxydimetrie, Jodometrie, Reduktions- und Fällungsmethoden sind auch nicht Zuckertitration, Diazotierung und Phosphorsäurebestimmung vergessen. Die Behandlung ist überall dem heutigen Stand der Wissenschaft entsprechend, aber ohne jedes ostentative Hervorheben der Dissoziationstheorie, deren Unentbehrlichkeit als selbstverständlich betrachtet wird. Hierdurch wird sich das Werkchen auch bei dem Techniker, der einmal gelegentlich zu titrieren hat, und bei den Laboranten Freunde erwerben. Eine kleine Änderung möchte ich dem Herrn Verfasser vorschlagen. Seite 21 steht: „Normallösungen enthalten die Äquivalentgewichte der Titersubstanzen im Liter gelöst;“ das ist nicht ganz klar. Eindeutiger scheint mir die Formulierung: Normallösungen enthalten im Liter die Äquivalentgewichte der bei der Titration wirksamen Stoffe gelöst. Hierdurch wird jeder Zweifel, nach welchem Element (z. B. beim KMnO_4) das Normalgewicht festzustellen ist, beseitigt.

J. Koppel, Pankow.

Astronomische Mitteilungen.

Ein neuer Komet, in diesem Jahre der vierte, ist von dem Astronomen *Gelavan* auf der argentinischen Laplata-Sternwarte Ende September entdeckt worden. Der Komet 1913 d war zuerst nur im Fernrohr sichtbar, von der 10. Größenklasse und stand im Sternbilde des

„Wassermann“, etwas südlich vom Äquator. Inzwischen hat die nähere Bahnberechnung gezeigt, daß 1913 d doch kein neuer Komet ist, sondern mit dem in diesem Jahre erwarteten *periodischen Kometen Westphal* identisch ist. Seine Umlaufzeit dürfte etwa 61 Jahre betragen. Dieser Westphalsche Komet ist nach Beobachtungen in Bothkamp nunmehr schon von der 8. Größenklasse und in einem Feldstecher bereits erkennbar; er zeigt ferner einen gut definierten Kern und einen deutlichen Schweif. Nach der vorhandenen Ephemeride ist seine Position um Mitte Oktober in Rektascension $21^{\text{h}} 2^{\text{m}}$ und in Deklination $+13^{\circ} 10'$.

Beobachtungen des Planeten Venus teilt in Nr. 4684 der *Astronom. Nachrichten* Dr. *Wilk* (Krakau) mit, die sich auf die erste Hälfte dieses Jahres beziehen. Die interessanteste Wahrnehmung besteht darin, daß während der ganzen Beobachtungszeit das sogenannte aschgraue Licht der Venus oder die Beleuchtung der Nachtseite des Planeten nicht wahrgenommen werden konnte. Dadurch erhält die bisher übliche Erklärung für das bei Sichelgestalt der Venus auf der von der Sonne nicht beleuchteten Seite wahrnehmbare graue Licht eine neue Bestätigung. Während das aschgraue Licht beim Monde, das sich auf dem nicht von der Sonne jeweils erleuchteten Teile der Mondscheibe bemerkbar macht, bekanntlich durch zweimal reflektiertes Sonnenlicht (einmal von der Erde und dann vom Monde) erklärt wird, ist bei der Venus ihrer viel größeren Entfernung von der Erde wegen eine solche Doppelreflexion unmöglich anzunehmen. Es bleibt also nichts weiter übrig, als auf jenem Planeten, der auch eine sehr dichte Atmosphäre hat, gelegentliche Lichterscheinungen nach Art unserer Polarlichter usw. vorauszusetzen.

Ausdehnung des Stundenzonen-Systems wird für Afrika und Südamerika gemeldet, indem einmal in Deutsch-Ostafrika als Normalzeit $2\frac{1}{2}$ Stunden östlich von Greenwich (Meridian $37\frac{1}{2}$ Grad Ost Greenwich) eingeführt wurde und zweitens in Brasilien vier verschiedene Normalzeiten, entsprechend der großen Ausdehnung des Landes und der zugehörigen Inselgruppen, eingerichtet wurden. Es handelt sich dabei um die Normalmeridiane zwei, drei, vier und fünf Stunden westlich von Greenwich.

Über die Absorption der Schwerkraft stellt *W. de Sitter* im Anschluß an frühere Arbeiten von Dr. *Bottlinger* (München) auf demselben interessanten Gebiete beachtenswerte Untersuchungen an, die im „*Observatory*“, Bd. 35, enthalten sind. Nach *Bottlinger* soll eine Abschwächung oder Absorption der Gravitation der Sonne auf den Erdmond während einer Mondfinsternis, wenn also die Erde sich zwischen Sonne und Mond schiebt, stattfinden. Dabei soll die Größe der Schwerkraftsabsorption von der Dichte des dazwischentretenden Mediums, also von der mittleren Erddichtigkeit (5,5 bezogen auf Wasser = 1) abhängen. *De Sitter* findet jetzt ähnliche Ergebnisse wie *Bottlinger*.

Über die Tiefe der Milchstraße befindet sich eine kritische Arbeit von Prof. *See* (Washington) in dem 35. Bande des „*Observatory*“, auf die hier ganz kurz eingegangen sei. Während *Wilhelm Herschel* annahm, daß das Licht der entferntesten Milchstraßensterne zwei Millionen Jahre gebrauche, um bis zur Erde zu gelangen, haben *John Herschel* und spätere Astronomen viel kleinere Zahlen von einigen hundert bis tausend Lichtjahren der Milchstraßenentfernung zugrunde gelegt. *See* neigt auf Grund der neuesten Milchstraßenaufnahmen im großen Spiegelteleskop der Mount-Wilson-Sternwarte zu der Ansicht, daß die große, von *Wilhelm Herschel* für die Milchstraße angenommene Tiefe wahrscheinlich sogar noch etwas zu klein sein dürfte.

A. Marcuse.

Botanische Mitteilungen.

(Neue Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Pflanzen.)

Seit wir mehr und mehr die Wichtigkeit der an den Wurzeln höherer Pflanzen und im Boden tätigen Mikroorganismen für die Nutzbarmachung der im Substrat gebotenen Nährstoffe kennen lernten, hat sich für exakte Versuche über Ernährung oder Ausscheidung der Wurzeln das Bedürfnis nach sterilen Kulturen der Objekte eingestellt. Eine Reihe von Forschern unternahm solche, bei denen die Pflanzen aber meist völlig eingeschlossen gezogen werden mußten. Dagegen hat *Schulow* (Bot. Ges. 1911) eine Methode angegeben, nach der unter fast in allen Fällen absoluter, wenigstens aber bakterieller Sterilität die Pflanze so gezogen werden kann, daß die oberirdischen Teile sich frei in der Luft entfalten, während das Wurzelsystem in dauernd steril erhaltenen Lösungen beliebiger Zusammensetzung sich ausbreiten kann.

Mit Hilfe dieser Methodik hat der Verf. sodann (Bot. Ges. 1913) an sterilen Kulturen die Frage der **Assimilation der organischen Phosphate** durch die Wurzeln höherer Pflanzen studiert. Mais und Erbsen erwiesen sich dabei als außerstande, die Phosphorsäure im Lecithin zu verarbeiten, während in nicht sterilisierten Kulturen gerade der große Wert des Lecithins für die Ernährung sich früher ergeben hatte. Diese früheren Angaben sind also nur unter der Voraussetzung des Vorhandenseins von Mikroorganismen gültig, die die organischen Phosphate zersetzen. Im Gegensatz zum Lecithin war Phytin auch direkt von den höheren Pflanzen assimilierbar.

Auf dem gleichen Wege ließ sich die früher von *Mazé* (1911) u. a. angegebene Ausscheidung reduzieren der Zuckerarten durch die Wurzeln von Mais und Erbsen sowie von Apfelsäure durch die von Mais exakt bestätigen, ergänzend aber die viel reichlichere Ausscheidung von nicht reduzierenden Zuckerarten bei Mais und Erbsen sowie Apfelsäure auch bei Erbsen nachweisen. Ebenfalls ließ sich zeigen, daß auf die Zuckerabscheidungen die Darbietung von Ammoniumnitrat einen günstigen Einfluß gegenüber Calciumnitrat hat. *Stocklusa* hatte (1909) angegeben, daß die Abscheidungen organischer Säuren bei normaler aerober Atmung der Wurzeln unterblieben, dem widersprechen aber *Schulows* Versuche, in denen durch tägliches Lufteinblasen für reichliche Sauerstoffzufuhr gesorgt war.

Der Ammonstickstoff wird von den *jüngeren* Pflanzen in höherem Grade assimiliert als später. In mittleren Entwicklungsstadien wird der Nitrastickstoff aus dem Ammoniumnitrat ebenso sehr konsumiert. Dadurch wird das in der Nährlösung anfangs als physiologisch sauer vorhandene Ammoniumnitrat nach und nach eine physiologisch neutrale und später alkalische Stickstoffquelle. Die Acidität des Anfangs spielt sicher eine wichtige Rolle bei der Lösung der im Wasser unlöslichen Phosphate durch die Pflanzen.

Selbstvergiftung als Folge von Stickstoffernährung beobachtete *Wehmer* (Bot. Ges. 1913) an einem *Penicillium glaucum*. Gibt man in der Kultur diesem Pilz neben Zucker Ammoniumsulfat als Stickstoffquelle, so bleibt die Entwicklung nach kaum einer Woche auf halbem Wege stehen, die Pilzrasen bleiben steril, krümmen sich und sinken unter Verfärbung auf den Boden der Lösung. Statt Ammonsulfat gegebene andere Salze, wie Ammonchlorid, -malat, -citrat, -tartrat, -nitrat, Kalinitrat oder Asparagin, Pepton als Stickstoffquellen, ergaben ganz normale Kulturen. Die absterbende Kultur zeigt das Vorhandensein von freier Säure, die rasch zu-

nimmt. Es handelt sich dabei um die bei der Assimilation des Stickstoffs frei werdende Schwefelsäure. Bei Ammonnitrat als Stickstoffquelle wird zwar auch Säure, Salpetersäure, frei, aber diese kann in viel erheblicherer Menge vom Pilz nutzbar gemacht werden. Bei Schwefelsäure aber, die sich anhäuft in der Kultur, genügt bereits die Menge von 0,2 % zur Hemmung. Über diese Menge kommt die Säure natürlich dann nicht hinaus. An sich sind die entsprechenden Kulturen mit Nitrat viel saurer (etwa 3 mal), es handelt sich dort aber um ein saures Kaliumsalz, nicht freie Säure. Ist bei Anwesenheit von Ammonsulfat ein neutralisierender Stoff, z. B. Kreide, gegenwärtig, so bleibt die Schädigung natürlich aus.

Unter den absterbenden Pilzen fand *Wehmer* bisweilen **Riesenzellbildung**. Diese Erscheinung erwies sich aber als besonders deutlich bei einem anderen Schimmelpilz, *Aspergillus fumigatus*, wo die Riesenzellen als wirkliche Effekte chemischen Reizes (Chemomorphosen) auftreten. Die Umwandlung ist nun der Gegenwart freier Säure zuzuschreiben, wie das *Ritter* (*Jahrb. f. wiss. Bot.* 1913) auch für eine Reihe von Mucoraceen nachweist. Dieser Autor nimmt an, daß die Folge der gestörten osmotischen Verhältnisse und der Zellwanddehnbarkeit durch Einwirkung der freien Säure ein anormales Flächenwachstum sei. Tatsächlich beträgt die Volumenzunahme der fraglichen Zellen mehr als das Tausendfache der normalen. *Wehmer* will sie aber durch stoffliche Veränderung der Wand erklären und zeigt, daß bei seinem Material die Riesenzellwände von denen der normalen Hyphen, Konidienträger und Konidien insofern abweichen, als sie reine Cellulosereaktion geben. Es liegt somit nicht nur eine morphologische, sondern auch substantielle Beeinflussung des Pilzes durch die freie Säure vor.

Im Zusammenhang mit diesen Riesenzellen bei Pilzen sei einer Anzahl von Objekten gedacht, die **bei höheren Pflanzen Zellstrukturen ohne Mikroskop wahrzunehmen** gestatten. Über diese hat *Archibovsky* (*Bull. Jard. Imp. Petersbg.* 1912) berichtet. Es sind als mit unbewaffnetem Auge sichtbare Riesenzellen (z. T. neu) zu nennen: Zellen aus unreifen Tomaten ($300 \times 400 \mu$), Epidermiszellen von ersten Blättern junger *Begonia semperflorens* ($330 \times 215 \mu$), Epidermis von *Tradescantia crassifolia*, Kürbisstengel u. a. Mit einer zehnfachen Lupe sind in Fruchtfleischzellen (z. B. der Arbuse) die Kerne zu erkennen, ebenso sehr gut die Plasmaströmung bei *Nitella*. Auf den Blättern von *Agave americana* sind die Spaltöffnungen mit bloßem Auge als helle Punkte zu erkennen, ähnlich bei *Kleinia repens* nach Entfernung des Wachsüberzuges, bei *Tradescantia zebrina* und *discolor*, bei Kakteen usw. Für den Unterricht sind solche Objekte von gewisser Bedeutung.

F. T.

Ornithologische Mitteilungen.

Für die Erforschung der **Insellaunen** hat die Ornithologie stets ein lebhaftes Interesse gezeigt. Und mit vollem Recht. Denn die eingehende Kenntnis insularer Vögel, namentlich in der Begrenzung der Spezies und Subspezies, wie wir sie heute annehmen, ist für mannigfache Fragen der morphologischen Erscheinung der einzelnen Formen, der geographischen Verbreitung wie der Änderung des Lebensbildes von maßgebender Bedeutung. In neuerer Zeit hat die Insel Corsica eine intensive ornithologische Durchforschung erfahren. Dieselbe ist nicht, wie man annehmen könnte, von italienischen Gelehrten, sondern von Engländern und Deutschen ausge-

gangen: *Whitchad* und *Jourdain*, wie *Koenig*, *Parrot*, *Schiebel* und *Laubmann*. Durch die Genannten ist die Vogelwelt von Corsica den weitesten Umrissen nach festgelegt worden. In runder Summe sind von der Insel 230 Formen nachgewiesen, von denen 41 als lokale Rassen angesprochen werden müssen. Von diesen letztgenannten teilt sie 35 mit Sardinien, während der Insel selbst nur 6 eigentümlich sind. Es spricht dies für eine relativ späte Trennung der beiden Gebiete. Eine der interessantesten Formen von Corsica ist eine kleine, in den zentralen Wäldern von *Pinus laricio*, von 1000 m Höhe an, lebende Spechtmeise, *Sitta canadensis whiteheadi*, welche erst 1884 entdeckt wurde. Sie ist nur von Corsica bekannt. Ihre nächste Verwandte ist die das nördliche Amerika bewohnende *Sitta canadensis canadensis*. Dann gibt es noch eine ihr nahestehende, das nord- und nordwestliche China bewohnende Form. Diese weit auseinander liegenden Wohngebiete sehr nahe verwandter Arten einer Gattung sind natürlich von hoher zoogeographischer Bedeutung und gewähren weiteres Material für die bemerkenswerte Erscheinung, daß das Vorkommen gewisser Formen in der Paläarktik und im ganzen Bereiche der holarktischen Region in der Breitenrichtung unterbrochen erscheint. Diese diskontinuierliche Verbreitung von Vogelformen läßt sich vielleicht durch eine partielle Ausrottung oder Verdrängung durch die Verhältnisse der Eiszeit erklären, worunter nicht nur die Vereisung selbst, sondern auch eine Verschlechterung des Klimas verstanden werden muß. Die genaue Untersuchung der für Corsica und Sardinien abgezweigten Lokalformen hat gezeigt, daß dieselben *durchgängig ein dunkleres Kolorit und kleinere Dimensionen*, besonders in den Flügeln, gegen die Kontinentalformen aufweisen. Ausgenommen hiervon ist die auf Corsica lebende Schleiereule, welche, wie die englische, ein fast atlasweißes Gefieder trägt. Wenn man nun den Beziehungen nachgeht, welche sich zwischen dem Färbungscharakter der Lokalrassen Corsicas und dem anderer Gebiete zeigen, so ist in erster Reihe eine unverkennbare Ähnlichkeit mit einzelnen englischen Formen zu nennen. Andererseits bestehen aber auch deutliche Hinweise auf nordafrikanische Arten, die oftmals gleichfalls dunklere Färbung wie kleinere Dimensionen aufweisen. Nur in sehr vereinzelt Fällen, abgesehen vielleicht von gewissem gemeinsamen Charakter, der allen mediterranen Formen eigen ist, haben sich für die corsischen Lokalrassen Beziehungen zu den Vögeln des Balkan nachweisen lassen. Das Vorhandensein direkter Parallelformen scheint ausgeschlossen. Wie weit diese Tatsachen die Annahme stützen, daß die dunklen Formen als die weniger veränderten anzusehen sind, und daß durch die Entstehung von hellen Formen das einst ununterbrochene Areal der dunklen Arten in Teile zerfiel, ist schwer zu entscheiden.

Von Interesse ist es, darauf hinzuweisen, daß mit dem dunklen Färbungscharakter der Vögel auch eine dunklere Färbung der Eier der sardinisch-corsischen Lokalrassen Hand in Hand geht. *Reverend Jourdain*, der kompetenteste Oologe unserer Zeit, hat den Nachweis geführt, daß die Eier vieler corsischen Vögel kleiner sind als die kontinentalen Individuen, und daß in der Färbung derselben gegen Rot und Braun im allgemeinen Blau und Grau vorherrsche, daß also auch hier ein ausgesprochen dunkler Färbungscharakter auftritt.

Das Ringexperiment zur Erforschung des Vogelzuges und der einzelnen Phasen desselben wie anderer noch ungelöster Erscheinungen der Biologie der Vögel gewinnt eine Ausdehnung, wie sie diejenigen, die den Versuch ins Leben riefen, kaum annehmen konnten.

Als der Oberlehrer *Christian Mortensen* in Viborg nach den ersten mißglückten Versuchen, Stare mit Zinkringen zu markieren, 1899 damit begann, den von ihm zu zeichnenden Vögeln Aluminiumringe mit Angabe seines Wohnortes und eines Datums um die Tarsen zu legen, ahnte er wohl kaum, welch' ungeheure Bewegung dadurch in der Vogelkunde hervorgerufen und welch' wichtige Ergebnisse damit gewonnen werden würden. Als Privatmann konnte er seine Versuche nur in begrenztem Maße zur Ausführung bringen. In weit größerem Umfange wurde die Angelegenheit von Prof. Dr. *Thienemann*, dem bewährten Leiter der der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft in Berlin gehörenden Vogelwarte Rossitten auf der Kurischen Nehrung, im Jahre 1903 in die Hand genommen. Mit der ihm innewohnenden Begeisterung stellte dann *Otto Herman* in Budapest 1908 den Beringungsversuch in den Arbeitsplan der ihm unterstellten Kgl. Ungarischen Ornithologischen Zentrale. Es folgten 1909 die Universität Aberdeen sowie die von *Witherby* in London mit vielem Geschick geleitete Zeitschrift „British Birds“. Eine große Zahl von Privatleuten schloß sich an: *Gurney* und *Ticehurst* in London, *Stoll* in Riga, *Stresemann* in München, Prof. *Mathey-Dupraz* in Bern, *Kihlén* in Göteborg, Baron *Loudon* in Lissabon, um hier nur einige Namen zu nennen. Von großer Bedeutung war es, daß die Kgl. Biologische Anstalt auf Helgoland (Dr. *Weigold*), das Reichsmuseum in Leyden (Dr. *van Oort*) und die in Amerika begründete Bird Banding Association (*Howard H. Cleeves*) den Ringversuch in wirksamster Weise unterstützten. Und 1912 trat dann auch Rußland in die Reihe der Ringländer ein. Baron *Harald Loudon* gelang es, im Verein mit der Ornithologischen Abteilung der Kais. Russ. Gesellschaft für Akklimatisation von Tieren und Pflanzen in Moskau, eine Russische Ornithologische Zentrale in das Leben zu rufen. Man muß *Loudon* zu der tatkräftigen Initiative und seinen russischen Kollegen zu dem dankenswerten Entschluß, in dem Lande, in welchem *Theodor von Middendorf* seine klassischen Iseiptesen Rußlands geschrieben, ein Institut für Beringungsversuche zu schaffen, auf das wärmste beglückwünschen. Gerade in den weiten Gebieten Rußlands ist noch ein überreiches Feld der Tätigkeit auf fast jungfräulichem Boden. So spannt sich das Netz der Arbeitsmethode des Ringversuches enger und enger über die Länder, in denen wissenschaftliche Ornithologie getrieben wird. Die Stimmen, die sich, in Deutschland vielfach aus persönlichen Gründen, gegen den Ringversuch erhoben, sind verstummt. Der oft gemachte Einwurf, daß die Vögel durch das Anlegen der Ringe kränkelten und eingingen, ist längst widerlegt. In dem Rossittener Bericht für 1912 erwähnt Prof. *Thienemann* einer Nebelkrähe, die den Ring über 6 Jahre getragen, deren Tarsus tadellos gesund, und die sich im glänzendsten Alterskleide befand. Zum Schluß seien hier noch einige Zahlen über beringte Vögel genannt. Im Jahre 1911 wurden seitens der Vogelwarte Rossitten 9143 Ringe abgegeben. Nur 148 gezeichnete Individuen gelangten an sie zurück. Amerika markierte 73 Arten in 800 Exemplaren, Helgoland 19 Spezies in 2053 Exemplaren, von denen 83 an die Biologische Anstalt zurückgeliefert wurden. England marschiert an der Spitze der Bewegung: bis zum Jahre 1912 wurden 141 Arten in 31 980 Individuen mit Ringen versehen.

Über die schönen Resultate, die durch das Zeichnen der Vögel schon heute, wo man erst im Beginn der Arbeit steht, gewonnen worden sind, wird später zu berichten sein.

H. Schalow, Berlin.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 45.

7. November 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Max Planck als Forscher. Von *Prof. Dr. A. Einstein, Zürich.* S. 1077.

Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der technischen Optik. Von *Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.* (Schluß.) S. 1079.

Zur Frage der internationalen Vereinheitlichung wichtiger Begriffe und Bezeichnungen in der Potentialtheorie und Elastizitätstheorie. Von *Prof. Dr. A. Korn, Charlottenburg.* S. 1084.

Über die Ursachen des Altbackenwerdens des Brotes. Von *R. J. M.* (Zweite Mitteilung.) S. 1087.

Fortschritte auf dem Gebiete der Transplantation im Jahre 1912. Von *Dr. Eduard Uhlenhuth, Wien.* S. 1088.

Einige Experimente zum Studium der Frostwirkungen auf die Obstbäume. Von *Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Paul Sorauer, Berlin-Schöneberg.* (Schluß.) S. 1094.

Die neuesten Dinosaurierfunde in der schwäbischen Trias. Von *Prof. Dr. E. Fraas, Stuttgart.* S. 1097.

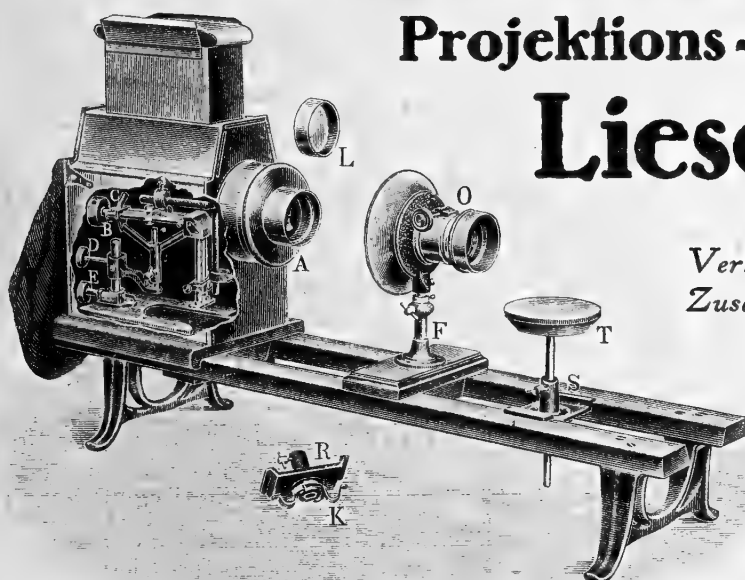
Zuschriften an die Herausgeber:

Zu Herrn Prof. Mays Artikel: Der Sinn der Pflanzenmetamorphose bei Goethe. Von *Prof. Dr. Karl Camillo Schneider, Wien.* S. 1101.

Besprechungen. S. 1102.

Astronomische Mitteilungen. S. 1103.

Kleine Mitteilungen. S. 1104.



Projektions-Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

Ed. Liesegang * Düsseldorf
Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 8,— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

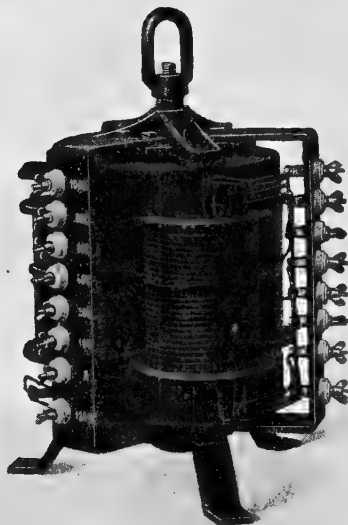
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

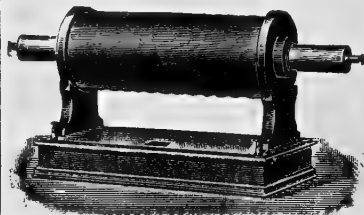
Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

Induktoren mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer

Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke

bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

Zeugnisse von Staatsanstalten und Preislisten kostenfrei.

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite IV.

Max Planck als Forscher.

Von Prof. Dr. A. Einstein, Zürich.

Für das Studienjahr 1913—14 ist das Rektorat der Berliner Universität in die Hände des theoretischen Physikers *Max Planck* gelegt worden. Diese Gelegenheit wollen wir nähere und fernere Kollegen mit Freuden wahrnehmen, um uns dankbar der Errungenschaften zu freuen, welche die Wissenschaft seinem Schaffen verdankt.

Max Plancks erste selbständige Arbeit war seine Inauguraldissertation „Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie“, die i. J. 1879 der damals 21jährige der Münchener Universität vorlegte. Es ist charakteristisch, daß *Planck* seine publizistische Tätigkeit mit der Behandlung eines Themas von solcher Allgemeinheit begann, um dann in den folgenden Jahren zur Bearbeitung speziellerer Fragen überzugehen, die sich zwanglos an jene ersten Untersuchungen anschließen ließen. Es ist dies für seine ganze Arbeitsweise, vielleicht überhaupt für die Methode des reinen Theoretikers charakteristisch. Stets geht er von einem Satze von möglicher Allgemeinheit aus und deduziert daraus die einzelnen speziellen Ergebnisse, um diese mit der Erfahrung zu vergleichen.

Plancks erste große wissenschaftliche Leistung ist die dritte seiner „Über das Prinzip von der Vermehrung der Entropie“ betitelten Arbeiten (Wied. Ann. XXXII, 1887, S. 462), in welcher die allgemeine Theorie des chemischen Gleichgewichtes mit besonderer Berücksichtigung der verdünnten Lösungen behandelt wird. Die allgemeinen Resultate jener Abhandlung waren allerdings schon mehr als 10 Jahre früher von *Gibbs* abgeleitet worden und die auf verdünnte Lösungen sich beziehenden zum Teil von *van't Hoff*. Aber *Gibbs*' Arbeiten waren wenig bekannt und schwer zugänglich; es war schon eine Leistung, ihren Wert zu erkennen, ja, ich glaube sogar, daß *Planck* wie fast alle andern an *Gibbs*' Werk verständnislos vorbeigegangen wäre, wenn er nicht selbständig einen ähnlichen Weg eingeschlagen hätte. Der große Wert der angeführten Arbeit *Plancks* liegt darin, daß er einige wenige Formeln über das Gleichgewicht verdünnter Lösungen aufstellte von solcher Allgemeinheit, daß in ihnen alle Gesetzmäßigkeiten enthalten sind, welche überhaupt auf thermodynamischem Wege über verdünnte Lösungen abgeleitet werden können. Auf Grund seiner allgemeinen Formeln schloß *Planck* als erster, also vor *Arrhenius*, daß in wässrigen Lösungen von „abnorm hoher“ Dampfdruckerniedrigung (resp. Gefrierpunkterniedrigung oder Siedepunkterhöhung) der gelöste Stoff dissoziiert sein müsse. In *Plancks* allgemeinen Formeln steckt das sogenannte Ostwaldsche Verdünnungsgesetz für binäre Elektrolyte als ganz spezieller Fall.

Von den spezielleren Fragen auf thermodynamischem Gebiete behandelnden Arbeiten *Plancks* wollen wir hier nicht reden. Dagegen dürfen wir eine 1896 in Wied. Ann. Bd. 56 erschienene polemische Arbeit *Plancks* „Gegen die neuere Energetik“ nicht unerwähnt lassen, weil sie zweifellos einen bedeutenden Einfluß auf die Fachkollegen ausübte. Es ist dies ein meisterhaft geschriebener kurzer Aufsatz, in dem gezeigt wird, daß die Energetik als heuristische Methode wertlos ist, ja, daß sie sogar mit unhaltbaren Begriffen operiert. Jeder Freund sauberen wissenschaftlichen Denkens kann sich durch Lektüre dieses frischen Aufsätzchens entschädigen für den Ärger, den er beim Lesen von Abhandlungen der hier bekämpften Art wohl nicht unterdrücken konnte.

Im Jahre 1896 wandte sich *Planck* der Strahlungstheorie zu. Es ist allgemein bekannt, daß seine Arbeiten auf diesem Gebiete von mächtigem Einfluß auf die gegenwärtige Entwicklung der Physik gewesen sind. Die großen Fortschritte, welche die letzten Jahre auf dem Gebiete der Wärmelehre gemacht worden sind, wären ohne jene Arbeiten kaum erzielt worden. Jener ganze Komplex von Resultaten, theoretischen Vorstellungen und Problemstellungen, welcher heute dem Physiker auftaucht, wenn er das Wort „Quanten“ hört, welcher ihm das Dasein belebt und zugleich so schwer macht, ist aus jenen Arbeiten herausgewachsen. Um *Plancks* Leistungen auf diesem Gebiete zu würdigen, müssen wir einen flüchtigen Blick auf die Entwicklung der Strahlungstheorie werfen.

Jeder Körper sendet Wärmestrahlung aus. Befindet sich in einem undurchsichtigen Körper ein Hohlraum, so wird dieser infolgedessen beständig von Wärmestrahlung durchsetzt. *Kirchhoff* fand in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts durch einfache thermodynamische Überlegungen, daß diese Strahlung nach allen Richtungen gleichmäßig sein muß, und daß deren Beschaffenheit von gar nichts anderem abhängen könne als von der Temperatur des den Hohlraum begrenzenden Körpers. Bezeichnet man also mit

$u d\nu$

die Strahlungsenergie vom Frequenzbereich $d\nu$, welche in der Volumeneinheit enthalten ist, so ist u (die monochromatische Strahlungsdichte) nur von der absoluten Temperatur T und der Frequenz ν abhängig, völlig unabhängig aber von der physikalischen und chemischen Natur der den Hohlraum einschließenden Wände. $u(\nu, T)$ ist also, wie man sich ausdrückt, eine universelle Funktion der beiden Variablen ν und T , deren Ermittlung die wichtigste experimentelle und theoretische Aufgabe der Strahlungslehre bildet. Auf rein thermodynamischem Wege konnte über diese Funktion zunächst nichts ermittelt werden.

Der nächste theoretische Fortschritt wurde 1884 durch *Boltzmann* erzielt, der zeigte, daß für die Gesamtstrahlungsdichte das Gesetz

$$\int_0^{\infty} u \, d\nu = \alpha T^4$$

auf thermodynamischem Wege gefolgert werden kann, wenn man sich auf das von *Maxwell* aus der elektromagnetischen Theorie der Strahlung gefolgerte Gesetz vom Strahlungsdrucke stützt, nach welchem Strahlung, die von einer Oberfläche reflektiert, absorbiert oder emittiert wird, einen bestimmten Druck auf diese ausübt. Dies Gesetz lieferte zwar die Dichte der Gesamtstrahlung in Funktion der Temperatur, aber nichts darüber, welches die spektrale Verteilung jener Strahlung sei. Da erschien 1893 die wichtige Arbeit von *W. Wien*, in der überzeugend dargetan wurde, daß Hohlraumstrahlung einer bestimmten Temperatur T_1 in Hohlraumstrahlung einer anderen Temperatur T_2 dadurch übergeführt werden kann, daß man jene Strahlung zwischen spiegelnden Wänden adiabatisch komprimiert bzw. dilatiert. Hieraus konnte *Wien* die Funktion u für alle Temperaturen T auf theoretischem Wege ermitteln, wenn sie nur für eine bestimmte Temperatur in ihrer Abhängigkeit von der Frequenz ν ermittelt war; die unbekannte Funktion u zweier Variablen ließ sich auf eine unbekannte Funktion nur einer Variablen zurückführen. *Wien's* Resultat (Verschiebungsgesetz) wird durch die Formel

$$u = \nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right)$$

ausgedrückt, wobei f eine unbekannte universelle Funktion der einen Variablen $\frac{\nu}{T}$ bedeutet. — Es wäre erhebend, wenn wir die Gehirnsubstanz auf eine Wage legen könnten, die von den theoretischen Physikern auf dem Altar dieser universellen Funktion f hingeopfert wurde; und es ist dieses grausamen Opfers kein Ende abzusehen! Noch mehr: auch die klassische Mechanik fiel ihr zum Opfer, und es ist noch nicht abzusehen, ob *Maxwells* Gleichungen der Elektrodynamik die Krisis überdauern werden, welche diese Funktion f mit sich gebracht hat.

Planck ist der einzige gewesen, der bei der Bemühung um die theoretische Ermittlung und Erfassung der Funktion f Erfolg hatte. Er untersuchte zunächst die unregelmäßigen Schwingungen, welche ein elektrischer Resonator von der Eigenfrequenz ν_0 in einem Strahlungsfelde nach den Gesetzen der Mechanik und der *Maxwellschen* Elektrodynamik ausführt. Er fand dabei eine einfache Beziehung zwischen der mittleren Schwingungsenergie U des Resonators und derjenigen monochromatischen Strahlungsdichte u , welche zur Resonatorfrequenz ν_0 gehört. Das Strahlungsproblem war also gelöst, wenn es gelang, die Energie U eines Resonators, oder besser eines Systems von sehr vielen Resonatoren, in Funktion der Temperatur zu ermitteln. Die Methode, mit welcher

Planck schließlich in seiner bahnbrechenden Arbeit im Jahre 1901 diese Frage löste, war ebenso gewagt wie genial. Er stützte sich auf ein Theorem, das *Boltzmann* an der Gastheorie entwickelte, welches besagt, daß die Entropie S eines Zustandes gleich sei dem mit k multiplizierten Logarithmus der Wahrscheinlichkeit W dieses Zustandes. Gelang es, die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, die einem bestimmten Energieinhalt eines Systems monochromatischer Resonatoren zukommt, so kann man die Entropie S des Systems und aus dieser seine Temperatur berechnen. Diese Rechnung, welche wegen der nicht genügend scharfen Definition von W nicht ohne Willkür durchzuführen war, führte zu der Strahlungsformel

$$u = \frac{8 \pi h \nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1},$$

welche bis jetzt durch das Experiment stets bestätigt wurde. Letzteres liefert die numerischen Werte der Konstanten h und k . Der große Triumph, welchen diese Betrachtung sogleich mit sich brachte, bestand in folgendem. Die Konstante k ist dem erwähnten *Boltzmannschen* Prinzip entnommen und ist dort definiert als

$$k = \frac{R}{N} = \frac{\text{Konstante der Gasgleichung}}{\text{Zahl der Moleküle im Grammmolekül}}$$

Die aus Strahlungsmessungen bestimmte Größe k liefert also N , d. h. die absolute Größe der Moleküle vollkommen exakt, und es erwies sich, daß die so ermittelte Molekülgröße mit den Ergebnissen gastheoretischer Bestimmungen dieser Größe in befriedigender Übereinstimmung ist. Seitdem sind exakte, auf ganz anderer Grundlage ruhende Bestimmungen von N bekannt geworden, welche *Plancks* Resultat glänzend bestätigten.

Welches aber ist die Bedeutung der anderen Naturkonstante h , welche in *Plancks* Strahlungsformel auftritt? Um zu einer brauchbaren Strahlungsformel zu gelangen, mußte *Planck* die Energie des Resonatorensystems so behandeln, wie wenn diese aus diskreten Energiequanten von der Größe $h\nu_0$ bestünde, eine Annahme, welche mit der Elektrodynamik, d. h. auch mit dem ersten Teile von *Plancks* Untersuchung nicht im Einklang ist. Hierin liegt die große Schwierigkeit, die etwa seit 8 Jahren die Theoretiker beschäftigt. *Planck* hat seine Theorie in den letzten Jahren modifiziert, um diesen Widerspruch zu lösen; ob er mit seinen Bemühungen das Richtige getroffen hat, muß die Zukunft entscheiden.

Jedenfalls hat es sich herausgestellt, daß die Plancksche Formel nicht nur als solche brauchbar ist, sondern daß auch den in der theoretischen Ableitung auftretenden Hilfsgrößen eine physikalische Realität zukommt. Es hat sich nämlich einerseits am lichtelektrischen Effekt und an den durch Auffallen von Röntgenstrahlen auf Materie auftretenden Kathodenstrahlen gezeigt, daß bei der Absorption von Strahlung Energiequanten von der Größenordnung $h\nu$ tatsächlich auftreten. Anderer-

1) c bedeutet die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum.

seits hat sich gezeigt, daß sich das Abfallen der spezifischen Wärme fester Körper bei tiefen Temperaturen darauf zurückführen läßt, daß im Widerspruch mit der statistischen Mechanik die thermische Energie jedes Gebildes so von der Temperatur abhängt wie diejenige des in *Plancks* Theorie auftretenden Resonators.

Ein drittes Gebiet endlich, auf dem sich *Planck* große Verdienste erworben hat, ist das der Relativitätstheorie. Der Entschiedenheit und Wärme, mit der er für diese Theorie eingetreten ist, ist wohl zum großen Teil die Beachtung zuzuschreiben, die diese Theorie bei den Fachgenossen so schnell gefunden hat. *Planck* hat als erster die Gleichungen der Bewegung des materiellen Punktes nach der Relativitätstheorie aufgestellt. Er zeigte ferner, daß dem Prinzip der kleinsten Wirkung in dieser Theorie eine ebenso fundamentale Bedeutung zukomme wie in der klassischen Mechanik. Auch entwickelte er in einer Untersuchung über die Dynamik der Systeme den wichtigen Zusammenhang, welcher nach der Relativitätstheorie die Energie und die träge Masse verknüpft.

Endlich erinnern wir uns an die größeren Werke *Plancks*, seine Bücher über die Thermodynamik und Wärmestrahlung, die zu den Meisterwerken der physikalischen Literatur gehören. In diesen Werken, die in der Bibliothek keines Physikers fehlen, hat *Planck* die wichtigeren Ergebnisse seiner Forschungen größtenteils vereinigt und den Fachgenossen leicht zugänglich gemacht. Das Vergnügen, mit dem jeder diese Bücher immer wieder zur Hand nimmt, ist nicht zum wenigsten auf den schlichten, echt künstlerischen Stil zurückzuführen, der allen Werken *Plancks* eigen ist; man hat überhaupt beim Studium *Planckscher* Arbeiten den Eindruck, daß das künstlerische Bedürfnis eine der mächtigsten Triebfedern seines Schaffens bildet. Wohl nicht umsonst erzählt man sich, daß *Planck* noch nach Absolvierung des Gymnasiums zweifelte, ob er sich dem Studium der Mathematik und Physik oder dem der Musik zuwenden sollte.

Möge es dem rastlosen Streben dieses Mannes nach Erkenntnis beschieden sein, der Wissenschaft auch in Zukunft wertvolle Dienste zu leisten, insbesondere zur Lösung der Schwierigkeiten erfolgreich beizutragen, denen wir uns durch die schönsten Ergebnisse seiner eigenen Forschungen heute gegenübergestellt sehen.

Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der technischen Optik.

Von Prof. Dr. M. von Rohr, Jena.

(Schluß.)

Die Korrektur astigmatischer Augen. Indessen kann man bei diesen Spezialaufgaben, so interessant sie sein mögen, nicht dauernd verweilen, sondern muß zu der großen Aufgabe zurückgehen, die darin besteht, das von Natur (oder infolge einer Operation) *astigmatische* Auge beim Blicken zu unterstützen. Bei einem solchen Auge kommt also nicht

einmal in der Netzhautgrube ein punktuell Bild zustande, sondern auch der ferne Achsenpunkt wird nur durch zwei Brennpunkte vertreten. Man kann sich den Zustand der Strahlenvereinigung in einem solchen astigmatischen Auge etwa an dem Bilde des Strahlenbüschels vorstellen, das eine Kombination gekreuzter sammelnder Zylinderlinsen verläßt. Die beiden Hauptschnitte sollen als 1 und 2 bezeichnet werden. Die Grenzen des natürlichen Astigmatismus

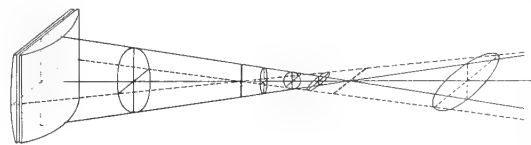


Fig. 16. Eine schematisch überhöhte Darstellung eines zweifach symmetrischen astigmatischen Strahlenbüschels.

kann man auf etwa 4 dptr ansetzen, wenn man nur die häufigeren Fälle berücksichtigt; nach Staroperationen treten bisweilen noch merklich höhere Grade auf.

Die Korrektur eines astigmatischen Auges für den fernen Punkt macht keine großen Schwierigkeiten. Man muß allerdings beachten, daß das System des astigmatischen Auges entlang der Gesichtslinie nur *zweifach* symmetrisch ist, und daß das korrigierende Brillenglas — wie es sich von selbst ergibt — ebenfalls nur zwei Symmetrieebenen hat. Man bezeichnet in einem solchen System als *Linsennachse* die Schnittlinie jener beiden einander senkrecht durchdringenden Symmetrieebenen; unter der Annahme, daß die Achse des korrigierenden Systems mit der Gesichtslinie zusammenfalle, kann man dann leicht, sei es durch die Verwendung

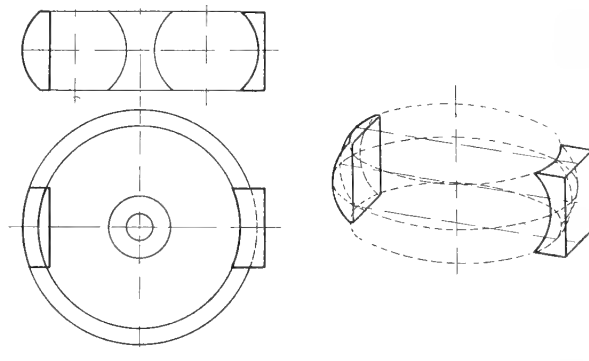


Fig. 17. Eine wurstförmige torische Fläche.

Oben: ein Schnitt durch die Rotationsachse. Unten: ein Schnitt senkrecht zur Rotationsachse. Eine perspektivische Darstellung plano-torischer Linsen, die die Wirkung von positiver und negativer Astigmatismus zeigen.

zweier Zylinderlinsen, sei es durch die Verbindung einer gewissen sphärischen und einer Zylinderlinse, den unendlich fernen Achsenpunkt derart mit *Astigmatismus* behaftet im Augenraum wiedergeben, daß das astigmatische Augensystem diesen *Astigmatismus gerade aufhebt*, und daß also auf der Netzhautgrube eine punktuell Abbildung zustande kommt. Diese Methode der Korrektur ist etwa seit dem Beginn der sechziger Jahre des vorigen Jahr-

hundreds in voller Übung, und sie hat vielen Segen gestiftet. Es sei noch ergänzend bemerkt, daß man in der Praxis nicht die physischen Linsen miteinander verbindet, sondern entweder wie bei *sphäro-zylindrischen* Gläsern der einen Fläche eine sphärische, der andern eine rein zylindrische Wirkung zuerteilt, oder daß man bei *sphäro-torischen* Linsen von der allgemeineren *torischen* Fläche sowohl eine sphärische als eine zylindrische Wirkung ausüben läßt, während die andere Fläche rein sphärischer Natur ist. Die nähere Beschaffenheit einer torischen Fläche, bei deren Entstehung ein Kreisbogen um eine in seiner Ebene liegende, aber nicht durch seinen Mittelpunkt gezogene Achse rotiert, wird aus den beiden Figuren 17 und 18 hervorgehen, die der auf Seite 1035 (Heft 43) an zweiter Stelle zitierten Schrift des Verfassers entnommen worden sind. Aber mit einer solchen Korrektur des astigmatischen Auges für den fernen Achsenpunkt ist für das hier interessierende Blicken noch nichts gewonnen, und es muß überhaupt erst die Schwierigkeit hervorgehoben werden, die bei dem Problem der Bewegung des astigmatischen Auges vorliegt.

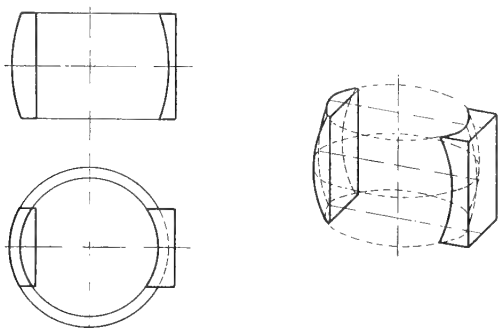


Fig. 18. Eine tonnenförmige torische Fläche.

Oben: ein Schnitt durch die Rotationsachse.
Unten: ein Schnitt senkrecht zur Rotationsachse.

Eine perspektivische Darstellung plano-torischer Linsen von positiver und negativer Wirkung.

Das Dondersische und das Listingsche Gesetz. Schon am Anfang der Überlegungen über die Augendrehung war darauf hingewiesen worden, daß die bloße Kenntnis der Rotation des Augapfels um den Augendrehpunkt nur dann für die Betrachtung der Brille ausreicht, wenn es sich um ein achsensymmetrisches System des Auges handelt. Nur dann kann man eine eventuell auftretende *Raddrehung* um die Gesichtslinie als Achse unbeachtet lassen. Bei den astigmatischen Augen ist von vornherein die allseitige Symmetrie des optischen Systems verneint, es handelt sich eben nur um ein zweifach symmetrisches System, und man versteht, daß es hier von allergrößter Wichtigkeit ist, zu erfahren, welche Lagen im Raum die beiden einander senkrecht durchdringenden Symmetrieebenen oder Hauptschnitte (1 und 2) des astigmatischen Auges bei den Blickbewegungen einnehmen. Die Antwort auf diese Fragen läßt sich mit Hilfe zweier Gesetze geben, die als das Dondersische und als das Listingsche bekannt sind. Das erste, den Namen von *Donders* tragende, sagt aus, daß bei ruhiger, auf-

rechter Kopfhaltung die Endlage der beiden Hauptschnitte für jede Blickrichtung konstant ist, also *von dem Wege nicht abhängt*, auf dem die Augenachse in diese Richtung gekommen ist. Bei dem zweiten, Listingschen, Gesetze ist zunächst auf das Vorhandensein einer *Primärstellung* der Augenachse hinzuweisen, die etwa bei geradeaus nach vorn gerichtetem Blick ein wenig gesenkt ist¹⁾. Alsdann sagt das Listingsche Gesetz aus, man kann von der Primärstellung zu jeder *sekundären ohne Raddrehung* kommen; und zwar geschieht das dadurch, daß man sich die beiden Blicklinien, die primäre und die sekundäre, gezogen und durch beide eine Ebene gelegt denkt, die selbstverständlich den Augendrehpunkt enthält. Errichtet man nun auf dieser Ebene im Augendrehpunkt eine Vertikale, so geht die Bewegung des Auges von der Primär- zur Sekundärstellung so vor sich, als wenn der Augapfel um diese Vertikale als Drehungsachse eine Rotation ausführte. Aus dem Dondersischen Gesetze folgt alsdann, daß die so ermittelte Lage der Hauptschnitte 1 und 2 des Auges für die ausgewählte sekundäre Lage konstant ist.

Die Problemstellung für punktuell abbildende astigmatische Brillengläser. Man erkennt also, daß eine ganz bestimmte Anordnung besteht, nach der die Lage der Hauptschnitte 1 und 2 des Auges im Raum verteilt ist, wenn das astigmatische Auge in seiner Höhle im Raum gedreht wird. Es läßt sich also schon auf dieser Stufe die folgende Aussage begründen; es genügt nicht, daß bei einem schief durchgesetzten astigmatischen Brillenglas, wodurch das Auge in der Primärstellung korrigiert wurde, der Astigmatismus längs den schiefen Hauptstrahlen den gleichen Betrag habe, wie längs der Linsenachse, sondern auch die Orientierung beider Hauptschnitte des Strahlenbüschels längs einem schiefen Hauptstrahl muß nach dem Durchtritt durch das Brillenglas übereinstimmen mit der nach dem Listingschen Gesetz bestimmten Lage der Augenhauptschnitte 1 und 2, wenn die sekundäre Richtung zusammenfällt mit dem augenseitigen Teil des schiefen Hauptstrahls. Man sieht also, wie bei einem astigmatischen Auge die Anforderungen ganz außerordentlich wachsen, die an ein Brillenglas punktueller Abbildung gestellt werden.

Für das hier erstrebte Ziel wird es indessen genügen, wenn man wesentliche Vereinfachungen einführt, und es sei daher zunächst daran festgehalten, daß die Augenachse nur solche Sekundärstellungen einnehmen soll, die in die *Symmetrieebenen* des astigmatischen Brillenglases fallen. Es bewege sich also die Augenachse entweder im ersten oder im zweiten Hauptschnitt des in der Primärstellung befindlichen astigmatischen Auges. Diese Annahme hat den Vorteil, daß dann auch der objektseitige

¹⁾ Es mag der Sicherheit wegen hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die Achse des astigmatischen Brillenglases zusammenfallen solle mit der Primärstellung der Augenachse, und daß die Symmetrieebenen des astigmatischen Brillenglases zusammenfallen müssen mit den Hauptschnitten 1 und 2 des in der Primärstellung befindlichen Auges.

Teil des Hauptstrahls in der gleichen Ebene liegt, und daß die Feststellung seiner objektseitigen Richtung mit derselben Leichtigkeit bei einem astigmatischen Brillengläse erfolgen kann, wie bei einem achsensymmetrischen. Welchen Hauptschnitt des astigmatischen Brillenglases man als den ersten und welchen man als den zweiten bezeichnen will, ist ganz gleichgültig; hier wurde die Bezeichnung so gewählt, daß als der erste Hauptschnitt der mit der numerisch höheren Brechkraft gewählt wurde; man könnte aber sehr wohl auch anders vorgehen.

Die Ausdehnung des objektseitigen Blickfeldes. Hat man nun die beiden Hauptschnitte des Brillenglases bestimmt, so werden nur die beiden ebenen Hauptstrahlenbüschel endlicher Neigung behandelt, die von dem Augendrehpunkt Z' aus in den beiden Symmetrieebenen gezogen werden können. Im Objektraum entsprechen den Drehungswinkeln w_1' , w_2' , . . . , soweit der erste (stärker

symmetrischen Brillengläse war verständlicherweise auch das objektseitige Blickfeld durch einen geraden Kreiskegel gegeben, wenn man von der sphärischen Aberration des Hauptstrahlenbüschels absieht.

Die astigmatischen Bildkurven in den beiden Symmetrieebenen. Von größerer Wichtigkeit sind aber die bei dem Astigmatismus schiefer Büschel auftretenden Einzelheiten. Für die Achse des astigmatischen Glases selbst gibt es zwei Brennpunkte, und zwar entspricht $F'I'$ dem achsennahen ebenen Büschel, das im Hauptschnitt I, $F'II'$ dem achsennahen ebenen Büschel, das im Hauptschnitt II liegt. In diesem Falle hat es eben keinen Zweck, von sagittalen und tangentialen Büscheln zu sprechen, weil die beiden unterscheidenden Merkmale, der Verlauf in oder senkrecht zu der Symmetrieebene, sowie die symmetrische Durchsetzung der brechenden Flächen den beiden achsennahen ebenen Büscheln gleichmäßig zukommen. Sobald es sich aber um einen geneigten Hauptstrahl handelt, ändert sich die Sachlage. Man achte beispielsweise in den Figuren *a* und *b* auf die dem Zentrum nähere Spur in dem Schnitte I, dann erkennt man leicht, daß das durch die Strichelung angedeutete ebene Büschel tangentialer Natur ist, also einen Vereinigungspunkt wie $F'I'$ in *b* erhalten muß, während es sich bei dem anderen ebenen Büschel, dessen Spur durch eine ausgezogene Linie gekennzeichnet wird, um einen Vereinigungspunkt wie $F'II'$ handeln muß. Ganz entsprechende Überlegungen gelten für den im Schnitt I verlaufenden, der Achse fernerer Hauptstrahl, und man erhält auf diese Weise in Figur *b* die beiden Bildkurven für die in dieser Symmetrieebene verlaufenden Hauptstrahlen. Sie sind entsprechend der Natur der Büschel zu stricheln und auszuziehen.

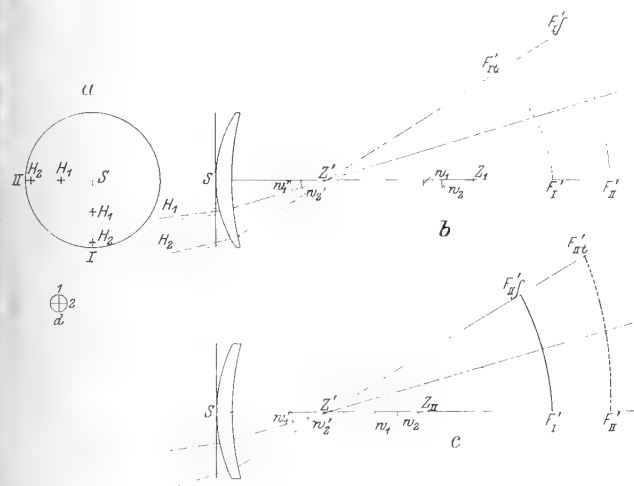


Fig. 19. Eine rein schematische Darstellung der astigmatischen Bildkurven der in den beiden Symmetrieebenen liegenden unendlich fernen Geraden für eine zentrisch benutzte, astigmatische Sammellinse *b* für die erste, *c* für die zweite Symmetrieebene.

In *a* sind die in der Scheitelebene um S entstehenden Spuren je zweier Paare von tangentialen (....) und sagittalen (—) Büscheln angegeben worden.

Die Grenzflächen werden von den tangentialen Büscheln unsymmetrisch, von den sagittalen symmetrisch durchgesetzt.

In *d* ist die Lage der Hauptschnitte des astigmatischen in der Primärstellung befindlichen Auges gekennzeichnet worden.

brechende) Hauptschnitt (I) in Frage kommt, Blickwinkel w_1^I , w_2^I , die verhältnismäßig stark von den Drehungswinkeln abweichen; soweit es sich um den zweiten Hauptschnitt (II) handelt, bestehen objektseitige Blickwinkel w_1^{II} , w_2^{II} , die weniger stark von den Drehungswinkeln verschieden sind. Es sei also nebenbei bemerkt, daß das Blickfeld im Objektraume eines astigmatischen Glases nicht mehr angenähert einem geraden Kreiskegel entspricht, wenn Drehungswinkel des Auges von einer vorgeschriebenen Größe zugelassen werden. Vielmehr wird das Blickfeld in einer achsensenk-rechten Objektelebene durch eine *Ellipse* begrenzt, deren kleine Achse dem Hauptschnitt mit der stärkeren Sammelwirkung entspricht. Bei einem achsen-

Eine ganz entsprechende Überlegung gilt für die in der zweiten Symmetrieebene verlaufenden Hauptstrahlen, von denen wieder zwei, einer mittlerer und einer großer Neigung, zur Darstellung verwandt worden sind. Bei schiefen Hauptstrahlen handelt es sich verständlicherweise wieder um tangentiale und sagittale Büschel, und der einzige Unterschied gegenüber der vorherigen Überlegung liegt nur darin, daß hier die Tangentialbüschel die längere und die Sagittalbüschel die kürzere Schnittweite erhalten. Zum Unterschied gegen die Kurven der ersten wird hier bei den Kurven der zweiten Symmetrieebene die Strichstärke etwas stärker gewählt.

Um die Verhältnisse bei der astigmatischen Deformation schiefer Büschel noch besser zu verdeutlichen, ist in Fig. 20 eine perspektivische Darstellung versucht worden, die der Fig. 8 auf S. 1060 (Heft 44) einigermaßen entspricht, denn außer zwei schiefen Büscheln in den beiden Symmetrieebenen I und II ist auch noch das axiale dargestellt worden. Natürlich ergab sich auch hier mit Rücksicht auf die Deutlichkeit die Notwendigkeit einer starken Schematisierung. Man erkennt aber leicht, wieviel verwickelter die Verhältnisse bei einer solchen astigmatischen Linse liegen, da schon das axiale Büschel astigmatisch ist, und die beiden Repräsentanten der schiefen Büschel im allgemeinen einen unterein-

ander und von dem axialen Büschel abweichenden Astigmatismus zeigen werden.

Die *punktuell abbildenden astigmatischen Brillengläser*. Die Überlegung hat bis jetzt auf das Auge, das in seinen Blickbewegungen durch das astigmatische Brillenglas unterstützt werden soll, gar keine Rücksicht genommen; es ist kein weiterer Zusammenhang zwischen der Leistung der beiden optischen Systeme bekannt als der, daß der Fernpunkt des Hauptschnittes 1 des in der Primärstellung angenommenen Auges mit F_1' und der Fernpunkt des Hauptschnittes 2 dann mit F_{II}' zusammenfällt. erinnert man sich jetzt der Voraussetzung, daß die Achse des Auges bei der Drehung in den beiden Symmetrieebenen verharren solle, so erkennt man aus Fig. 19 a, daß bei Augendrehungen in der Symmetrieebene I der Augenhauptschnitt 1 stets die tangentialen, der Augenhauptschnitt 2 stets die sagittalen Büschel aufnimmt, die das astigmatische Brillenglas verlassen;

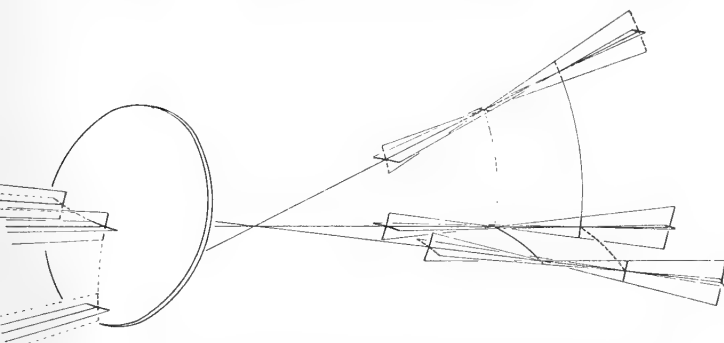


Fig. 20. Eine schematische perspektivische Darstellung der astigmatischen Deformation bei geradem und schiefer Durchtritt der die Symmetrieebene nicht verlassenden Büschelachsen durch eine astigmatische, zentrisch benutzte Linse.

da sich nun aber bei der Drehung des Auges die Scheitelentfernung der astigmatischen Brennlinien auf der Augenachse nicht ändert, so müßten bei einem idealen Brillenglas die Kurven F_1' , F_{It}' und F_{II}' , F_{Ij}' Kreisbogen sein und konzentrisch zu Z' liegen. Setzt man weiterhin solche Augendrehungen voraus, daß die Augenachse bei der Drehung stets in der Symmetrieebene II bleibt, so fällt der Augenhauptschnitt 1 stets mit dem sagittalen und der Augenhauptschnitt 2 stets mit dem tangentialen Büschel zusammen, die das Brillenglas verlassen. Bei einem idealen Brillenglas müßten auch diese Kurven wieder Kreisbogen mit Z' als gemeinsamem Mittelpunkt sein, und es versteht sich von selbst, daß die gestrichelte Kurve der ersten Symmetrieebene mit der ausgezogenen Kurve der zweiten und die ausgezogene Kurve der ersten Symmetrieebene mit der gestrichelten der zweiten zusammenfallen sollte. Ist das der Fall, so herrschen hinsichtlich des Astigmatismus schiefer Büschel die gleichen Verhältnisse, mag man das Auge nun so bewegen, daß seine Achse die erste oder so, daß sie die zweite Symmetrieebene nicht verläßt.

Untersucht man, wie weit die in dieser Weise gestellte Forderung bei gewöhnlichen sphärozylin-

drischen Linsen erfüllt ist, so erhält man sehr häufig recht unbefriedigende Resultate, sobald man Drehungswinkel w_1' , w_2' von ausreichender Größe zuläßt, also etwa von $w_2' \leq 30^\circ$ bei Zerstreuung-, $w_2' \leq 35^\circ$ bei Sammelwirkungen. Die Kurvenpaare entfernen sich in der Regel sehr rasch voneinander, und das ist ein Zeichen dafür, daß die schiefen Büschel bei Bewegungen der Augenachse in der ersten Symmetrieebene völlig verschiedene Vereinigungsweiten haben von denen, die bei Bewegungen der Augenachse in der zweiten Symmetrieebene in Betracht kommen, und daß beide von den für die Brillenachse geltenden abweichen. Daraus erklärt es sich denn auch, daß die korrigierenden Brillengläser der sphärozylintrischen Form zwar in der Richtung der Brillenachse durchaus befriedigende Resultate geben, dagegen bei schiefen Blickrichtungen mehr oder minder versagen.

Das Mittel, das dagegen verwandt werden kann, besteht auch hier — ganz ähnlich wie bei den achsensymmetrischen Gläsern — in einer zweckmäßigen Formgebung oder der Wahl der richtigen Durchbiegung. Dabei hat man prinzipiell noch die Wahl zwischen acht Formen, indem man die torische Fläche *vorn* oder *hinten* anbringen, die Rotationsachse der torischen Fläche in die *erste* oder in die *zweite* Symmetrieebene fallen lassen und schließlich noch zwischen einer *stark* oder einer *schwach* durchgebogenen Form wählen kann. Indessen sind diese acht theoretisch denkbaren Formen in der Regel nicht alle reell, so daß die Auswahl auf eine kleinere Zahl beschränkt ist.

Prüft man nun ein solches System von richtiger Durchbiegung für endliche Drehungswinkel nach den oben aufgestellten Prinzipien, so kommt man auf einen sehr merkbaren Unterschied: die gestrichelte Kurve der einen und die ausgezogene Kurve der andern Symmetrieebene fallen tatsächlich mit recht großer Annäherung mit einem Kreisbogen um Z' zusammen, so daß man sagen kann, für diese ebenen Hauptstrahlenbüschel ist die Güte der Strahlenvereinigung auf der Netzhaut unabhängig davon, ob man längs der Achse oder schief durch das korrigierende Brillenglas blickt¹⁾.

Darüber aber, ob ein solches Brillenglas auch dann gute Resultate vermittelt, wenn die Augenachse andere Bewegungen als solche innerhalb einer der beiden Symmetrieebenen macht, vermag zahlenmäßig nur eine außerordentlich verwickelte Anlage der Rechnung Auskunft zu geben, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Nur kurz mag erwähnt werden, daß ein beliebig schiefer Hauptstrahl das astigmatische Glas so durchsetzt, daß seine Richtung *vor* der Brechung windschief ist zu der Richtung *nach* der Brechung. Dann aber ist auch der Zusammenhang zwischen der Lage der Hauptschnitte im Objekt- und im Bildraum ganz ungemein viel verwickelter als bei den einfacheren Verhältnissen, auf die sich die vorhergehende Betrachtung beschränkt hatte.

¹⁾ Wer genauer über diese nicht uninteressanten Ergebnisse unterrichtet sein will, findet ausführliches Material dazu in der an erster Stelle in der Anmerkung auf Seite 1035 (Heft 43) angeführten Schrift des Verfassers.

Die photographische Prüfung punktuell abbildender astigmatischer Brillengläser. In diesem Fall hilft die Anwendung der Photographie aus der unangenehmen Lage. Es macht keine besonderen, geschweige denn unüberwindliche Schwierigkeiten, photographische Aufnahmen schief durch ein astigmatisches Brillenglas zu machen, und dabei den Strahlengang beizubehalten, der bei einer entsprechenden Augendrehung im praktischen Gebrauch bestehen würde. Steht das Glas einem idealen nahe, so muß dieselbe bewegliche Zylinderlinse, die den Astigmatismus längs der Achse aufhob, ihn auch bei schiefer Richtung korrigieren, wenn sie in diese Richtung gebracht und dann dem Listingschen Gesetz entsprechend um den schiefen Hauptstrahl als Achse gedreht wird. Die Proben zur Prüfung der Schärfe müssen alsdann — wenn zur Unschädlichmachung der bei einfachen

das bewegte System des astigmatischen Auges auf dessen bewegter Netzhautgrube erreicht. Insofern also, als diese für den Benutzer so wichtige Leistung erreicht wird, kann man von derartigen sphäro-torischen Brillengläsern als punktuell abbildenden sprechen.

Punktuell abbildende astigmatische Brillengläser in schwierigen Fällen. Es bedarf keiner langen Überlegung, um plausibel zu machen, daß auch bei solchen astigmatischen Gläsern eine gewisse Grenze bestehen wird, über die hinaus mit den einfachen Mitteln der sphärischen und torischen Begrenzungsflächen eine punktuelle Abbildung nicht mehr zu erzielen ist. Ganz entsprechend dem so wesentlich einfacheren Falle der achsensymmetrischen Gläser liegen auch hier größere Schwierigkeiten vor, sobald es sich um höhere Sammelwirkungen handelt, und man vermag also in der Regel

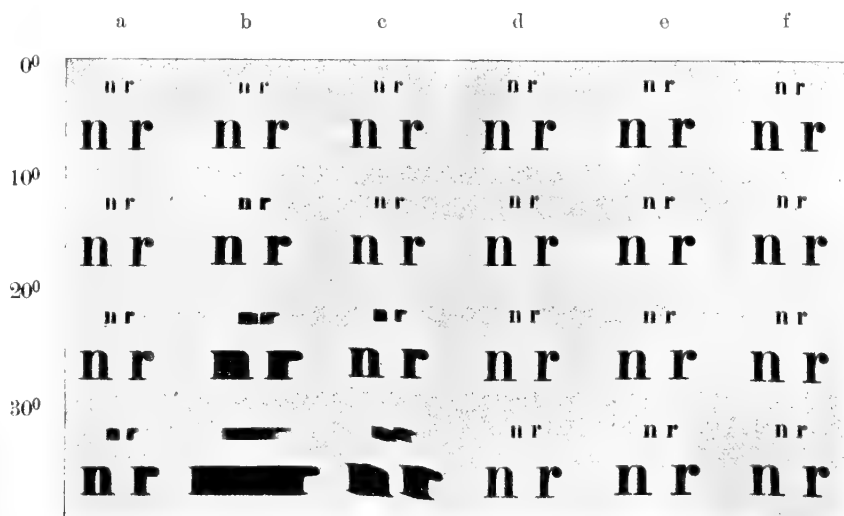


Fig. 21. Vergleichsaufnahmen bei grünem Licht für Hauptstrahlneigungen von 0°, 10°, 20°, 30°, in jeder der beiden Symmetrieebenen und in einer Mittelebene abc für ein gewöhnliches, def für ein punktuell abbildendes astigmatisches Glas, von +7 und +4 dptr Sammelwirkung in den beiden Symmetrieebenen.

Brillengläsern unvermeidlichen chromatischen Aberrationen mit monochromatischem Licht photographiert wird — in der Achse und bei beliebiger Schiefe ($w' \geq 30^\circ$ bzw. 35°) gleich deutlich wiedergegeben werden. Um das bequem zu prüfen, läßt man die Achse des photographischen Apparats sowohl Richtungsänderungen in den beiden Symmetrieebenen des astigmatischen Glases ausführen als auch solche in einer Mittelebene, die mit jeder der beiden Symmetrieebenen einen Winkel von 45° bildet. Die obenstehenden Aufnahmen zeigen die Resultate der Vergleichung einer sphäro-zylindrischen und einer zweckmäßig durchgebogenen sphäro-torischen Linse derselben Wirkung, und zwar ist die Richtung der Apparatachse in jeder der drei Ebenen durch drei w' -Winkel (von 10° , 20° , 30°) charakterisiert. Die sehr merkbare Verbesserung, wie sie durch die zweckmäßige Wahl der äußeren Begrenzungsflächen erreicht worden ist, springt in die Augen und berechtigt zu der Aussage, es werde eine punktuelle Abbildung durch ein solches Brillenglas und

Starlinsen für aphakische Augen mit *postoperativem Astigmatismus* nicht mit einer sphärischen und einer torischen Fläche als punktuell abbildende Systeme auszuführen. Hier wirkt dasselbe Mittel, das auch in jenem Falle wirksam war, nämlich der Ersatz der sphärischen durch eine asphärische Rotationsfläche. Es haben sich auf diese Weise auch unter sehr erschwerenden Bedingungen punktuell abbildende Starlinsen herstellen lassen. Nebenbei sei noch bemerkt, daß man auch die Fernrohrbrillen so anfertigen kann, daß sie für astigmatische Augen eine punktuelle Abbildung vermitteln.

Das Thema der Brillen soll hiermit an dieser Stelle abgeschlossen sein; gewiß könnte man noch manches über die prismatischen Brillen im allgemeinen und über einzelne zu besondern Zwecken ausgebildete Brillentypen sagen, doch würde das den auch so schon recht großen Umfang dieses Artikels ins Ungemessene haben anschwellen lassen. Was hier in erster Linie nach dem Vorgange *Gullstrands* zu betonen war, die Bedeutung des Müller-

schen Augendrehpunkts als des Hauptstrahlenkreuzungspunkts für die Brillensysteme und die Notwendigkeit, die Abbildung längs schiefen Hauptstrahlen zu berücksichtigen, wird klar geworden sein. Unter dieser Voraussetzung, aber auch nur unter dieser, gewinnt die Brille — so vage und unfassbar das Problem zunächst auch aussah — einen festen Boden für die Behandlung, und sie reiht sich zwar den alten eigentlichen Instrumenten in dieser Hinsicht als ein Spätling an, übertrifft sie aber durch die aus der Natur des Auges fließende Fülle der Aufgaben, so daß beispielsweise erst jetzt der einigermaßen schwierige Fall der Verfolgung schiefer Büschel durch ein nur zweifach symmetrisches System der rechnenden Optik dargeboten worden ist.

Zur Frage der internationalen Vereinheitlichung wichtiger Begriffe und Bezeichnungen in der Potentialtheorie und Elastizitätstheorie¹⁾.

Von Prof. Dr. A. Korn, Charlottenburg.

Die Vereinheitlichungsbestrebungen in den verschiedenen Wissenschaften stoßen auf ganz besondere Schwierigkeiten, wenn es sich um die Anbahnung von Vereinbarungen zwischen Ländern mit verschiedenen Sprachen handelt. So dringend auch die Notwendigkeit einheitlicher Begriffsbestimmungen erkannt ist, so ist doch trotz der Veranstaltung so vieler internationaler Kongresse und Bildung internationaler Kommissionen bisher eigentlich nur in solchen Gebieten ein gewisser Erfolg erzielt worden, in denen größere finanzielle Interessen mit derartigen Vereinbarungen Hand in Hand gingen. So sind vor allem für die Technik außerordentlich bedeutsame internationale Vereinbarungen über die Einheiten meßbarer Größen, im besonderen im Gebiete der Elektrotechnik, getroffen worden, und die Tätigkeit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (I. E. C.) kann in vieler Beziehung als für die Tätigkeit ähnlicher Kommissionen vorbildlich bezeichnet werden. Wenn sich nun aber auch schon in solchen Gebieten manchmal sehr schwer zu überbrückende Gegensätze herausstellen, so ist es nicht zu verwundern, daß es mit der Vereinheitlichung mehr abstrakter Begriffe noch wesentlich langsamer vorwärts geht. Je allgemeiner und umfassender solche Bestrebungen gedacht werden, in je mehr Spezialgebiete die zu vereinheitlichenden Begriffe eingreifen, um so leichter kann durch Beschlüsse zufälliger Majoritäten Schaden angerichtet werden; es erscheint daher zweckmäßiger, wenn zunächst wichtige Spezialgebiete die Vereinheitlichungstätigkeit in sich durchführen, und wenn die Grenzregulierung zwischen den verschiedenen Spezialgebieten durch wechselseitige Kompromisse der Spezialgebiete zustande gebracht wird; diejenigen,

welche die Vereinheitlichungstätigkeit in den engeren Gebieten organisieren, werden naturgemäß von vornherein die Möglichkeit der Grenzregulierungen im Auge zu behalten haben. Es können hierbei Vereinheitlichungsbestrebungen innerhalb desselben Landes mit internationalen Vereinheitlichungsbestrebungen parallel laufen; bei den letzteren werden die Einheiten kleiner zu wählen sein als bei den ersteren, und man gelangt so zu den folgenden drei Methoden:

1. Internationale Vereinheitlichung in engeren Spezialgebieten,

2. Vereinheitlichung innerhalb der Länder mit gleicher Sprache in weniger engen Spezialgebieten,

3. Vermittlungstätigkeit zwischen den verschiedenen Spezialgebieten und den Ländern mit verschiedenen Sprachen, zugleich Vermittlungstätigkeit zwischen den Bestrebungen unter 1 und 2.

Der Umfang der Spezialgebiete unter 1 und 2 wird im wesentlichen danach zu bemessen sein, daß die Organisatoren für die einzelnen Gebiete diese noch gehörig übersehen können. Hier bleibt natürlich aus objektiven und subjektiven Gründen ein gewisser Spielraum. Abgesehen von der sehr nützlichen Tätigkeit der I. E. C. haben bisher in den Gebieten der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik am erfolgreichsten die nationalen Organisationen gearbeitet, welche zunächst innerhalb einer Sprachgrenze Ordnung zu schaffen suchten; ich weise hier vor allem auf die Tätigkeit des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (A. E. F.) in den deutschsprechenden Ländern hin, der unter der umsichtigen und tatkräftigen Leitung Herrn Streckers bereits Ausgezeichnetes geleistet hat. In England ist — ausgehend von der englischen Physikalischen Gesellschaft — eine ähnliche nationale Organisation eingeleitet worden. Es zeigt sich jedoch schon z. B. bei dem Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen, welcher ein recht großes Gebiet der Mathematik, Physik, Elektrotechnik und selbst der Chemie umfassen soll, daß es schwierig ist, solche umfassende Einheitsbestrebungen sogleich international zu erweitern, und man wird hier erst die Entwicklung der einzelnen nationalen Bestrebungen abwarten müssen, bevor man bei solchen allgemeinen Gebieten an die Grenzregulierung für die verschiedenen Nationen gehen kann. Dieselbe kann aber wirksam vorbereitet werden, wenn durch Bestrebungen, wie ich sie unter 1 charakterisiert habe, wichtige Vereinheitlichungen in engeren Spezialgebieten schon jetzt international angebahnt werden, und solchen Bestrebungen soll das in diesem Jahre ins Leben getretene Komitee zur internationalen Festsetzung einheitlicher Bezeichnungen und Begriffsbestimmungen in der Potentialtheorie und Elastizitätstheorie dienen. Wir haben im besonderen in den mathematischen Grundlagen der Potentialtheorie ein zu einer gewissen Reife gediehenes Gebiet, in welchem eigentlich keine tiefergehenden Meinungsverschiedenheiten herrschen und die Vereinbarungen sich im wesentlichen darauf zu beziehen haben, daß mehr Einheitlichkeit in der Bezeichnung der wichtigsten Begriffe und in den Formelausdrücken erzielt wird.

¹⁾ Bestimmt für die gemeinsame Sitzung der Abteilung Mathematik auf der 85. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Andererseits geht die Potentialtheorie in so grundlegender Weise in mehrere Wissensgebiete ein, die sonst voneinander getrennt behandelt werden, daß der durch die Vereinbarungen zu erzielende Nutzen ganz besonders klar erkannt werden kann.

Wir wollen uns denn auch mehr auf die mathematischen Grundlagen, wenigstens zunächst, beschränken und bezüglich der Anwendungen in der Astronomie, Physik und Elektrotechnik nur auf die allerwichtigsten Grundbegriffe und Bezeichnungen eingehen. In der Tat ist ja gleich der zuerst in Betracht zu ziehende Potentialbegriff selbst ein rein mathematischer; wir können ihn, wenn wir wollen, als einen rein analytischen Begriff, selbst ohne jede geometrische Beimischung, auslegen; aber gerade die Rücksicht auf die Anwendungen des Potentialbegriffes in der Astronomie, der Physik und Elektrotechnik bedingt die geometrische Einführung des Potentialbegriffes in der Form:

$$\sum_{j=1}^n \frac{c_j}{r_j},$$

wo die r_j die Entfernungen eines im Raume variablen Punktes (x, y, z) von n im Raume fest gegebenen Punkten (ξ_j, η_j, ζ_j) und die c_j gegebene Zahlen vorstellen. Man sollte meinen, eine solche geometrische Einführung des Potentialbegriffes könne, gerade mit Rücksicht auf seine verschiedenen Anwendungen, als so einfach angesehen werden, daß hier ohne weiteres eine einheitliche Definition erzielt werden kann; aber die Bezeichnungsverschiedenheiten treten sofort auf, wenn man die exakte Definition des Potentials durch den oben genannten Ausdruck geben will; versuchen wir eine solche Definition:

Wir verstehen unter dem Potential der den Punkten (ξ_j, η_j, ζ_j) zugeteilten Quantitäten c_j in einem variablen Punkte (x, y, z) des Raumes den Ausdruck:

$$\sum_j \frac{c_j}{r_j} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Es tritt sogleich der Wunsch auf, z. B. den Zahlen c_j gewisse Namen zu geben; der Astronom wird mit Rücksicht auf die Verwendung für das Newtonsche Gesetz sogleich die Zahlen c_j mit Massen m_j proportional setzen, und es wird nun bald das Potential durch einen der vier Ausdrücke

$$\sum \frac{m_j}{r_j}, \quad - \sum \frac{m_j}{r_j}, \quad f \sum \frac{m_j}{r_j}, \quad -f \sum \frac{m_j}{r_j} \quad (2)$$

eingeführt, wo f die Gravitationskonstante vorstellt. Der Elektriker, im besonderen der Elektrotechniker, ersetzt mit Rücksicht auf die Verwendung für das Coulombsche Gesetz die Zahlen c_j durch elektrische Massen e_j und führt das Potential durch den Ausdruck

$$\sum_j \frac{e_j}{r_j} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

ein. Man wird in diesen verschiedenartigen Definitionen vielleicht nur sehr äußerliche Unter-

schiede finden, und doch haben diese geringen, äußerlichen Unterschiede schon recht häufig zu sehr unangenehmen Vorzeichenfehlern geführt und vor allem eine unermeßliche Zeitvergeudung zur Folge gehabt; es ist dringend zu wünschen, daß das Potential zunächst rein mathematisch, z. B. in der Form (1) eingeführt werde, und daß dann einer der vier Ausdrücke (2), darüber wird man sich zu verständigen haben, etwa als das Newtonsche Potential, der Ausdruck (3) als das elektrostatische Potential definiert wird, und daß die Beiwörter nur in solchen Fällen fortgelassen werden, in denen eine Verwechslung ausgeschlossen ist. Wir werden uns auch darüber zu entscheiden haben, ob es zweckmäßig ist, den Begriff des Potentials als den Begriff einer *Arbeit* zu definieren, wie es in der Physik oft üblich ist. Betrachten wir in bezug hierauf einmal den in der Elektrotechnik üblichen Begriff der Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten A und B , wie er z. B. durch den Entwurf des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen zum Ausdruck gebracht wird. Man setzt in dem in Frage stehenden Entwurfe die Potentialdifferenz in zwei Punkten A und B als die Arbeit fest, welche aufgewandt werden muß, um die positive Einheit der Elektrizitätsmenge von B nach A zu schaffen, unter der Voraussetzung, daß diese Arbeit von dem Wege unabhängig ist, auf welchem man die positive Einheit der Elektrizitätsmenge von B nach A bringt. Um das Potential in einem Punkte A selbst zu erhalten, verlegt der Entwurf den Punkt B in die Erde, welcher das Potential null zuerteilt wird; andere, frühere Definitionen verlegen den Punkt B ins Unendliche, so daß also unter dem Potential in einem Punkte A die Arbeit verstanden wird, welche notwendig ist, um die positive Einheit der Elektrizitätsmenge aus dem Unendlichen an den Punkt A zu bringen, wenn die Arbeit von dem Wege unabhängig ist, auf welchem die Einheit der positiven Elektrizitätsmenge aus dem Unendlichen an die Stelle A gelangt. Es mag ohne weiteres zugegeben werden, daß eine solche Definition für die Begriffe „elektrische Spannung zwischen zwei Punkten A und B “, „elektrische Spannung eines Punktes A gegen Erde oder gegen die unendliche Ferne“ für den Elektriker sehr zweckmäßig ist, ohne Rücksicht darauf, ob die Arbeit vom Wege abhängig ist oder nicht, es würde sich aber vielleicht empfehlen, das Wort „Potential“ für den Spezialfall, daß die Arbeit vom Wege abhängig ist, nicht allgemein ohne weiteren Zusatz zu gebrauchen; in den Fällen der Elektrostatik würde sich ja der so eingeführte Potentialbegriff mit dem Begriffe des elektrostatischen Potentials decken, er würde aber den Wünschen der Mathematiker und Astronomen nicht gerecht werden; im Falle elektrodynamischer Vorgänge bedarf aber eine solche Definition des Potentialbegriffes durch eine so komplizierte Kräftefunktion schon aus dem Grunde einer weiteren Erläuterung, weil zu dem richtigen Verständnis der Definition unbedingt die schwierige Diskussion gehört, in welchen Fällen die betreffende Arbeit vom Wege unabhängig ist. Ich möchte bei dieser Gelegenheit auch ganz allge-

mein bemerken, daß die in der Mechanik so übliche Ausdrucksweise: Eine Kraft (X, Y, Z) besitzt ein Potential, wenn

$$\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} = 0, \dots,$$

so wohl begründet diese Ausdrucksweise historisch ist, zweckmäßiger durch die Ausdrucksweise ersetzt wird: „Die Kräfte besitzen eine *Kräftefunktion*“, oder, wenn man den Ausdruck „Potential“ heraus hineinbringen will: Die Kräfte besitzen ein „*Kräftepotential*“, wie man in der Theorie der Flüssigkeiten sagt, die Geschwindigkeitskomponenten u, v, w haben eine Geschwindigkeitsfunktion oder ein Geschwindigkeitspotential, wenn

$$\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} = 0, \dots$$

So wird es sich denn auch in der Elektrizitätslehre empfehlen, wenn man für den in der Elektrotechnik üblichen Begriff der Potentialdifferenz keine wesentliche Änderung der Bezeichnung eintreten lassen will, den Begriff des Potentials, wie es z. B. der Entwurf des AEF definiert, als „elektrisches“ Potential zu bezeichnen, das in den Fällen der Elektrostatik in das elektrostatische Potential übergeht. Nur in Fällen, in denen keinerlei Verwechslung möglich ist, möge das Beiwort „elektrisch“ fortgelassen werden.

Wir sehen so, in welcher Weise vorzugehen sein dürfte: Als Potential kurzweg möge man nur den mathematischen Ausdruck

$$\sum_j \frac{c_j}{r_j}$$

bezeichnen, und für die verschiedenen Spezialgebiete, die bereits den einfachen Ausdruck für sich reklamieren, wird man Beiwörter einführen müssen, man wird von dem Potential kurzweg z. B.

- das Newtonsche Potential,
- das elektrostatische Potential,
- das elektrische Potential,
- das Geschwindigkeitspotential,
- das Kräftepotential usw.

unterscheiden müssen, und nur in solchen Fällen, in denen eine Verwechslung ausgeschlossen ist, sollten die Beiwörter ausgelassen werden. Ähnliches gilt für die Begriffe „magnetisches Potential“, „Vektorpotential“ u. a. m., auf die wir hier nicht alle einzeln eingehen wollen, und die ohne Schwierigkeit alle in einwandfreier Weise definiert werden können; ich brauche auch hier auf die Begriffe des logarithmischen oder zweidimensionalen Potentials und der mehr als dreidimensionalen Potentiale nicht besonders einzugehen, weil ja die betreffenden Definitionen ebenfalls keine besonderen Schwierigkeiten machen, wir wollen nur festhalten, daß es zweckmäßig wäre, wenn der Ausdruck „Potential“ kurzweg für das dreidimensionale Potential

$$\sum_j \frac{c_j}{r_j}$$

reserviert bliebe; hinzuzufügen wäre nur noch, daß wir, je nachdem die Quantitäten c_j diskreten Punk-

ten zugehören oder bei unendlich wachsendem j Kurven-, Flächen-, Raumbelegungen bilden, von Punkt-, Kurven-, Raumpotentialen sprechen, und auch in allen den hier in Betracht kommenden Bezeichnungen sowie mit Bezug auf den Begriff des Potentials einer Doppelbelegung einer Fläche werden sich unschwer einheitliche Bezeichnungen und Begriffsbestimmungen erzielen lassen.

Etwas schwieriger wird sich schon die Vereinheitlichung des Begriffs der „Potentialfunktion“ gestalten. Früher wurde der Begriff der Potentialfunktion bald mit dem Begriff der „Kräftefunktion“ im allgemeinen, bald mit dem Potentialbegriff (1) identifiziert, indem eben das Potential als Funktion des variablen Punktes (x, y, z) aufgefaßt wird; dann wurde wieder die Eigenschaft des Potentials (1), in allen von den Punkten (ξ_j, η_j, ζ_j) getrennten Raumgebieten der Laplaceschen Differentialgleichung oder Potentialgleichung

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0$$

zu genügen, als wesentliches Kennzeichen der Potentialfunktion herausgegriffen, und man sagte von einer Funktion $\varphi(x, y, z)$ eines Raumgebietes, sie sei eine Potentialfunktion des betreffenden Raumgebietes, wenn sie in derselben der Potentialgleichung genügt und gewisse Stetigkeitseigenschaften besitzt. Es wäre wünschenswert, wenn für wichtige Klassen von Stetigkeitseigenschaften einheitliche Bezeichnungen eingeführt würden; z. B. ist jetzt bereits der Ausdruck allgemein üblich, derartige Funktionen in einem Gebiete „harmonisch“ zu nennen, wenn sie mit allen Ableitungen in jedem Teilgebiete stetig sind, welches von der Grenze des ursprünglichen Gebietes durch irgend eine (beliebig kleine) Entfernung getrennt ist. Man wird sich über die Namen solcher harmonischen Funktionen zu verständigen haben, welche bis an die Grenze heran stetig sind, solcher, welche mit ihren ersten Ableitungen bis an die Grenze heran stetig sind, solcher, welche bis an die Grenze heran die sogenannte Stetigkeit Lipschitzscher oder Hölderscher Art haben, und dgl. mehr.

Den Oberflächen, welche Raumgebiete begrenzen oder teilen, den Kurven, welche Flächenstücke begrenzen oder teilen, müssen wir oft bestimmte, spezielle Eigenschaften beilegen, wenn wir die Wahrheit wichtiger Sätze der Potentialtheorie beweisen wollen; zu allgemeine Voraussetzungen komplizieren die Beweise bzw. verengen den Gültigkeitsbereich der betreffenden Sätze, und so empfiehlt es sich, im besonderen für die Anwendungen in der Astronomie und Physik, gewisse Eigenschaften von Flächen und Kurven als *normale* oder *vernünftige* zu bezeichnen, wenn man nicht jedesmal diese Eigenschaften, deren exakte Formulierung viel Platz erfordert, von neuem aufzählen will. Wenn es als durchaus erforderlich angesehen werden sollte, könnte man noch verschiedene Abarten solcher vernünftiger Flächen- und Kurvengattungen unterscheiden. Sehr wünschenswert wäre eine einheitliche Bezeichnung von Oberflächen- und Kurvenintegralen, z. B. in der Weise, daß man Elemente von Oberflächen im allgemeinen

durch dS oder durch $d\omega$, Kurvenelemente im allgemeinen durch ds bezeichnet (dl eignet sich nicht wegen der leichten Verwechslung zwischen dem kleinen L und l), wie ja schon ziemlich allgemein für Raumelemente $d\tau$ geschrieben wird; das sind wiederum Kleinigkeiten, die aber das Lesen von Abhandlungen, vor allem in fremden Sprachen, sehr erleichtern. Wenn die Formelzeichen einer in einer fremden Sprache geschriebenen Abhandlung mit denen übereinstimmen, die man selbst verwendet, kann man oft eine solche Arbeit, ohne den Text übersetzen zu können, verstehen.

So erscheinen denn auch die Forderungen, das positive dreirechtwinklige Koordinatensystem im Raume einheitlich festzusetzen, ebenso die positive Seite eines Oberflächenstückes, nachdem man ihrer Randkurve eine bestimmte positive Umlaufsrichtung gegeben hat, wenn man sich auf vernünftige Flächen und Kurven beschränkt, der inneren Normalen der Grenzfläche eines Raumgebietes nach Möglichkeit dieselbe Bezeichnung (v oder n) zu geben, ebenso in der Ebene oder auf einer gekrümmten Oberfläche der inneren Normalen der Grenzkurve eines Oberflächengebietes.

Recht unliebsame Verschiedenheiten der Bezeichnung zeigen sich bei dem Gebrauch der verschiedenen Arten von Kugelfunktionen, der verschiedenen Gattungen von Fundamentalfunktionen, nach denen sich Potentialfunktionen entwickeln lassen; unter der „Greenschen Funktion“, der „Greenschen Belegung“ einer Fläche oder Kurve in bezug auf einen inneren oder äußeren Punkt versteht ein Autor etwas ganz anderes als ein anderer Autor, die Bezeichnung „Dirichletsches Problem“ wird bald für die erste, bald für die zweite Randwertaufgabe der Potentialtheorie gebraucht, der „Greensche Satz“ hat eine ganze Zahl verschiedener Bedeutungen.

Ganz neue Disharmonien ziehen in die Potentialtheorie und Elastizitätstheorie ein, wenn man die Vektoranalysis hineinbringt, und es wird ratsam sein, an diese Fragen zunächst nicht zu rühren, bevor nicht eine Vereinheitlichung der Grundbegriffe stattgefunden hat; die Vektoranalysis strebt ja, in sich zu einer gewissen Einheitlichkeit zu kommen; wenn diese einigermaßen erreicht sein wird, dürften sich darauf bezügliche internationale Beschlüsse leicht in unsere Vereinheitlichungsbestrebungen hineinbringen lassen, was im Interesse der oft sehr bequemen Schreibweise der Vektoranalysis allseitig gewünscht wird.

Das junge Gebiet der Integralgleichungen hat in mancher Beziehung so fruchtbar in die Potentialtheorie und Elastizitätstheorie eingegriffen, daß wenigstens die Anwendung ihrer wichtigsten Grundbegriffe in der Potentialtheorie und Elastizitätstheorie mit einheitlichen Bezeichnungen geschehen sollte.

Wie in der Potentialtheorie wird es in der Elastizitätstheorie bei diesen ersten Vereinheitlichungsversuchen zweckmäßig sein, die Bestrebungen auf die wichtigsten, grundlegenden *mathematischen* Begriffe und Bezeichnungen zu richten, sich auf die statischen Gleichungen in isotropen Medien

zunächst zu beschränken; wir haben dann nur *eine* Elastizitätskonstante, der zweckmäßig stets dieselbe Bedeutung und Bezeichnung beigelegt werden sollte; die Druckkomponenten und die Größen

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}, \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \dots$$

bedürfen einer einheitlichen Bezeichnung; die Vektoranalysis würde ja hier helfend eingreifen, doch ist in derselben, wie bereits erwähnt, auch noch keine Einheitlichkeit erzielt worden, so daß Vereinbarungen auch für die Fälle nützlich sein werden, in denen die Vektoranalysis vermieden wird.

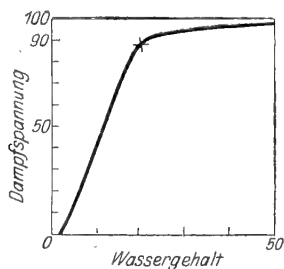
Die Aufzählung einiger solcher Desiderata soll hier lediglich unsere Bestrebungen charakterisieren, in der Weise, wie sie für die nächsten Jahre beabsichtigt sind; allmählich werden die Wünsche der Fachgenossen von selbst den Rahmen dieser Bestrebungen ein wenig erweitern, und ich nehme an, daß die Vereinheitlichungskomitees in den verschiedenen Spezialgebieten zu ständigen Einrichtungen werden dürften. Zum Ausgleich widerstreitender Meinungen werden die internationalen Mathematikerkongresse, welche alle 4 Jahre stattfinden, sowie die (allerdings seltener stattfindenden) internationalen Zusammenkünfte von Physikern und Astronomen sehr nützlich sein, und die auf solche Bestrebungen verwandte Mühe wird schon dann gelohnt sein, wenn wenigstens einige der Grundbegriffe und Bezeichnungen nach jahrelangen Diskussionen eine internationale Vereinheitlichung erfahren.

Über die Ursachen des Altbackenwerdens des Brotes.

(Zweite Mitteilung.)

In Heft 13, S. 304, wurde über Versuche von *J. R. Katz* berichtet, die sich mit den Ursachen des Altbackenwerdens der *Brotkrume* beschäftigten. Als geeignetes Mittel, um diese Veränderung zu verhindern, ergab sich die Aufbewahrung der frischen Backware bei Temperaturen von mindestens 50° oder bei tiefen Temperaturen. Die neueren Versuche von *Katz* (Zeitschr. f. Elektrochemie 19, 1913, S. 663 ff.) beziehen sich nun auf das Studium der Veränderung, die die *Brotkruste* beim Aufbewahren erleidet. Diese besteht bekanntlich darin, daß die Rinde ihre „Knusprigkeit“ verliert und ziemlich schnell weich wird. Die Verhütung dieser Erscheinung ist tatsächlich von noch größerem praktischen Interesse als die Konservierung der Krume, weil es in einem rationell geleiteten Bäckereibetriebe schon heute möglich ist, die Krume für 12 bis 15 Stunden frisch zu erhalten, ohne daß die Anwendung besonderer Kunstgriffe erforderlich wäre; wenigstens gilt dies von dem feineren Weißbrot aus Weizenmehl. Das Weichwerden der Kruste läßt sich dagegen durch die Kunst des Bäckers nicht verhindern. Wie *Katz* auseinandersetzt, liegt die Ursache dieser Erscheinung in dem Unterschied der Wasserdampfspannung von Krume und Kruste. Während die Krume fast die gleiche Dampfspan-

nung besitzt wie reines Wasser (97—100 %), hat die Kruste durch das starke Austrocknen im Backofen eine sehr kleine Dampfspannung (etwa 16 %). Beim Aufbewahren wird also so lange Wasser von der Krume zur Kruste übergehen, bis das Gleichgewicht erreicht ist. Die Veränderung der Konsistenz der Krume ist also die Folge einer Wasseraufnahme, die natürlich noch schneller erfolgt, wenn die Backware nicht unter Luftabschluß, sondern der mehr oder weniger feuchten Luft ausgesetzt aufbewahrt wird. Die Erscheinung ist als ein Quellungsvorgang aufzufassen, bei dem sich Wasser zwischen die kleinsten Teilchen der Kruste einlagert. Um diese Veränderungen näher zu studieren, hat *Katz* die Kruste eines frischen Brotes zu kleinen Schuppen geschabt und diese über Schwefelsäure-Wasser-Gemischen von bekannter Wasserdampfspannung stehen lassen, bis sie konstantes Gewicht erreicht hatten. Zu gleicher Zeit wurde die damit verbundene Veränderung in der Konsistenz beobachtet. Schließlich wurde jedesmal der Wassergehalt dieser einzelnen Muster durch Trocknen und Wägung bestimmt. Es zeigte sich dabei, daß die Kruste knusprig bleibt, solange sie nicht mehr als 18 % Wasser enthält; findet sie Gelegenheit, mehr Wasser aufzunehmen, so wird sie weich. Dieser Wassergehalt entspricht aber einer



Wasserdampfspannung von 85 % der Maximalspannung. Oder mit anderen Worten: In einem Raume, in dem die Feuchtigkeit 85 % oder weniger beträgt, bleibt die Kruste knusprig, wie lange man sie auch aufbewahrt. Die Figur gibt die Abhängigkeit der Dampfspannung von dem Wassergehalt der Kruste wieder. Es ist dies eine typische Quellungskurve, wie man sie auch bei anderen quellbaren Körpern, z. B. dem Kasein oder der Kieselsäure, fast mit genau demselben Verlaufe wiederfindet.

Es ergibt sich aus diesen Beobachtungen, daß man die Kruste frisch erhalten kann, wenn man das Brot in getrockneter Luft aufbewahrt; freilich darf man mit der Austrocknung nicht zu weit gehen, damit nicht auch die Krume ausgetrocknet wird, d. h. man wird sich praktisch von einem Feuchtigkeitsgehalt entsprechend 85 % nicht weit nach unten entfernen dürfen. Der Versuch ergab, daß Brote, die über Schwefelsäure von 75 bis 80 % Spannung aufbewahrt wurden, nach 14 Stunden noch vollkommen knusprig waren, ohne daß die Krume an Frische eingebüßt hatte. Hierbei ist es wichtig, daß die Luft im Aufbewahrungskasten durch einen elektrisch angetriebenen Ventilator kräftig ventiliert wird. Solche Schwefelsäure-Wasser-Mischungen ändern aber, besonders bei starker Ventilation,

verhältnismäßig schnell ihre Zusammensetzung, sind also als Regulatoren der Luftfeuchtigkeit nicht sehr geeignet. Besser bewährt sich eine gesättigte Salzlösung, mit überschüssigem Salz als Bodenkörper, da die Dampfspannung hier unabhängig ist von der Quantität Wasser im System. So erfüllt eine gesättigte Kochsalzlösung, die eine Spannung von etwa 75 % der Maximalspannung des Wassers besitzt, den gedachten Zweck in der vollkommensten Weise. Es soll hier nicht auf die nähere Ausgestaltung der Trockenvorrichtung eingegangen werden, wie sie schließlich bei ihrer Anwendung in kleinen und größeren Betrieben als zweckmäßig befunden wurde; der Erfolg ist jedenfalls der, daß abends fertig gebackenes Brot, unabhängig vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft, also von der Witterung, mit knuspriger Kruste bis zum Verkauf am nächsten Morgen aufbewahrt werden kann, wenn nur der Backbetrieb so geleitet wird, daß die Krume 12 bis 15 Stunden frisch bleibt, was aber leicht zu erreichen ist. Alles dies gilt für Weißbrot mit einem reichlichen Milchzusatz. Die Frage, wie das Verfahren bei billigeren Brotsorten angewandt werden kann, will *Katz* in einer weiteren Mitteilung behandeln. Für das in vielen Teilen Deutschlands gebräuchliche, mit Sauerteig bereitete Roggenbrot ist das Problem bedeutend leichter zu lösen, da dessen Krume viel länger als „frischbacken“ verkauft werden kann als bei Weizenbrot.

Katz weist wiederum auf die soziale Bedeutung der Ergebnisse seiner Arbeiten hin, die vielleicht geeignet sind, den Nachtbetrieb der Bäckereien einzuschränken oder ganz aufzuheben.

R. J. M.

Fortschritte auf dem Gebiete der Transplantation im Jahre 1912.

Von Dr. Eduard Uhlenhuth, Wien.

Die Transplantation, die Übertragung lebender Körperteile von einem Organismus entweder in denselben oder einen anderen Organismus oder auf ein lebloses Kulturmedium hat zweierlei Aufgaben zu erfüllen. Als wissenschaftliche Methode soll sie unsere Kenntnisse über die in der lebenden Natur herrschenden Gesetze fördern, als klinische Technik soll sie uns ein wirksames Mittel zur Bekämpfung unseres schlimmsten Feindes, des Todes, an die Hand geben. Wenn sie in bezug auf das erstere wie kaum eine andere Methode ihre Pflicht erfüllt, da ihre Anwendbarkeit eine erstaunlich weite ist und fast kein Problem mehr übrig bleibt, zu dessen Lösung sie nicht ihren Beitrag geliefert hätte, so leistet sie andererseits in der Hand geschulter Chirurgen und auf der Basis einer gründlichen wissenschaftlichen Durcharbeitung ebenso Unglaubliches bei Behandlung von Kranken, die ohne ihre Hilfe unrettbar verloren wären. Hier soll bloß über die Transplantation vom wissenschaftlichen Standpunkte aus gehandelt werden.

Wie bereits oben angedeutet, ist es nicht nur möglich, Teile eines Körpers auf einen lebenden Organismus zu überpflanzen, sondern es gelingt sogar, Gewebe außerhalb des Organismus längere Zeit am Leben zu erhalten, wenn wir sie, ähnlich wie die Bakterien, auf geeigneten Medien kultivieren. Da gerade

diese Methode im verflossenen Jahre erst ihre wesentliche technische Ausbildung erlangte und eine relativ bedeutende Zahl von Forschern sich intensiv damit beschäftigte, ist es nötig, die Transplantation „außerhalb des Organismus“ oder die Explantation und die Transplantation „auf den Organismus“ in zwei besonderen Unterabschnitten zu behandeln, welche Einteilung wir auch in unseren fernerer Berichten über das vorliegende Thema einhalten wollen.

I. Transplantation auf den Organismus.

Es ist durchaus nicht gleichgültig, ob man den Körper- oder Gewebsteil eines Organismus auf ihn selbst (autoplastisch) zurücktransplantiert, ob man ihn auf ein artgleiches (homoplastisch) oder auf ein artfremdes Tier (heteroplastisch) transplantiert, sondern, je weiter wir in der angeführten Reihe fortschreiten, desto schwieriger wird es, das Transplantat mit seiner Unterlage zur dauernden Verwachsung zu bringen. Die Frage nach dem Warum ist bezüglich der Heteroplastik des öfteren diskutiert worden, über die Ursachen, die einer Erschwerung, homoplastischer Transplantation gegenüber der autoplastischen zugrunde liegen, hat man sich jedoch bisher relativ recht wenig Aufschluß zu geben vermocht, ebenso wie darüber, wie überhaupt eine Verwachsung des Transplantates mit der Unterlage zustande kommt. Mit Freuden ist es daher zu begrüßen, daß G. Schöne an der Hand eines umfangreichen Materials diese Fragen aufgerollt hat. Danach ist eine heteroplastische Transplantation überhaupt nur bei Pflanzen und niederen Tieren möglich; bei ersteren, weil das Pflanzengewebe infolge der Fähigkeit der Pflanze, anorganische Nahrung assimiliert und einen bedeutenden Teil ihrer Nahrung aus der Luft aufnehmen zu können, im Punkte Ernährung relativ wenig abhängig vom Wirt ist, bei letzteren, weil ihre Gewebe oft embryonalen Charakter und daher selbständige Wachstums- und Ernährungsfähigkeit besitzen.

Bei der homoplastischen Transplantation, die auch bei höheren Tieren und beim Menschen gelingt, liegen die Verhältnisse zwar quantitativ und qualitativ anders als bei der Heteroplastik, aber gegenüber der Autoplastik dürfte es sich doch auch hier vielfach um die Überwindung von Ernährungsschwierigkeiten handeln. Jedenfalls ist die Rasse, das Lebensalter und Besonderheiten in der Ernährung der beiden Komponenten für das Gelingen ausschlaggebend.

Die organische Verwachsung zwischen Wirt und Transplantat stellt sich Schöne ebenso wie Bashford als eine Folge chemotaktischer Wirkungen vor.

Einen wertvollen, wenn auch negativ ausgefallenen Beitrag zum Problem der Homoplastik hat Ingebrigtsen geliefert, indem er das Blut von 40 Katzen durch geeignete Mischung auf das Vorhandensein von Isoagglutinin prüfte und dann zwischen diesen Tieren Stücke der Halschlagadern durch homoplastische Transplantation austauschte. Es zeigte sich aber kein Einfluß des bei manchen Individuen im Blute angetroffenen Isoagglutinins auf die Atrophie des Transplantates.

Wohl aber konnte W. Schultz einen deutlichen Einfluß des Verwandtschaftsgrades auf das Transplantat konstatieren. Denn die Haut eines Bastardes zwischen Hänfling und Kanarienvogel bleibt viel länger lebend, wenn sie unter die Haut eines ebensolchen Bastardes verpflanzt wird, als wenn übertragen unter die Haut eines reinen Hänflings oder Kanarienvogels.

Daß der Gesamtorganismus resp. dessen physiologischer Zustand einen wesentlichen Einfluß auf das Transplantat ausübt, ist aus mehreren Experimenten deutlich zu ersehen. Joannovics hat Mäusekarzinome (Krebsgeschwülste) mit sehr kräftig entwickeltem Wuchervermögen nicht nur auf normale, sondern auch auf

künstlich anämisch gemachte Mäuse transplantiert. Daß sie auf letzteren nur halb so groß wurden wie auf normalen Mäusen und auch weniger entwickelt waren als dort, kann seinen Grund nicht in verminderter Nahrungsaufnahme haben, da sie sogar einen bedeutenderen Fettgehalt als die auf normaler Basis gewachsenen Tumoren besaßen; das gleiche Verhältnis zwischen den Organen normaler und anämischer Mäuse in bezug auf den Fettreichtum läßt vielmehr auf einen weitgehenden Einfluß des Gesamtorganismus schließen, der das Transplantat ebenso wie seine eigenen Organe in einer bestimmten Richtung zu beeinflussen sucht. In dieser Hinsicht unterscheidet sich auch der transplantierte Tumor wesentlich von dem spontan auftretenden, welcher letzterer auf anämischen und unterernährten Tieren meistens sogar besser zu gedeihen pflegt als auf normalen.

Auch in bezug auf seine Entwicklung muß sich das Transplantat ganz der Herrschaft des Gesamtorganismus fügen. Das beweisen nicht nur Goldfarbs mittels alkalisch gemachtem Seewasser und nachherigem Zentrifugieren aneinander transplantierte Seeigellarven, die sich stets in ganz gleichem Tempo entwickeln, sondern auch Uhlenhuths transplantierte Salamanderaugen, die selbst dann sich gleichzeitig mit dem Auge des Wirtes verwandeln, wenn letzterer bei der Transplantation in einem älteren oder jüngeren Entwicklungsstadium war als das Transplantat.

In ähnlichem Sinne sprechen auch die Versuche Šćecrovs, in denen es sich allerdings um eine ganz andere Art von Einfluß handelt als in den oben vorgebrachten Beispielen. Transplantiert man nämlich die helle Bauchhaut der Bartgrundel in die schwarz pigmentierte Rückenhaut dieses Fisches, so wird das Transplantat allmählich dunkel pigmentiert, wahrscheinlich infolge Pigmenteinwanderung aus der Umgebung.

R. Meyns, der seinerzeit Stückchen von Froshoden in vollständig kastrierte Froshmännchen transplantierte, fand, daß die nach der anfänglich einsetzenden Degeneration platzgreifende Restitution und Spermiogenese des transplantierten Hodens um so raschere Fortschritte machte, je weiter der bei der Transplantation entnommene Hoden des Wirtes in seiner durch den Jahreszyklus bedingten Entwicklung fortgeschritten war, und daß das Transplantat infolgedessen trotz der durch die Übertragung verursachten Involution bald wieder das für die betreffende Jahreszeit normale Stadium erreichte; er glaubte anfangs, diese Erscheinung gleichfalls auf eine Beeinflussung durch den Gesamtorganismus zurückführen zu können. Neuerlich vorgenommene Transplantationen embryonaler und jugendlicher Hoden und Ovarien in geschlechtsreife Tiere ergaben jedoch nebst wichtigen Resultaten über das Verhalten transplanter Gonaden überhaupt, daß eine Beschleunigung der Entwicklung unreifer Gonaden durch den geschlechtsreifen Wirt nicht vorliegt. Meyns sucht jetzt das beschleunigte Auftreten und Vorwärtsschreiten der Spermiogenese in den reifen Hodentransplantaten durch die erhöhten funktionellen Ansprüche des kastrierten Wirtes an das Transplantat, die natürlich mit dem Fortschreiten der Jahreszeit konstant wachsen, zu erklären. Da die unreifen Gonadentransplantate aber überhaupt noch nicht funktionieren, so kann bei ihnen die funktionelle Beanspruchung als entwicklungsbeschleunigender Faktor überhaupt nicht in Betracht kommen. Daraus erklärt sich der Unterschied zwischen reifen und unreifen Hoden nach der Transplantation.

Auch andere Autoren haben versucht, auf experimentellem Wege den Einfluß zu ermitteln, welcher der Funktion eines Organes bei der Transplantation zufällt, und, seit Roux unsere Aufmerksamkeit auf diesen so wichtigen Faktor bei jedem gestaltenden Geschehen gelenkt

hat, ist es wohl eine der brennendsten Fragen geworden, ob die funktionelle Beanspruchung eines transplantierten Organes schon für seine Einheilung nötig ist oder erst für die dauernde Erhaltung am neuen Orte in Betracht kommt. *Schöne* hat in seinem bereits oben erwähnten Werke sich letzterer Ansicht zugeneigt und eine Reihe von Versuchen *Axhausen* und *Rehn* scheint das Gleiche zu bestätigen.

Axhausen hat bei Ratten und Kaninchen halbe Gelenke, nämlich ein Oberschenkelende samt Gelenkknorpel und Epiphysenknorpel, homoplastisch unter die Haut transplantiert, wo natürlich ein funktioneller Gebrauch des Knochens ausgeschlossen ist. Der Knochen verfiel, wie immer nach Transplantation, einer totalen Nekrose, dagegen blieben einzelne Elemente des Markes, des Gelenkknorpels und des Epiphysenfugenknorpels am Leben. Von diesen wenigen persistierenden Zellen aus erfolgte nun eine Wiederherstellung des gesamten Markes in typischer Weise und des Gelenkknorpels durch Wucherung der überlebenden Knorpelzellen unter Benutzung der alten Grundsubstanz des Knorpels. Die der Nekrose entgangenen Teile des Epiphysenknorpels, der im Normalen durch ständige Erzeugung neuen Knochens bis zum Ausgewachsensein des Individuums die Verlängerung der Extremitätenröhrenknochen ermöglicht, erfüllen auch hier im funktionslosen Transplantat eine Verknöcherung. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß alle drei Gewebsarten sich nur dort dauernd lebend hielten, wo sie unmittelbar an die ernährenden Gewebssäfte des Muttertieres grenzten. Es ist also kein Zweifel, daß hier Gewebe mit typischer Funktion, wie es zum mindesten die beiden Knorpelanteile des Transplantates waren, ohne funktionelle Beanspruchung unter günstigen Ernährungsbedingungen einheilten. Eine dauernde Erhaltung war jedoch auf diese Weise nicht möglich, sondern nach einer anfänglichen Regeneration erlitt der Knorpel schließlich noch eine allmähliche Resorption oder wandelte sich in gewöhnliches Bindegewebe um.

Wohl aber kam es zu einer dauernden Erhaltung, wenn *Rehn* und *Wakabayashi* genau dieselben Teile der Ulna (Elle) statt unter die Haut, wie *Axhausen*, an Stelle eines anderen, zuvor entfernten Ulnaendes transplantierten. Sie wählten dazu stets zwei junge Kaninchen, bei welchen die Knochen noch durch die proliferierende Tätigkeit des Epiphysenknorpels wachsen, und tauschten einfach die Gelenkenden der Elle zwischen den beiden Tieren aus. Die Transplantate kamen so in ein für sie normales Lager, nämlich wieder ins Ellenbogengelenk, zu liegen und, da die Kaninchen bald nach der Operation auf ihrem operierten Bein umherhüpften, wurden sie auch in der normalen Weise funktionell beansprucht. Sie erhielten sich dauernd und wuchsen dank der Tätigkeit des Epiphysenknorpels in die Länge. Der transplantierte Knochen aber wurde von der mitverpflanzten Beinhaut aus vollständig neu ersetzt.

Wie sehr die Funktion ein Transplantat umzugestalten und den normalen Verhältnissen nahezubringen vermag, will *Sumita* durch folgendes Experiment zeigen. Bei Hunden wird das Kniegelenk eröffnet, alle Kapselanteile weggeschnitten, die Gelenkenden weggesägt, zwischen die beiden so entstandenen Gelenkstümpfe ein Stück Fett oder Muskelscheide transplantiert und darüber die Haut wieder vernäht. Nach Verheilung der Wunde wird das Bein dem Gebrauch überlassen. Das transplantierte Stück erfährt nun eine vollständige Umwandlung, durch welche aus dem so schwer veränderten Gelenk ein nahezu normales Gelenk entsteht. Die äußersten Teile des Stückes schmiegen sich nämlich den Gelenkstümpfen eng an und bilden hier einen glatten, glänzenden Überzug, der äußerlich große Ähnlichkeit mit dem entfernten Gelenkknorpel hat, die innersten Partien

werden in eine schleimige, gelenksbutterartige Flüssigkeit umgewandelt und das übrige differenziert sich zu einer neuen Gelenkkapsel mit Schleimbeuteln und Kapselbändern.

Ähnlich beobachtete *Schepelmann* die Umwandlung von Venenstücken, die er bei Säugetieren an Stelle eines herausgeschnittenen Stückes der Sehne des Muskulus tibialis posticus transplantiert hatte, in Sehnengewebe unter dem Einflusse des ständig auf die Venenwandung wirkenden Zuges.

A. Carrel, der bekannte Erfinder der Gefäßnaht, hat Hunden Aortenstücke herausgeschnitten und die dadurch entstandenen Gefäßstümpfe durch menschliche Arterienstücke oder Venenstücke verbunden. Dieselben heilten auch dann ein, wenn das betreffende Menschenbein, dem das Blutgefäß entnommen wurde, zuvor einen Tag auf Eis und die daraus gewonnene Arterie noch weitere 24 Tage vor der Transplantation in kalter Salzlösung gelegen war. Nach zwei und vier Jahren wurden die Transplantate untersucht. Sie stellten eine ganz normal funktionierende Verbindung der betreffenden Gefäßstümpfe her, standen daher unter den gleichen funktionellen Bedingungen wie die Wände der körpereigenen Aorta der operierten Hunde, bestanden aber dennoch bloß aus Bindegewebe und entbehrten der Muskel- und elastischen Fasern. Hier scheint also funktionelle Beanspruchung bis zu 4 Jahren nicht in der Lage gewesen zu sein, die für die Aortenwand normalen Verhältnisse herzustellen.

Arnsperger, der bei Hunden und Katzen den Ausführungsgang der Galle in den Darm resezierte und dafür eine neue Verbindung zwischen Leber und Darm durch ein mit Darmgekröse oder Muskelscheide umgebenes Gummirohr herstellte, beobachtete, daß sich das nach Ausstoßen des Gummirohres zurückbleibende Gewebsrohr allmählich mit Epithel auskleidet. Er scheint geneigt zu sein, diesen Vorgang auf Rechnung der funktionellen Inanspruchnahme durch das hindurchströmende Gallensekret zu setzen. Allein *Brandt* — resp. *Brewer* und *Wilms*, über deren Operationen *Brandt* berichtet —, der beim Menschen dieselbe Verbindung zwischen Darm und Leber herstellte, dazu aber ein ganz einfaches (unbekleidetes) Gummirohr benutzte, sah das Choledochusgangsgewebe außen entlang des Gummirohres, also abgeschnitten von jeder Funktion, regenerieren. Er zieht daraus den Schluß, daß dieses Rohr den Zellen als Stütze während ihres Wachstums diene, entlang welcher sie sich bewegen können. Da *Harrison*, *Lambert* und andere ganz dasselbe an außerhalb des Organismus gezüchteten Gewebezellen beobachteten, wie wir später noch hören werden, so scheint dieser Schluß das Richtige zu treffen.

E. Uhlenhuth, der auf Larven des Feuersalamanders die Augen ebensolcher Larven transplantierte, beobachtete anfänglich eine weitgehende Degeneration der Netzhaut und ihrer funktionellen Sehstruktur; bald aber erfolgte eine völlige Wiederherstellung der normalen Struktur inklusive Stäbchen- und Zapfenschicht. Der am Auge verbliebene Stumpf des Sehnervens regeneriert und ist in einem Falle sogar in ein naheliegendes Spinalganglion (Nervenzellenanhäufungen längs des Rückenmarkes) eingewachsen. Da ein vom Nervenzentrum losgetrenntes Auge nicht funktionieren kann, glaubt *Uhlenhuth*, daß die Funktion an diesen Resultaten nicht beteiligt ist. Es wäre aber immerhin möglich, daß der auch nach der Transplantation fortwirkende funktionelle Lichtreiz schon genügt, um die zerstörte Sehstruktur wiederherzustellen. Dies muß erst geprüft werden.

Ein weiterer Faktor, der auf die Gestaltung des Transplantates von Einfluß ist, ist die Polarität. Einen interessanten Beitrag zu diesem Problem stellt die Arbeit von *O. Kurz* dar. Transplantiert man Beine

des Kammolches resp. Stücke davon an beliebige Körperstellen desselben oder eines anderen Kammolches, ohne die Regeneration vom distalen (fußwärts gelegenen) Stumpf aus zu verhindern, so regenerieren sie vom proximalen (körperwärts gelegenen) Schnittniveau aus nur ungeformte Gebilde, vom distalen aber wie ein an Ort und Stelle belassenes gestutztes Bein eine distale Extremität. Verhindert man aber Regeneration vom distalen Ende aus, indem man ein aus halbem Ober- und Unterschenkel bestehendes Beinstück umgekehrt, also mit dem Unterschenkel, an das in der Mitte des Oberschenkels amputierte Bein transplantiert, so regeneriert das jetzt freie proximale Schnittniveau des Transplantates eine distale Extremität. Die Polarität ist also künstlich umgekehrt worden.

Wie man dem Problem der Vererbung mittels der Transplantation beikommen könnte, zeigen uns die Transplantationsversuche von W. Harms an Regenwürmern. Unsere Kenntnisse, wie die elterlichen Eigenschaften auf die Nachkommen übertragen werden, sind noch sehr unvollständig; es ist aber jedenfalls die Vermutung nicht unberechtigt, daß vom Muttertier die Eizellen direkt beeinflusst werden könnten. Harms hat daher die Eierstöcke verschiedener Lumbriciden (Regenwurm-)Arten durch solche von anderen Lumbricidenarten mittels Transplantation ausgetauscht. Z. B. wurden einem Individuum von *Lumbricus terrestris* Ovarien von *Helodrilus longus* eingesetzt; sie heilten hier vollkommen ein und wurden sogar funktionsfähig. Bei Paarung des *Lumbricus-terrestris*-Exemplars mit einem Individuum derselben Art hätten die Nachkommen reine *Lumbricus terrestris* sein müssen, falls die Nährmutter auf die ihr transplantierten *Helodrilus*-Eizellen einen nach dem Träger hin gerichteten Einfluß ausgeübt hätte. Es waren aber die Nachkommen durchweg Bastarde, gerade so, als ob man ein *Helodrilus*-exemplar mit einem *Lumbricus*-Individuum gekreuzt hätte, und die Eier scheinen also nicht von ihrer Nährmutter beeinflusst worden zu sein.

Die Frage nach der Entstehung der sekundären Geschlechtsmerkmale beschäftigt seit geraumer Zeit den Naturforscher mehr als irgendwelche andere Fragen. Speziell der Einfluß der innersekretorischen Tätigkeit der Keimdrüse auf die sekundären Sexualmerkmale wird mit vielem Fleiß untersucht. Harms und Steinach, letzterer seit langem tätig auf diesem Gebiete und einer der bekanntesten Forscher in Dingen der inneren Sekretion der Gonaden, haben im verflossenen Jahre bemerkenswerte Beiträge geliefert.

W. Harms benutzte als Objekt die nur dem brünstigen Froschmännchen eigene Daumenschwiele, die er von kastrierten Männchen des grünen Wasserfrosches nach Verlauf mehrerer Monate auf nicht kastrierte Wasserfrösche transplantierte, aber nicht auf den Daumen, sondern auf den Kopf. Hier zeigte nun die stark atrophiierte Kastratenschwiele schon nach 14 Tagen eine deutliche Vergrößerung und Annäherung an die Schwiele normaler Männchen. Da die übertragene Schwiele an dem für sie ganz abnormalen Orte keine Verbindung mit den für normale Daumenballen eigentümlichen peripheren Nerven haben kann, ja, nach so kurzer Zeit wohl überhaupt keine nervöse Verbindung zwischen Wirt und Transplantat bestehen dürfte, so müssen die Hormone der Hoden wohl direkt durch das Blut auf die Daumenballen wirken und deren Vergrößerung herbeiführen.

E. Steinach, der schon früher durch autoplastische Hodentransplantationen zeigte, daß es lediglich die im Hoden vorhandenen, sogenannten interstitiellen Zellen sind, welche für das Erscheinen der männlichen Sexualcharaktere verantwortlich sind, und sie deshalb „Pubertätsdrüse“ nannte, hat nun bewiesen, daß die männliche

Pubertätsdrüse nur männliche, die weibliche nur weibliche Sexualmerkmale im Wachstum fördert und daß man umgekehrt Männchen durch Kastration und gleichzeitige Ovarientransplantation geradezu in Weibchen umwandeln kann. Denn frühkastrierte Rattenmännchen mit überpflanztem Eierstock erhalten nicht, wie gewöhnliche Frühkastraten, einen infantilen Penis, sondern der Penis stellt sein Wachstum vollständig ein und wird dadurch ähnlich dem weiblichen Kitzler. Ja noch mehr, Brustwarze, Warzenhof und Brustdrüse ebenso behandelter Meerschweinchen-Männchen sind in bezug auf Form und Mächtigkeit von den gleichen Organen des Weibchens nicht zu unterscheiden. Gewicht, Größe, Körperform, Skelett und Behaarung gleichen vollkommen dem Weibchen und schließlich ist auch eine Umstimmung der Psyche zu konstatieren. Die durch das eingesetzte Ovar feminierte Ratte wird vom Männchen nicht wie der normale Kastrat ignoriert, sondern als Weibchen agnosziert und behandelt und sie benimmt sich gegenüber dem Männchen auch ähnlich den Weibchen, da sie sich wie dieses jagen läßt, wie dieses dabei den Schwanz dauernd hochträgt und auch durch eigenartige, abwehrende Bewegungen des Hinterbeines das Männchen an der Besprungung zu hindern versucht.

Von den Arbeiten über andere Organe mit innerer Sekretion können wir hier aus Platzmangel selbst der wichtigsten nur in aller Kürze gedenken. Mehrere Autoren haben wieder zur Erforschung der Ursachen der Basedowschen Krankheit (Schilddrüsenerkrankung) die Transplantation verwendet, so Bircher, der Thymusstücke nicht Basedow-kranker Menschen in Hunde transplantierte und, da er bei solchen Hunden Symptome des Morbus Basedowii auftreten sah, an einen Zusammenhang zwischen Funktion der Thymusdrüse und der Basedowschen Krankheit glaubt; ferner Baruch, der durch Implantation von Kröpfen (Injektion von Kropfbrei) nicht Basedow-kranker Menschen bei Hunden Basedow erzeugte und daher meint, Überfunktion der Thyreoidea (Schilddrüse) verursache diese Erkrankung, während Klose und Lampé, die echten Basedow nur nach Injektion der Thyreoidea Basedow-kranker auftreten sehen, umgekehrt degenerative Vorgänge in der Thyreoidea für die Krankheitsursache halten.

Halsted konnte zeigen, daß eine Nebenschilddrüse nur dann mit Erfolg einem Hunde autoplastisch transplantiert werden kann, wenn man ihm zuvor alle anderen Nebenschilddrüsen genommen hat, wodurch sie zu reger Funktion gebracht wird. Trotz ihrer Kleinheit (0,25 mm) vermochte sie während eines Jahres den ganzen Bedarf des Tieres zu decken, wie sich durch ihre Entfernung zeigte, durch die das Tier zu Tode kam.

Über Entstehungsursache und Wesen der Geschwülste (Tumoren) bestehen bloß Vermutungen und es ist daher begreiflich, daß man mit allem Eifer eine Klärung dieser Erscheinung anstrebt. Murphy und Roux implantierten winzige Hühnersarcomstückchen in Hühnerembryonen, nachdem sie zuvor eine kleine Öffnung in der Eischale angebracht hatten. Die Tumoren wuchsen nun auf den Embryonen viel schneller, als sie dies auf Erwachsenen tun, und selbst auf den Embryonen von Tauben und Enten, auf denen im erwachsenen Zustande Hühnersarcom gar nicht gedeiht, wurden die implantierten Tumorzellen zu Tumoren.

Bestimmte Arten von Krebsgeschwülsten, die zwar im Körper der weißen Ratte gut gedeihen, gehen zugrunde, wenn man sie in deren Hoden transplantiert. J. Levin konnte nun diese lokale Resistenz des Hodens durch Injektionen von Scharlach-R-Öl oder Äther aufheben. Die Tumoren wuchsen dann im Hoden, weil infolge der vorangegangenen Behandlung die Hodenschläuche, deren Stoffwechselprodukte sonst den Tumor

zerstören, zur Nekrose gebracht werden, während andererseits die interstitiellen Zellen wuchern und den Tumor ernähren. Wenn *Levin* so der Lösung der Aufgabe, das Tumorstück kausal zu erklären, näher kommt, indem er zwei dafür nötige Vorbedingungen aufzeigt und beweist, daß ihr Vorhandensein an ganz bestimmte Eigentümlichkeiten eines einzelnen Organes gebunden sein kann, so vermag *derselbe* Autor weiters die Abhängigkeit der Wachstumsart des Tumors von der Organstruktur wahrscheinlich zu machen. Unter die Haut transplantierte Tumoren nehmen niemals einen bösartigen Charakter an, in die Leber der Ratte transplantierte Tumorstücke wachsen jedoch in einer solchen Weise, daß sie das Tier töten.

Bemerkenswert ist es, daß die transplantierten Tumoren sowohl dem Einflusse des Gesamtorganismus unterworfen sind, wie die schon früher zitierte Arbeit von *Joannovics* zeigt, als auch von dem Zustande einzelner Organe in ihrem Wachstum abhängen. Denn nach *Goldmann* kann man die Tumoren schädigen, wenn man die Leber ihres Trägers durch Ehrlichsches Icterogen schädigt.

Wie ganz verschieden das Wachstum normaler Gewebe und das von Tumorzellen ist, sieht man aus *Crasters* Experimenten. Denn wenn man ein Stück normaler Rattenhaut unter die Haut einer Ratte transplantiert und es nach längerem Verweilen daselbst immer wieder in eine andere Ratte transplantiert, so wächst es nicht etwa besser, so, wie die Zellen eines Tumorstückes bei dem gleichen Verfahren tun, sondern es degeneriert immer mehr und mehr und wird schließlich absorbiert, gerade so, als wäre es konstant nur in einem Wirt geblieben.

II. Explantation.

Wie bereits erwähnt, versteht man unter Explantation die Transplantation kleiner Gewebestückchen auf außerhalb des Organismus befindliche Kulturmedien, in denen die Zellen gezüchtet werden. Wenngleich einzelne Forscher schon seit längerem dieser Methode bedienen, hat sie größere Verbreitung doch erst 1911 erlangt und erst 1912 haben sich eine größere Zahl von Forschern auf das Studium des Wachstums explantierter Zellen geworfen; die Früchte ihres Fleißes sind nicht ausgeblieben. Die beste Einleitung zu diesem Abschnitte wird es vielleicht sein, wenn ich *Harrisons* Meinung über die neue Methode wiedergebe. Nicht die Möglichkeit, Zellen des Organismus ähnlich wie Bakterien zu züchten zu können, ist der Fortschritt, den die Explantation gebracht hat, das Große dieser Methode liegt vielmehr darin, jene Zelltätigkeiten, die das formende Gestaltungsgeschehen konstituieren, an den Zellen unabhängig vom Einflusse des Gesamtorganismus betrachten und die Bedingungen studieren zu können, die sie beeinflussen. Wohl hat *O. Hertwig* recht, wenn er den Unterschied zwischen einer Bakterienkultur und einer Kultur von explantierten Zellen als ebenso groß bezeichnet, wie den zwischen Normal und Abnormal und vor einer direkten Übertragung der Vorgänge in einem Explantat auf das Geschehen im Organismus warnt. Aber wer könnte *Harrison* seine Zustimmung versagen, wenn er darauf hinweist, daß es gerade durch sorgfältigen und ständigen Vergleich der Explantate mit den normalen Verhältnissen in unserer Hand liegt, bei genügend großer Zahl von Experimenten herauszufinden, was daran normal, was abnormal ist. Unschätzbar ist der Vorteil dieser neuen Methode, Zellen des Organismus isoliert zu beobachten, was bisher nur bei Einzelligen und Eizellen gelang. Dies ermöglicht ein eingehendes Studium der verschiedenen inneren und äußeren Faktoren der Entwicklung, ein Studium von Wachstum, Bewegung und Differenzierung.

Die Bewegung der explantierten Zellen zeigt eine überraschende Ähnlichkeit mit bekannten Vorgängen im Organismus, wie Mesenchymwanderung und Wundheilung. Z. B. erinnert die Art, wie die Zellen im Medium liegende Spinnwebfäden umhüllen, ganz an den Vorgang, der im Organismus zur zelligen Umkleidung von Nervenfasern, Blutgefäßen und Sehnen führen muß. Dasselbe gilt für die Erscheinung, daß stützende Fremdkörper in den Medien einen richtenden Einfluß auf das Zellwachstum ausüben, wie dies durchaus in derselben Weise im Organismus der Fall ist (siehe hierzu *Brandt*, S. 1090 in diesem Referat).

Zunächst geht natürlich noch viel Energie verloren mit dem Suchen nach geeigneten Methoden. *Carrel* teilte jetzt eine solche mit, welche die Kultur größerer Gewebemengen gestattet. Auf einer sterilisierten, runden Glasplatte von 110 bis 150 mm Durchmesser werden die Gewebestücke, mit Freilassung eines größeren Randes, verteilt und es wird dann das Medium (z. B. Blutplasma) darüber ausgegossen. Ist letzteres geronnen, so dreht man die Platte um und setzt sie als Deckel auf eine Glasschale, deren Rand mit Vaseline bestrichen ist, um das Eindringen nicht bakterienfreier Luft zu verhindern. An der Peripherie der Schale läuft eine wassergefüllte Rinne zur Feuchthaltung des Behälters, den Raum innen davon nimmt eine muldenförmige Einsenkung ein, die die abtropfenden Reste des sich allmählich verflüssigenden Plasmas aufzufangen hat. Der Deckel hat zwei Löcher, die bei entsprechender Drehung eine Durchlüftung der Kultur zwecks Sauerstoffzufuhr gestatten. Von Zeit zu Zeit braucht die Kultur neue Nahrung. Um dieselbe zu beschaffen, hat man die Gewebestücke nicht direkt auf die Platte, sondern auf einen Seidenschleier gelegt, der in einem am Deckel zu befestigenden Rahmen ausgespannt ist. Man legt ihn samt der Kultur auf ein bis zwei Stunden in Ringersche Lösung (eine ähnlich den Körpersäften zusammengesetzte Salzlösung) und übergießt die Kultur, nachdem sie dort von ihren Stoffwechselprodukten befreit wurde, mit frischem Medium.

Auf diese Weise, mittels häufiger Waschungen des auf dem Schleier liegenden Gewebestückes und Erneuerung des Mediums ist es *Carrel* bereits geglückt, Zellkulturen vom Bindegewebe aus den verschiedensten Organen des Hühnerembryos bis zu drei Monaten lebend zu erhalten. Da die Zellen nach jeder Waschung sofort rege von der ganzen Peripherie des Stückes aus ins neue Medium einwachsen, so entstehen dadurch jahresringähnliche Zellkränze um das Stück. Die Zellen wachsen ohne Unterlaß und um so besser, je älter die Kultur. Sie scheinen sich allmählich an ihre neuen Lebensbedingungen anzupassen. Daß sie auch in dieser Zeit funktionsfähig bleiben, beweist ein kleines Fragment aus dem Herzen eines 18tägigen Hühnerembryos, das im Beginne des dritten Monates seiner Explantation noch pulsierte. Es scheint also prinzipiell gar nicht unmöglich, durch ständige Entfernung der Dissimilationsprodukte den Zellen ein unbegrenztes Leben zu sichern, sie vor dem Tode zu schützen.

Auf diesen Punkt, die fortwährende Erneuerung der Nahrung, muß daher das ganze Augenmerk gerichtet werden. *Burrows* hat infolgedessen einen Apparat konstruiert, der den Gewebestücken mittels eines Baumwolldohtes immer frisches Medium zuführt und auf demselben Wege das durch die Dissimilation verschlechterte Medium abtransportiert.

Es handelt sich jetzt natürlich noch darum, jene Medien zu finden, die sich am meisten für die Ernährung der Gewebe eignen. Dieser Aufgabe hat sich *Ingebrigsten* unterzogen, welcher die Wachstumsintensität verschiedener Gewebe (Milz, Knochenmark,

Hypophyse und Thyreoidea erwachsener Katzen, Kaninchen und Meerschweinchen, Leber und Haut von Hühnerembryonen) auf verschiedenen Medien untersuchte. Im allgemeinen wachsen die Gewebe besser in Medien, die aus dem Körper desselben Individuums (autogen) bereitet werden, aus dem auch die betreffenden Gewebe stammen, oder wenigstens aus Individuen derselben Spezies (homogen); heterogene, aus fremden Tierarten bereitete Medien eignen sich weniger zur Kultur. Das Wachstum ist intensiver in Blutplasma als in Serum oder Serum plus Agar, auf welchen nur embryonale Gewebe wachsen. In Salzlösungen findet überhaupt kein Wachstum statt, sie wirken nur konservierend auf die Gewebe. Auto- und homogene Sera werden durch Erhitzen auf 52—53° C. verschlechtert, heterogene verbessert. Bezüglich des Verhältnisses zwischen Wachstumsenergie und Verwandtschaftsgrad (autogen, homogen, heterogen) verweise ich auf die vollständige Übereinstimmung der Gewebekulturen mit echten Transplantaten (Auto-, Homo- und Heteroplastik) und bitte den Leser, diesbezüglich die Angaben S. 1089 dieses Referates (G. Schöne) zu vergleichen.

Wir wenden uns jetzt den verschiedenen Experimenten zu, die über das Verhalten der isolierten Gewebe selbst berichten und fassen dabei die zahlreichen und auffälligen Ähnlichkeiten mit dem normalen Organismus besonders ins Auge. W. H. Lewis und M. R. Lewis beobachteten das Auswachsen von Nervenfasern aus den Zellen der sympathischen Nervenganglien in Darmstückchen von Hühnerembryonen. 10 bis 20 Stunden nach Explantation beginnen die Nervenzellen ihre Fasern in das umgebende Medium auszusenden; die Fasern, deren Wachstum man direkt unter dem Mikroskop beobachten kann, wachsen mit einer Schnelligkeit von 0,0005 bis 0,001 mm per Minute und können über 1 mm lang werden. Die sich verzweigenden Fasern können zahlreiche Verbindungen miteinander eingehen und lassen deutlich in ihrem Innern die Nervenfibrillen erkennen. An ihrem Ende zeigen sie die amöboiden Nervenendigungen und entlang ihres ganzen Verlaufes, ganz wie im normalen Organismus, knötchenförmige Anschwellungen. Wohl das Interessanteste ist es, daß kurz vor dem eigentlichen Ende vom Hauptstamm der Fasern zahlreiche feinste laterale Fäserchen ausgestreckt werden. Hier ist es nun Lewis gelungen, den winzigen Mikroorganismus, die Nervenzelle, als eines der wichtigsten Elemente in den lebenden Körpern, bei ihrer Tätigkeit zu beobachten. Es sprossen nämlich nicht nur ständig neue Seitenästchen aus dem Nervenende hervor, sondern es werden auch die alten kontinuierlich wieder eingezogen. Der ganze Vorgang, das Auswachsen der Faser und das fortwährende Aussenden und Einziehen von Seitenästchen an ihrem Ende, ist der Ausdruck des Suchens nach einem festen Punkte, des Ab tastens der Umgebung. Wenn durch Lewis' Versuche somit die Tatsache bestätigt wird, daß die Entstehung der Fasern im Kulturmedium durch direktes Auswachsen aus der Zelle geschieht und der schon früher auf eben dieser Erscheinung aufgebaute Schluß, es entstünden im Körper die Nervenbahnen in derselben Weise, gestützt wird, so vermittelt uns Lewis nunmehr auch das Verständnis für den Vorgang, wie die Nervenfasern die Endorgane, also die Muskeln, Drüsen und Sinneszellen, aufzufinden vermag. Nicht chemotaktische Reizwirkungen sind dabei im Spiele, sondern ganz von selbst muß die Faser mit ihrem tastenden Ende resp. mit den von diesem ausgesandten Fortsätzen auf diese Endorgane stoßen, ebenso, wie sie natürlich auch auf andere Elemente des embryonalen Körpers stoßen wird. Der Unterschied ist nur der, daß das Endorgan durch die Berührung gereizt wird und den einmal

gefaßten Nervenfortsatz nicht mehr losläßt; die anderen Zellen tun dies nicht, und es können sich die Nervenästchen, auch wenn sie an eine solche Zelle angestoßen sind, wieder zurückziehen und ausweichen.

Durch ganz ähnliche Beobachtungen an explantierten Stückchen von Rückenmark und verlängertem Mark gelingt es denselben Autoren, eine sehr anschauliche Vorstellung der Vorgänge zu geben, wie sie beim Einschlafen, ferner bei der Entstehung von Reflex- und Cerebrationsbahnen obwalten könnten.

Von Interesse sind ferner die Beobachtungen von Marinesco und Minea, die Spinalganglien von Katzen und Kaninchen explantierten. Nicht nur wachsen die Bindegewebezellen von der ganzen Peripherie aus strahlenförmig ins umgebende Plasma hinein, sondern auch die auswachsenden Nervenzellen bilden durch ihre viel verzweigten Fasern einen wahren Nervenplexus rings um das Gewebestück. Viele von diesen Fasern benutzen die Bindegewebezellen als Stütze bei ihrem Wachstum und sind dann viel feiner und regelmäßiger geformt als die nicht gestützten.

Da von mancher Seite noch bezweifelt wurde, daß es sich in den Explantaten um wirkliches Zellwachstum handelt, hat nun A. Oppel gezeigt, daß die im Blutplasma bei Körpertemperatur gezüchteten Gewebe tatsächlich deutliche Vermehrung der Kernteilungsfiguren aufweisen. Es muß also eine Zellvermehrung durch Teilung stattfinden und die Ausdehnung der Gewebestücke wirklich auf einem echten, aktiven Zellwachstum beruhen.

Oppel konnte dann weitere wichtige Aufschlüsse über das Verhältnis von Zellteilung und Zellbewegung geben. Bringt man zur Hälfte ihres Epithels beraubte Hornhautstücke von Katzenaugen in Blutplasma, so wird die epithelfreie Fläche der Hornhaut binnen 24 Stunden mit neuem Epithel bedeckt, indem sich die Epithelzellen des benachbarten, noch mit Epithel bedeckten Hornhautstückes in geschlossenem Zuge mit einer Schnelligkeit von 0,5 mm pro Stunde über die epithelfreie Strecke hinbewegen. Diese Bewegung, die sich unter dem Mikroskop beobachten läßt, ist eine aktive, nicht durch passives Fortschieben der Zellen verursachte und beginnt längst, bevor noch Mitosen sichtbar werden. Der ganze Vorgang hat eine auffallende Ähnlichkeit mit Reparations- und Wundheilungsvorgängen, und es ist daher berechtigt, anzunehmen, daß auch in diesem zeitlichen Verhältnis von Zellbewegung und Zellteilung Übereinstimmung bestehen wird mit normalen Vorgängen im Körper. Während man bisher oft geneigt war, die Fortbewegung von Epithelien über bestimmte Gewebeflächen hin nur als eine Folge von rascher Zellvermehrung an einem umschriebenen Orte und somit als passives Fortschieben durch die von diesem Orte nachdrängenden Zellmassen zu betrachten, muß Oppel auf Grund seiner Beobachtungen umgekehrt annehmen, daß die Zellbewegung, als aktive Bewegung, das Primäre ist und daß als Folge dieses Abtransportes von Zellmassen sekundär die Zellteilung beginnt.

Auch L. Loeb, der die weitgehende Übereinstimmung zwischen echten Transplantaten und Explantaten hervorhebt, bezeichnet die Zellbewegung in den Kulturen als eine aktive und weist auf den oben bereits mehrfach erwähnten Umstand hin, daß die Zellen sichtlich das Streben an den Tag legen, sich bei ihren Bewegungen verschiedener Körper (Fibrinfäden, Deckelglasfläche) als Stütze zu bedienen. Die Beziehung zwischen dieser Eigenschaft der Zelle und ihrer Fähigkeit, Fremdkörper durch die sogenannte „Phagocytose“ in sich aufzunehmen, scheint ihm offensichtlich.

Ähnliches berichtet Lambert über die Entstehung der Riesenzellen, großer, meist mehrkerniger Zellen, denen

im Organismus die Rolle der Phagozytose zufällt. In den Deckglaskulturen entstehen sie immer da, wo Berührungsräume vorhanden sind; sie entstehen in der Berührungsoberfläche zwischen dem Gewebestück und dem Deckglas als große, abgeplattete, 10—100kernige Zellen und bilden sich durch Verschmelzung mehrerer Zellen in der Umgebung von ins Medium gestreuten Lycopodiumsporen. Wenn auch die morphologische Beschaffenheit der explantierten Zellen von mechanischen Faktoren abhängt und die Länge des Zellebens von biologischen Eigentümlichkeiten der Kulturmedien, so wirkt doch auch in weitestem Maße die Zugehörigkeit des Explantates zur Spezies, zur Gewebeart und zum Organ, dem es entstammt, bestimmend auf den morphologischen Charakter der Zellen. Denn während z. B. das strahlenförmig auswachsende Bindegewebe niemals Wachstum in zusammenhängenden Schichten zeigt, ist dies die Regel in Organen mit epithelialen Elementen (Haut, Darm).

Wie im normalen Organismus, so können die Zellen auch in den verschiedenen Nährmedien Membranen bilden. Das haben M. R. Lewis und W. H. Lewis an in Salzlösungen wachsenden Organen von Hühnerembryonen konstatiert.

Ebenso wie im normalen Organismus bewirkt Aufgeben der Funktion eine Entdifferenzierung der Organe. Aus den Nierenkanälchen eines explantierten Wolfschen Körpers vom Hühnerembryo sah Champy neue Kanälchen hervorsprossen, die aber im Gegensatz zu den alten indifferenten Epithelröhrchen repräsentieren. Schließlich vermischen sich Epithel- und Bindegewebezellen und an Stelle der Röhrchen bleibt ein ganz indifferentes Gewebe.

Unter Anwendung geeigneter Methoden konnte Carrel sogar als weitere Analogie zwischen Normal und Abnormal in den Kulturen Antikörper produzieren.

Wenn es A. Carrel durch Isolierung aus bereits an die neuen Lebensbedingungen angepaßten und daher resistenteren 60 bis 70 Tage alten Gewebekulturen gelungen ist, reine Zellstämme, aus nur einer einzigen Zellart bestehend zu züchten und dieselben bis nahezu 3½ Monate unabhängig vom Gesamtorganismus am Leben zu erhalten, so haben andererseits Whorter und Whipple gezeigt, daß man sogar ganze Hühnerembryonen, abgehoben vom Dotter und aus dem Ei herausgenommen, lebend erhalten und den Gang ihrer Entwicklung unter dem Mikroskop verfolgen kann, wenn man sie bei 38° C. auf Blutplasma des erwachsenen Huhnes transplantiert. Wer sich eine Vorstellung davon machen will, welch komplizierter und kostspieliger Apparat es bedarf, um auf Erfolg rechnen zu können, dem rate ich, die dieser Arbeit beigegebene Abbildung eines Brutofens nachzusehen, der es den beiden Forschern ermöglichte, die Kulturen zu mikroskopieren, zu zeichnen und bei hitzefiltriertem Lichte zu photographieren, ohne sie aus dem Ofen herauszunehmen und ihre Entwicklung durch Temperaturniedrigung stören zu müssen.

Haben wir im vorangehenden Abschnitt eine Methode kennen gelernt, die uns einen Begriff gibt von dem bedeutenden Aufwand an Scharfsinn, Fleiß und Geduld aller derer, die mit Hingabe ihrer ganzen Kraft an dem Ausbau und der Vervollkommnung der Explantation arbeiten, eine Methode, die, wenn sie auch noch verhältnismäßig jung ist und so viele Opfer an Zeit und wohl auch Geld erfordert, daß leider für manchen die Absicht, selbst tätig mitzuarbeiten, vorläufig bloß ein frommer Wunsch bleiben muß, dennoch schon manchen Schritt weiter geführt hat und uns eine weitaus vollkommenere wissenschaftliche Beherrschung der lebenden Natur verspricht, als dies bisher möglich war, so wenden

wir uns jetzt einem Gebiete zu, wo es nicht minder schöpferischer Erfindungskraft und rühriger Emsigkeit, gepaart mit Entschlossenheit und dem Bewußtsein höchster Verantwortlichkeit bedarf, um ans Ziel zu gelangen. Menschen von Not und Leiden befreit zu haben, ist der hohe Lohn, der hier winkt.

Literaturverzeichnis.

- Arnsperger, L., und N. Kimura: Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 119, p. 345; Axhausen, G.: Arch. f. klin. Chir., Bd. 99, p. 1; Baruch, M.: Zentralbl. f. Chir., Bd. 39, I, p. 316; Bircher, E.: Zentralbl. f. Chir., Bd. 39, I, p. 138; Brandt, R.: Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 119, p. 1; Burrows, M. T.: Anatom. Record, Bd. 6, p. 141; Carrel, A.: Journ. experim. Med., Bd. 15, p. 389; derselbe: Journ. experim. Med., Bd. 15, p. 393; derselbe: Journ. experim. Med., Bd. 15, p. 516; derselbe: Journ. of experim. Med., Bd. 15, p. 287; derselbe: Journ. experim. Med., Bd. 16, p. 165; Champy, Ch.: Comptes rend. soc. biol., Bd. 72, p. 987; Craster, C. V.: Journ. experim. Med., Bd. 16, p. 493; Goldfarb, A. J.: Proceed. Soc. experim. Biol. and Med., Bd. 9, p. 37; Goldmann, E. E.: Zentralbl. f. Chir., Bd. 39, I, p. 6; Halsted, W. S.: Journ. experim. Med., Bd. 15, p. 205; Harms, W.: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 34, p. 90; derselbe: Zool. Anz., Bd. 39, p. 145; Harrison, G. R.: Anatom. Record, Bd. 6, p. 181; Hertwig, O.: Arch. f. mikr. Anat., Bd. 79, II, p. 113; Ingebrigtsen, R.: Journ. experim. Med., Bd. 16, p. 169; derselbe: Journ. experim. Med., Bd. 16, p. 421; derselbe: Journ. experim. Med., Bd. 15, p. 397; Joannovics, G.: Wiener klin. Wochenschr., 1912, p. 37; Klose, H., und A. E. Lampé: Zentralbl. f. Chir., Bd. 39, I, p. 641; Kurz, O.: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 34, p. 588; Lambert, R. A.: Anatom. Record, Bd. 6, p. 91; derselbe: Journ. of experim. Med., Bd. 15, p. 510; Levin, J.: Journ. experim. Med., Bd. 15, p. 163; derselbe: Journ. experim. Med., Bd. 16, p. 155; Lewis, W. H., and M. R. Lewis: Anatom. Record, Bd. 6, p. 7; dieselben: Anatom. Record, Bd. 6, p. 207; dieselben: Anatom. Record, Bd. 6, p. 195; Loch, L.: Anatom. Record, Bd. 6, p. 109; Marinesco, G., et J. Minea: Anatom. Anz., Bd. 42, p. 161; Meyns, R.: Arch. f. mikr. Anat., Bd. 79, II, p. 148; Murphy, J. B., and P. Roux: Journ. experim. Med., Bd. 15, p. 119; Oppel, A.: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 34, p. 132; derselbe: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 35, p. 371; Rehn, E., und Wakabayashi: Arch. f. klin. Chir., Bd. 97, p. 1; Schaack, W.: Arch. f. klin. Chir., Bd. 97, p. 700; Schepelmann, E.: Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 115, p. 459; Schöne, G.: Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation. Berlin, J. Springer, 1912; Schultz, W.: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 35, p. 484; Šečerov, S.: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 33, p. 716; Steinach, E.: Pflügers Arch., Bd. 144, p. 71; Sumita, M.: Arch. f. klin. Chir., Bd. 99, p. 755; Uhlenhuth, E.: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 33, p. 723; derselbe: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 36, p. 211, 1913; Whorter, J. E. Mc., and A. O. Whipple: Anatom. Record, Bd. 6, p. 121.

Einige Experimente zum Studium der Frostwirkungen auf die Obstbäume.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Paul Sorauer,
Berlin-Schöneberg.

(Schluß.)

Nach der experimentellen Feststellung der Tatsache, daß auch relativ geringe Kältegrade an den Obstbaumzweigen Rindenrisse erzeugen können, lag es nahe, zu untersuchen, ob sich bei der Häufigkeit der Frühjahrsfröste öfter vernarbte Rindenrisse auffinden lassen. Bei diesen Untersuchungen ergab sich zweierlei: solche Rißstellen sind meist auf bestimmte Sorten und auch auf gewisse Zweigstellen

beschränkt. Betreffs der letzteren Eigentümlichkeit sei bemerkt, daß die häufigsten Rißstellen an den sogenannten Augenpolstern auftreten, d. h. an den verdickten Stellen der einzelnen Zweigglieder, welche dicht unter einem Auge (Knospe) liegen. Hier zeigt aber die Untersuchung, daß der Bau des Zweiges an dieser Stelle ein lockererer ist als an den Stellen, welche weiter entfernt vom Auge sich befinden.

Der zweite Punkt, nämlich daß besondere Sorten stärker heimgesucht werden als andere, bringt die Vermutung mit sich, daß es gewisse Kultursorten gibt, die ganz besonders frostempfindlich unter sonst gleichen Verhältnissen sich erweisen. In

hauptsächlich darauf gerichtet sein, bei der Kulturpflanze die Geneigtheit zur Pilzerkrankung zu beseitigen.

Daß diese Forderung eine allgemein gültige ist, geht aus der Tatsache hervor, daß bei den meisten parasitären Erkrankungen unserer Kulturpflanzen festgestellt worden ist, daß einzelne Sorten besonders empfänglich und andere fast immun sind.

Das zweite Ergebnis unserer künstlichen Erfrierungsversuche war die Tatsache, daß bei Birnen einige Augen gelitten hatten. Wir übergehen hier wiederum die Darstellung der anatomischen Verhältnisse, um nur hervorzuheben, daß die frostbeschädigten Zweige im Sommer bleichgelbes Laub

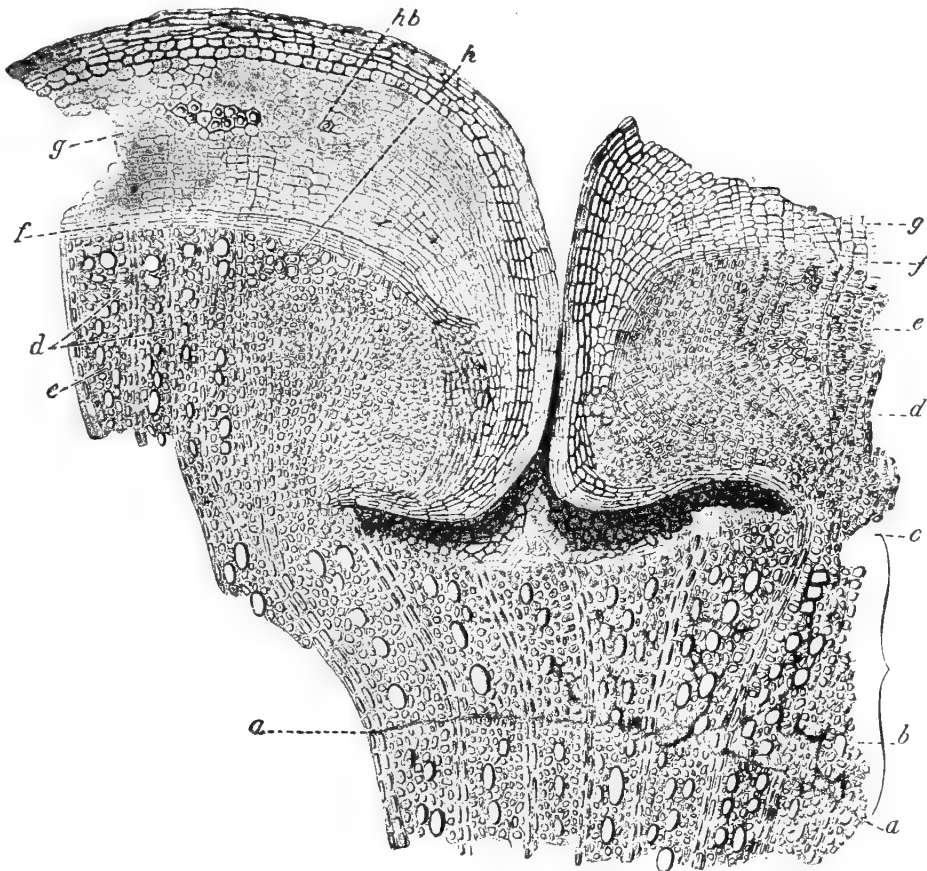


Fig. 5.

diesem Falle könnten dann auch die Pilzansiedlungen derartige Sorten bevorzugen, und es dürfte nicht wundernehmen, wenn man die Erfahrung machte, daß der Nectria-Krebs sich auf spezielle Sorten zu beschränken pflegt. Dies ist nun tatsächlich durch die Erfahrung festgestellt, so daß der Obstzüchter direkt von „krebssüchtigen Sorten“ spricht.

Diese Erfahrung weist darauf hin, daß zum Zustandekommen des Pilzkrebesses nicht die Anwesenheit des Parasiten allein gehört — tatsächlich findet sich die hier in Frage kommende Nectria weit verbreitet, ohne daß sie Krebsgeschwülste hervorruft —, sondern daß eine Disposition des Individuums dazu gehört. Wenn dies aber der Fall ist, dann dürfen sich unsere Kulturbestrebungen nicht auf die Abhaltung des Parasiten beschränken, sondern müssen

entwickelten, während der übrige Baum Blätter in natürlicher dunkelgrüner Färbung produziert hatte. Damit war festgestellt, daß eine der Ursachen für die weitverbreitete Erscheinung der Bleichsucht der Birnbäume im Frost, und zwar in einem Spätfrost zu suchen ist. Wir betonen „eine“ der Ursachen, denn es gibt deren noch viele andere. Jede Ernährungsstörung, welche die Zusammensetzung des Chlorophyllkorns, des assimilierenden Apparates der Pflanze beeinflusst, wird gelbe Blätter erzeugen können. Der Grund, weswegen wir gerade diesen Fall hervorheben, ist, daß man bisher den Frost als Ursache der Bleichsucht noch nicht nachgewiesen hatte, also alle möglichen Ursachen vermutete und die verschiedensten Heilmittel versuchte, die natürlich versagten.

Wir begnügen uns vorläufig mit dem Hinweis auf diese beiden Folgen der Frostbeschädigung, nämlich die Entstehung von Rindenrissen und die Einleitung von Gelbblaugigkeit oder Bleichsucht. Wir hegen dabei die Hoffnung, daß derjenige Leser, der sich der praktischen Baumpflege zuwendet, nunmehr bei auftretenden Erkrankungen in erster Linie sich fragen wird: „kann die Ursache in Frostbeschädigungen liegen?“ Viel mehr als wir bisher glaubten, haben unsere neueren Untersuchungen den Frost in seinen verschiedenen Wirkungsweisen als Ursache von Erkrankungen nachgewiesen. Das Absterben der Organe, das uns nach Frühlingsfrösten so oft und schnell vor Augen tritt, ist eben nicht die einzige, ja oft nicht einmal die bedeutsamste Folge der Kältewirkung, sondern es sind die inneren Gewebeverletzungen, die Beschädigungen im Leitungssystem, die äußerlich gar nicht bemerkbar sind. Sie veranlassen Störungen, die langsam und verspätet in die Erscheinung treten und in Formen auftreten, bei denen man nicht mehr an Frostfolgen denkt. Man wendet sich dann zur Bekämpfung der Symptome, und zwar zur erfolglosen, anstatt nach der eigentlichen Ursache zu forschen und diese zu bekämpfen oder vielmehr für die Zukunft zu vermeiden suchen.

Nun wird der Leser fragen: „Lassen sich denn Frostschäden bei der Obstkultur vermeiden? Man hat doch keinerlei Einfluß auf den Gang einer Kältewelle, die plötzlich in einer Frühlingsnacht hereinbricht.“ Das ist wohl richtig; aber man kann Einfluß auf die Wirkung des Frühlingsfrosts gewinnen und dessen Beschädigungen abschwächen. Erinnerung sei nur an die Räucherung der Weinberge in Süddeutschland. Durch die Erzeugung dicker Rauchwolken, die bei Eintritt eines Spätfrosts von den Winzern erzeugt werden und sich wie eine Decke über die Weinberge wälzen, wird die gefährliche Abkühlung der einzelnen Stöcke mit ihren jungen saftigen Trieben vermieden. Aber außer dergleichen direkten Schutzmitteln gibt es auch indirekte, nämlich Vorbeugungsmaßregeln, die speziell bei der Baumzucht in Betracht zu ziehen sind. Diese liegen in der Anzucht und Pflege der Bäume. Der jetzigen Kulturrichtung entsprechend, sind alle Züchter, namentlich aber die Gartenliebhaber bestrebt, möglichst große und saftige Früchte zu erzielen. Sie bedienen sich dabei der bekannten Hilfsmittel: Düngung und Kulturschnitt.

Die Düngemittel, namentlich die stickstoffhaltigen, bedingen bei reichlicher Bewässerung eine schnelle Gewebevermehrung und Zellstreckung. Die Folge davon ist, daß die Früchte nicht nur größer, sondern auch zarter und saftiger werden. Die größere Zartheit beruht auf der Dünnwandigkeit der Zellen und der Lockerheit des Gewebes. Was aber der Frucht zum Vorteil gereicht, kann zum Verhängnis für die Zweige werden. Denn die beschleunigte und vermehrte Zellbildung in einem Zweige tut sich dadurch kund, daß die einzelnen Zellen keine so starken Wandungen ausbilden, ja sogar, daß die langgestreckten festen Holzfasern in kurzes, weitleumiges, stärkeführendes, dem Rindengewebe ähnliches Parenchym übergehen. Die

Zweige werden dadurch kürzer, dicker und weicher. Solche Zweigveränderungen vollziehen sich allerdings in der normalen Entwicklung eines jeden Baumes in einem gewissen Alter bei der Umwandlung der Laubtriebe in Fruchtholz. Alle Fruchtriebe werden kürzer und dicker wie die Laubtriebe und enthalten weit reichlicher Reservestoffe (Stärke) gespeichert. Aber bei der normalen Ausbildung bleibt auch im Fruchtholz der Zweigcharakter, nämlich die Ausbildung eines geschlossenen Holzringes erhalten. Bei den durch sehr starke Düngung überreizten Bäumen aber kommt stellenweise ein geschlossener normaler Holzring nicht mehr zur vollständigen Ausbildung, sondern es schieben sich zwischen das Holz einzelne Keile von rindenähnlichem Parenchym. Diese Umwandlung von Holz in lockeres Parenchym kann eine derartige Intensität erreichen, daß die Fruchtriebe im Laufe des Sommers platzen und eine mehligte Zellmasse hervortreten lassen.

Es kommt also für alle Fälle mit der üppigeren Fruchtbildung eine Lockerung im Zweigbau zustande: *die Bäume werden verweichlicht.*

Der moderne Baumschnitt führt zu ähnlichen Resultaten. Bei ungestörtem Wachstum eines Obstbaumes entwickelt derselbe in den ersten Jahren nur Laubtriebe. Es sind dies langgliedrige kräftige Zweige mit schnellem Spitzenwachstum und üppigen Blättern. Wenn man aber solchen Laubtrieb betrachtet, findet man, daß die Blätter ungleich groß sind. An der Basis des Zweiges sind die Blätter kleiner und enger beieinander stehend; je mehr man sich der Spitze nähert, desto größer werden die einzelnen Blätter und desto länger werden die Zweiglieder zwischen ihnen. So wie die Ausbildung der Blätter ist, entwickeln sich auch die Knospen in einer jeden Blattachsel. Wir haben also an jedem normalen Obstbaumzweige gänzlich verschiedene Knospen, die sich auch entsprechend verschieden entwickeln. Je kräftiger eine Knospe ausgebildet und je höher sie am Zweige steht, desto leichter und kräftiger wächst sie zu einem neuen Zweige aus. Daher sehen wir die normale Verästelung bei unseren Obstbäumen nicht von der Zweigbasis, sondern von dem oberen Teile der Zweige ausgehen; die unteren schwächlichen Augen treiben gar nicht aus. Natürlich beansprucht jedes Auge (Knospe) bei dem Austreiben die Reservestoffe, die im Zweige gespeichert sind und von den bisherigen Blättern durch den Einfluß des Sonnenlichtes erarbeitet worden waren. So führt ein jeder Laubzweig eigentlich zunächst ein Leben für sich: seine sich entfaltenden Blätter produzieren Stärke und legen diese Reservestärke im Markkörper und in der Rinde nieder, bis dieselbe wieder mobilisiert und zum Spitzenwachstum des Zweiges verbraucht wird. Wenn man nun einem solchen im Wachstum begriffenen Zweige die Spitze wegnimmt, muß er sein Spitzenwachstum einstellen und die gespeicherten Reservestoffe kommen alsdann den stehengebliebenen Seitenaugen zugute. Diese schwellen infolgedessen an, verlängern sich vielleicht auch zu einem Seitentriebe, der aber bei der sommerlichen trocknen Witterung kurz (gestaucht) bleibt, aber sich ver-

dickt. Diese „Stauchlinge“ bilden allmählich sich zum Fruchtholz aus. Während nun die natürliche Fruchtholzbildung erst beginnt, wenn der Baum älter wird und nicht mehr so kräftig und unausgesetzt an den Zweigspitzen weiter wächst, vermag der Kulturschnitt die Fruchtholzbildung zu beschleunigen, indem er an einem bestimmten Zeitpunkt die Zweigspitzen künstlich entfernt (Pincement). Fortgesetztes Entspitzen der Triebe veranlaßt somit eine frühere Fruchtbarkeit, aber auf Kosten des Ausbaues des gesamten Holzgerüsts, d. h. die Bäume werden *geschwächt und kurzlebig*. Diese geschwächten, weil stellenweise ungenügend verholzten Bäume sind frostempfindlicher.

Wir haben somit zwei Ursachen kennen gelernt, wodurch die Bäume weniger widerstandsfähig gegen die Kältewirkung werden, und verstehen nun die Tatsache, daß eine bestimmte Obstsorte als Hochstamm frostwiderstandsfähig sich erweist, während sie als Spalierbaum, der dem Pincement unterworfen wird, Frostschäden aufweist. Denken wir nun daran, daß unsere Versuche eine ganze Reihe von inneren Knospen- und Zweigbeschädigungen nachgewiesen haben, die äußerlich nicht bemerkbar, sich bei dem späteren Wachstum der Zweige in mannigfachen Nachwirkungen äußern, so werden wir in Zukunft diesen Schäden und überhaupt der Frostfrage eine viel größere Aufmerksamkeit schenken müssen, und darauf hinzuweisen, ist der Zweck dieser Zeilen.

Die neuesten Dinosaurierfunde in der schwäbischen Trias¹⁾.

Von Prof. Dr. E. Fraas, Stuttgart.

Seit dem Erscheinen der großen Monographie von F. v. Huene über die Dinosaurier der europäischen Triasformation (Geol. und Paläontol. Abh. von Koken, Suppl.-Bd. I), in welcher das damals vorhandene ganze Material zusammengestellt und kritisch bearbeitet wurde, haben sich die Funde von Triasdinosauriern in Deutschland so gehäuft, daß das Material an Menge sich mehr als verdoppelt hat und dabei in Beziehung auf Erhaltung das Alte weitaus übertrifft. In erster Linie steht die geradezu erstaunliche Fülle von Dinosaurierresten, welche Jäkel in Halberstadt gemacht hat, und über welche wir demnächst eine Zusammenstellung erwarten dürfen. In Württemberg konnte Huene selbst einige wichtige neue Funde aus dem Stubensandstein und den Knollenmergeln verzeichnen, aber noch viel bedeutender sind die Funde, welche meinem Museum in Stuttgart zukamen und auf welche ich näher einzugehen habe.

Eine große Menge stammt aus dem *Stubensandstein vom Stromberg bei Pfaffenhofen* und besteht in einer großen Anzahl teils loser, teils zusammenhängender Skeletteile, ja selbst ganzer Skelette von Dinosauriern, zu welchen sich noch Überreste von Semionoten, Labyrinthodonten und Plesiosauriern gesellten, so daß sich das Gesamtbild der Vertebratenfauna überaus vielseitig gestaltet.

Das Plateau des Stromberges wird von Knollenmergeln gebildet, auf welchen noch die letzten Denudationsreste von Rhät sich finden; dementsprechend haben wir auch im oberen Abraum des Steinbruches *Knollenmergel* (Gesamtmächtigkeit ca. 20 m). An der Sohle der Knollenmergel, 0,50 m über dem Sandstein, wurden zahlreiche Reste von *Sellosaurus*, mindestens von 4 Individuen herrührend, und außerdem der von Huene beschriebene *Teratosaurus minor* gefunden.

Der *Stubensandstein* zeigt eine Gesamtmächtigkeit von ca. 30 m. Die Schichten sind keineswegs glatt gelagert, sondern bilden große, linsenförmige Anschwellungen, die gegeneinander auskeilen und durch rotbraune und violette, tonige Zwischenlager, sog. „Fäulen“, voneinander getrennt sind. Der obere Teil der Sandsteine ist dünnbankig und mürbe, dann folgt die obere „Fäule“, zuweilen bis 1 m anschwellend, aber auch nahezu vollständig auskeilend. Unter ihr beginnt der brauchbare Sandstein, aber auch dieser wird durch eine ziemlich gleichmäßig durchgehende Fäule in ein oberes und unteres Lager getrennt. Im Sandstein finden sich häufig isolierte Knochen und Zähne, zuweilen sogar ganze Schädel von Plesiosauriern, und zwar vorwiegend *Belodon plieningeri* und *Mystriosuchus planirostris*, während das große *Belodon kapffii* zurücktritt. Auch die Labyrinthodontenschädel und die Aëtosaurusreste stammen aus den Sandsteinen. Dagegen sind auffallenderweise die *Dinosaurierreste ausschließlich auf die Fäulen* beschränkt und liegen entweder im Ton eingebettet oder auf der Grenze zum Sandstein. Weder im Sandstein, noch im Ton beobachten wir eine Abrollung oder Transport der Skelettreste.

Wollen wir aus den Vorkommnissen bei Pfaffenhofen, welche im großen ganzen mit allen mir bekannten Lokalitäten bei Stuttgart, Aixheim usw. übereinstimmen, einen Schluß auf die *Bildungsgeschichte des Stubensandsteins* ziehen, so können wir kaum eine andere als eine *rein terrestrische Bildung annehmen*, und zwar unter möglichstem Ausschuß der Arbeit des fließenden Wassers oder gar der Brandung eines Meeres. Ich komme deshalb immer wieder auf meine alte, schon 1899 ausgesprochene Ansicht zurück, daß wir es hier beim Sandstein im wesentlichen mit äolischen Bildungen, d. h. mit Anhäufungen von Dünen sand, zu tun haben, während die Fäulen als Auswaschungen der Tone aus dem Sand und als Absätze in Pfützen, Tümpeln und gelegentlichen Binnenseen anzusprechen sind. Ohne näher auf diese Frage einzugehen, möchte ich nur betonen, daß man nur unter Nichtberücksichtigung und Hintansetzung aller paläontologischen Momente, welche doch gewiß auch Interesse verdienen, den Standpunkt vertreten kann, daß es sich hier um marine Küstenbildungen handelt.

Verdanken wir den jahrelangen Aufsammlungen in Pfaffenhofen ein wissenschaftlich überaus wertvolles Material, so lieferte eine andere Lokalität Dinosaurierreste von seltener Schönheit und Vollständigkeit, so daß sie ein einzig schönes Sammlungsmaterial darstellen. Diese zweite Lokalität,

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

die ich im Jahre 1911 und 1912 ausbeutete, liegt in nächster Nähe des Ortes *Trossingen* bei Rottweil im Südwesten unseres Landes. Aufmerksam gemacht durch den leider zu früh verstorbenen Hauptlehrer *Munz* in Trossingen, einen rührigen Beobachter und Sammler, wurde von mir und meinem Präparator *Böck* ein Aufschluß in den *Knollenmergeln* näher untersucht, der durch die Abwaschungen des Trosselbaches bloßgelegt war und an welchem *Munz* im Schuttfuß verschiedene Knochenreste beobachtet hatte. Die Untersuchung zeigte bald, daß hier Dinosaurierreste in ansehnlicher Zahl vorhanden waren und an vier bis fünf Stellen aus dem Anstehenden herauswitterten. Eine Nachgrabung im Sommer 1912 ergab denn auch schon ein recht erfreuliches Resultat, bestehend aus zahlreichen isolierten Wirbeln und Extremitätenknochen, vor allem aber aus zwei zusammenhängenden Skelettresten, von welchen der eine eine Brustregion mit der rechten Vorderextremität, der andere den ganzen vorderen Rumpfteil bis zum vierten präsakralen Wirbel mit wohl-erhaltenem Schädel, Hals und Vorderbeinen umfaßte. Der Erhaltungszustand war ein ganz vorzüglicher.

Dieser günstige Erfolg ließ es gerechtfertigt erscheinen, an diesem Platze, der außerdem auch sonst bezüglich der Erwerbung des Eigentums günstige Verhältnisse bot, eine systematische Ausgrabung anzusetzen und einen Teil des Berges von oben her abzuheben. Nur auf diese Weise konnte ich hoffen, ein vollständiges Skelett ohne Abwitterung oder sonstige Beschädigungen zu erhalten. Wohl war ich mir des Risikos bewußt und unterschätzte auch keineswegs die Arbeiten, welche ein Abheben von mindestens 2000 cbm Knollenmergel bereiten mußte. Aber der Reiz einer solchen, an die amerikanischen Ausgrabungen erinnernden Arbeit war doch zu groß, zumal mir in großherziger Weise die nicht unerheblichen Mittel von einem Stuttgarter Großindustriellen zur Verfügung gestellt wurden. Vom 29. Juli bis 5. Oktober, also durch mehr als 9 Wochen, dauerte die Arbeit, die nur einmal wegen der allzu schlechten Witterung unterbrochen wurde. Ein mächtiger, bis 8 m tiefer Aushub von mehr als 2000 cbm bezeichnet das Ausgrabungsfeld, das sich in seiner dunkelroten Färbung weithin abhob. Die Ausbeute entsprach anfangs keineswegs den Erwartungen. Wohl wurden nicht selten Knochenreste und auch mehr oder minder zusammenhängende Skeletteile gefunden, aber diese waren zum Teil so verwittert, daß sie nicht präpariert werden konnten, teils waren es nur geringwertige Fetzen. Das gehoffte, vollständige Skelett ließ gar lange auf sich warten und unsere Geduld und Ausdauer wurde auf eine harte Probe gestellt. Schon mahnte der erste Schneefall an den Abbruch der Arbeiten, als endlich am 27. September mein Präparator melden konnte, daß sich Knochen in guter Erhaltung und schönem Zusammenhang an der tiefsten Stelle der Abgrabung zeigten. Mit größter Sorgfalt wurde nochmals ein Stück von oben her, 8 m tief, abgehoben, um freies Feld zu bekommen, und am 2. und 3. Oktober konnte

schließlich das Skelett gehoben und geborgen werden. Die Knochen waren viel zu fest mit dem Gestein verbunden, als daß man, wie es z. B. Professor *Jäkel* in Halberstadt macht, an eine Bloßlegung des Skelettes denken konnte. Wir hatten keine andere Möglichkeit, als in möglichst großen Brocken den in dieser Tiefe unverwitterten und deshalb ziemlich haltbaren Mergel auszubrechen und alle Stücke, an welchen sich Querbrüche von Knochen zeigten, zu sammeln und zu verpacken. Daß es dabei auch zahllose kleine Splitter und Stücke absetzte, war natürlich nicht zu vermeiden. Selbstverständlich wurde bei der Verpackung eine gewisse Reihenfolge eingehalten, aber von einem eigentlichen Überblick über den ganzen Fund war doch keine Rede. Soviel konnten wir aber doch schon bei der Hebung feststellen, daß es sich offenbar um ein annähernd vollständiges, unverdrücktes und scheinbar in natürlicher Stellung erhaltenes Skelett handelte. Die Verpackung erforderte selbstverständlich die größte Sorgfalt, und nicht weniger als 107 große Kisten, von welchen 33 den letzten Fund bargen, wurden in zwei Eisenbahnwaggonen, um alles Umladen und Stürzen zu vermeiden, nach Stuttgart spediert und zur Präparation bereitgestellt.

Die Präparation des letzten Fundes wurde sofort in Angriff genommen und im Laufe von fünf Monaten durchgeführt. Weitere fünf Wochen erforderte das überaus schwierige Aufstellen des Skelettes. Dabei wurden alle die mürben und brüchigen Knochen zuvor mit Lösungen von Schellack in Alkohol und Äther gut getränkt und gehärtet, ehe sie von dem umgebenden Gestein befreit wurden. Es zeigte sich bald, daß unsere Hoffnung in volstem Maße bestätigt wurde, denn es schälte sich aus dem Gestein nicht nur ein bis auf wenige Teile ganz vollständiges Skelett heraus, sondern es zeigte sich auch, daß dieses noch so gut im Zusammenhang war, daß es zu einem einzigen zusammenhängenden Stück hätte zusammengefügt werden können, wenn dies nicht aus praktischen Gründen untunlich gewesen wäre. Dieser Erhaltungszustand bedingte natürlich auch die Aufstellung, in welcher das Stück genau in der Stellung wiederzugeben versucht ist, in welcher es im Gestein steckte.

Wollen wir uns auch hier aus den *Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse* der Skelette Schlüsse auf deren Einbettung und die Gesteinsbildung erlauben, so ist zunächst zuzugeben, daß es sich bei den Knollenmergeln nur um eine terrestrische Bildung handeln kann. Nur in einer solchen können wir uns die großen, fast immer mehr oder minder zusammenhängenden und niemals abgerollten Kadaver der Landsaurier denken. Die unvollständigen Skeletteile machen den Eindruck, als ob es sich um die Überreste stark mazerierter oder auch durch Raubsaurier verrissener und verschleppter Kadaver handelte. Sie liegen keineswegs in einer Schichte, soweit man überhaupt bei den Knollenmergeln von Schichtung sprechen kann, sondern bald höher, bald tiefer und vielfach schiefwinklig durch die Mergel hindurchsetzend. Dasselbe gilt auch von dem großen, vollständigen Skelett, das gewissermaßen in lebender Stellung im Gestein

steckte. Dies ist nur denkbar, wenn erstens Absterben und Einbettung sehr rasch vor sich ging, zweitens das Material ein weiches, gleichartiges war, und drittens keine wesentlichen Veränderungen durch späteren Schichtendruck erfolgten. Etwas Derartiges halte ich nur in einem an sich festen Material, wie es etwa der Löß darstellt, für möglich, das bei starker Durchfeuchtung, z. B. in der tropischen Regenzeit, lokal auch durch aufsteigende Quellen, zu einem breiartigen Sumpf aufweichte. In eine solche Schlammputze konnte selbst ein großes Tier plötzlich versinken und ersticken und wurde später in der Trockenperiode von dem erhärteten Schlamm fest umschlossen. Die verfetzten und mazerierten Skeletteile können auch während der Trockenperiode durch Staub eingedeckt worden sein. Die Verhältnisse bei Trossingen zeigen viel Ähnlichkeit mit denen von Halberstadt, und soviel mir bekannt, findet auch Jäkel keine andere plausible Erklärung für die Einbettung der zahlreichen Kadaver als ein Versinken der Tiere in breiartigem Schlamm.

Was das Material selbst anbelangt, so haben wir in den tieferen Stufen des Stubensandsteins von Pfaffenhofen ausschließlich kleine, zum Teil sogar sehr kleine Arten, während in den Knollenmergeln bis jetzt nur große Tiere beobachtet sind. Ob dies entwicklungsgeschichtlich verwertbar ist oder ob es sich nur um verschiedenartige Lebensbedingungen handelt, wage ich bis jetzt noch nicht zu entscheiden; immerhin ist es aber eine bemerkenswerte Tatsache.

Bezüglich der Körperformen und der damit bedingten Lebensweise zerfallen unsere Triasdinosaurier in zwei ganz verschiedene Gruppen. Die eine umfaßt kleine, leicht gebaute, springende Arten mit ungemein starken Hinterbeinen und verkürzten Vorderextremitäten. Die andere Gruppe, in welche auch die großen Formen hineinfallen, trägt einen eidechsenartigen Charakter, allerdings mit dem Schwergewicht des Körpers im Becken und den Hinterextremitäten.

Einer der schönsten und interessantesten Funde, welchen ich *Procompsognathus triassicus* nenne, wurde in den roten Mergeln der oberen „Fäule“ im Pfaffenhofer Steinbruch im Frühjahr 1909 gemacht. Er umfaßt den größten Teil eines überaus zierlichen Dinosaurierskelettes mit dem Schädel, dem mittleren Rumpfteile nebst Beinen und dem vorderen Schwanzteil. Es ist nicht schwer, aus diesen Resten das gesamte Skelett zu rekonstruieren, das einem überaus hochbeinigen, springenden Dinosaurier angehört hat, dessen Ähnlichkeit mit dem berühmten Solnhofener *Compsognathus longipes* sofort in die Augen fällt. Diese Ähnlichkeit ist aber nicht bloß äußerlich, sondern läßt sich auch in so vielen Einzelheiten durchführen, daß ich nicht anstehe, unsere neue Form als einen triassischen Vorläufer desselben aufzufassen. Unsere triassische Art ist mit ca. 0,75 m Gesamtlänge etwas größer als der oberjurassische *Compsognathus*, aber zierlicher gebaut im Schädel und den Vorderextremitäten. Geradezu überraschend ist die Übereinstimmung in dem 0,315 m langen Hinterbein, dessen Ausbildung

durchaus vogelartig ist. Denken wir uns die drei mittleren Metatarsen verwachsen, so haben wir den fertigen Vogelfuß, und zwar genau in allen Verhältnissen wie etwa beim Kiwi oder den Fasanen. Es möge noch bemerkt sein, daß alle Knochen dünnwandig und hohl sind und daß ein verknöchelter Tarsus vollständig zu fehlen scheint.

Die Auffindung einer derartigen extremen Form in der Trias ist sehr bemerkenswert, zumal da *Compsognathus* nahezu isoliert steht. Es zeigt uns dieser Fund die frühe Abzweigung der hochspezialisierten springenden Formen, und der Gedanke liegt nahe, in ihnen einen Stamm zu sehen, aus welchem sich wenigstens ein Teil der Vögel, speziell der Laufvögel, entwickeln konnte.

An *Procompsognathus* schließt sich wahrscheinlich auch der von *Huene* beschriebene *Halticosaurus longotarsus* und einige andere, etwas kleinere Arten an.

Der Gruppe der *Thekodontosaurier* kommt nach *Huene* eine weltweite Verbreitung in der ganzen Trias, vom unteren Muschelkalk bis zum Rhät, zu. Wir haben offenbar in den Thekodontosauriern eine wichtige, noch wenig spezialisierte Grundform der Dinosaurier zu sehen, aus welcher sich ein Teil der großen Theropoden, insbesondere die Plateosauriden, entwickeln konnten. Während es sich aber bei den seitherigen Funden meistens nur um isolierte Skeletteile handelt, lieferte uns Pfaffenhofen ein annähernd vollständiges Skelett im Zusammenhang, aus dem wir zum ersten Male über den Aufbau des Körpers, die Stellung der Beine usw. vollständige Klarheit bekommen, so daß dieser Art wohl mit Recht der Name *Thekodontosaurus diagnosticus* gebührt. Unglücklicherweise ging eine Kluftfläche im Gebirge durch den Schädel, so daß nur dessen hinterster, stark verdrückter und mazerierter Teil erhalten ist. Ich glaube aber, daß wir derselben Art einen zwar verdrückten, aber in den Einzelheiten, namentlich im Gebiß sehr schön erhaltenen Schädel von Pfaffenhofen zurechnen dürfen. Demnach wäre der Schädel kräftig gebaut mit sehr starkem Gebiß und den für die Thekodontosaurier charakteristischen, stark gerieften Zähnen.

Das Gesamtbild dieser Art ergibt einen ca. 2 m langen, schlanken Raubosaurier mit scharfem, kräftigem Gebiß und offenbar sehr behender Bewegung, die in der Ausbildung und Stellung der Beine noch den primitiven Eechsencharakter bewahrt hat. Es möge hierbei bemerkt sein, daß das im Zusammenhang gefundene Skelett soweit möglich so aufmontiert wurde, wie es im Gestein gesteckt hatte, und daß die Eechsenstellung der Beine auch dem natürlichen Befund entspricht. Wohl ist die Entwicklung der Hinterbeine stärker als die der Vorderfüße, auch zeigen die letzteren durch Differenzierung des inneren äußeren Fingers die Andeutung einer Greifhand; aber ich glaube nicht, daß diese Tiere sich auf den Hinterbeinen aufrichteten, ja ich vermute, daß sie sich selbst noch im schnellen Lauf aller vier Füße bedienten, wenn auch in sehr hochbeiniger Stellung.

Zahlreiche sonstige Skeletteile von Pfaffenhofen dürften wohl noch zu den Thekodontosauriern

zu stellen sein. Insbesondere gilt dies von einer größeren Anzahl zusammenhängender, wohlhabender Reste, welche einer kleinen Art angehören, die ich vorläufig mit *Thekodontosaurus posthumus* Huene vereinige. Ich möchte jedoch hier nicht näher auf diese Formen eingehen, sondern wir wenden uns besser gleich den großen Formen zu, deren Lager in den höheren Schichten des Keupers ist.

Die Kenntnis der von Huene aufgestellten Gruppe der *Sellosauriden* wird durch das neue Material wesentlich ergänzt. Zu dem von Huene bearbeiteten Material wurde nämlich noch soviel neues hinzugefunden, daß ich jetzt in der Lage bin, ein vollständiges, wenn auch kombiniertes Skelett zusammenzustellen. Es zeigt sich dabei, daß *Sellosaurus Fraasii*, der mit *Plateosaurus* sehr nahe verwandt ist, mit einer Gesamtlänge von nur 4,5 m hinter den anderen Arten von *Plateosaurus* an Größe zurücksteht. Es waren schlank gebaute, offenbar sehr behende Tiere mit langen, aber doch wieder zierlichen Extremitäten, der Vorderfuß kaum einhalb so groß wie der hintere und wahrscheinlich mit einer Greifhand versehen. Wir dürfen deshalb annehmen, daß diese Tiere jedenfalls im raschen Lauf sich nur auf den Hinterbeinen fortbewegten, dagegen waren die Vorderfüße geeignet, die Beute festzuhalten und zu zerreißen. Der Schädel, dessen vorderer Teil mit dem Gebiß vorliegt, ist verhältnismäßig klein und zeigt kleine, schlanke Zähne. Der Hals mit 10 Wirbeln ist langgestreckt und trägt lange, grätenartige Halsrippen. Die schlanke Hinterextremität weist fünf Zehen auf, von welchen aber die fünfte rückgebildet ist. Die Stellung des Hinterfußes war lazertilierartig und weist auf einen plantigraden Gang hin.

Wie schon erwähnt, lieferten die Ausgrabungen in Trossingen ein reiches und prächtiges Material an *Plateosauriden*, unter denen das vollständige Skelett des *Plateosaurus Trossingensis* an erster Stelle steht. Es möge gleich hier bemerkt sein, daß außer dieser Art in Trossingen auch Überreste der von Huene als *Plateosaurus Reinigeri* und *Plateosaurus Erlenbergensis* beschriebenen Arten gefunden wurden, die zum Teil das Material wesentlich ergänzen. Das 5,75 m lange Skelett macht einen imponierenden Eindruck und ist schon deshalb vom größten Interesse, weil es uns eine zweifellos mögliche und bei den Plateosauriern vorhandene Stellung zeigt, denn die Aufstellung entspricht, wie schon ausgeführt, vollständig der Lage des Skeletts in den Schichten. Es ist eine ausgesprochene Echsenstellung mit plantigradem Hinterfuß und von der Seite abstehendem Femur. Die Vorderpfote ist zur Greifhand entwickelt mit großkralligem, etwas abstehendem Daumen und zwei weiteren langen und bekrallten Fingern, während der vierte und fünfte Finger rückgebildet ist. Meiner Ansicht nach gilt für die Plateosauriden bezüglich der Stellung und Gangart dasselbe wie für *Sellosaurus*. Es waren mächtig große, bis 10 m lange, etwas plumpe Echsen, deren Schwergewicht im Becken und den Hinterfüßen lag, während der Körper nach vorn leichter gebaut ist. Der Hals mit 10 Wirbeln ist

lang, jedoch im Verhältnis nicht allzusehr verlängert und etwas kürzer als bei *Sellosaurus* und *Thekodontosaurus*. Der Schädel ist klein und schlank, indem er sich nach vorn außerordentlich verjüngt und beinahe spitz zuläuft. Er erinnert in seiner Form an den Schädel der Varaniden, ist aber noch schmaler und spitziger. Der Unterkiefer ist kräftig und wie der Oberkiefer scharf bezahnt, so daß die zweischneidigen, ziemlich breiten Zähne eine geschlossene Palisade bilden. Nach hinten endigt das Tier in einen sehr breiten Schwanz, dessen Länge annähernd die Hälfte des ganzen Tieres beträgt.

Aus dem Skelettbau dürfen wir schließen, daß die Plateosauriden behende und überaus kräftige Raubosaurier waren, welche sich sowohl in Ruhestellung als bei langsamer Gangart auf alle vier Beine stützten, während sie sich beim raschen Springen vorne vom Boden erhoben und nur der langen, kräftigen Hinterbeine bedienten, wobei der mächtige Schwanz das Gleichgewicht halten mußte. Nicht nur der scharfbezahnte Rachen, sondern auch die mit großen Krallen versehenen Vorderpfoten und der kräftige Schwanz dienten als Waffen, so daß wir wohl annehmen dürfen, daß diese gewaltigen Echsen allen anderen damaligen Tieren gewachsen waren.

Überblicken wir das gesamte neue Material, so sehen wir, daß einerseits die Kenntnis der von Huene 1907 beschriebenen Arten wesentlich vervollständigt wurde, so daß wir jetzt eine gewisse Sicherheit über den Bau und die Lebensweise der großen Plateosauriden haben, und daß andererseits durch die neuen Formen das Bild von der Entwicklung der Dinosaurier in unserer Trias ungemein belebt wurde. Wir stehen nicht mehr wie früher unvermittelt den großen Plateosauriden gegenüber, sondern sehen, daß diesen auch bei uns schon unmittelbar im Stubensandstein kleine, offenbar primitivere Arten vom Bau der Thekodontosaurier vorangingen, wozu sich noch der elegante Springer *Procompsognathus* gesellte. Abgesehen von diesem letzteren und dem Coeluriden *Halticosaurus* gehören sie einer einheitlichen Gruppe an, deren Skelett einen mehr oder minder primitiven echsenartigen Bau aufweist, in dem aber bereits die Merkmale vereinigt und ausgebildet sind, welche in der späteren Entwicklung der Dinosaurier zu den eigenartig differenzierten Formen führen. Wohl zeigen unsere triassischen Sauropoden noch Bau und Stellung echter Echsen mit Anklängen an die alten Rhynchocephalen, aber ebenso erkennen wir auch die echten Dinosauriercharaktere, besonders im langen Hals, dem komplizierten Wirbelbau, dem Becken und dem Mißverhältnis zwischen vorderer und hinterer Extremität. Schon ist die Vorderpfote bei den Plateosauriden als Hand entwickelt und der Abstand zwischen den aufgerichteten Megalosauriden ist nicht mehr sehr groß. Ebenso erkennen wir aber auch die Beziehungen der Plateosauriden zu den gewaltigen plumpen Sauropoden, welche zu Ende der Jurazeit den Höhepunkt ihrer Entwicklung in jenen unheimlichen, bis 30 m langen Riesenformen erreichten.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zu Herrn Prof. Mays Artikel:

Der Sinn der Pflanzenmetamorphose bei Goethe.

Die Äußerungen Prof. Mays über den Sinn der Pflanzenmetamorphose bei *Goethe* haben mich sehr interessiert. Decken sie sich doch völlig mit meinen eigenen Anschauungen, die ich in meiner Einführung in die Deszendenztheorie (2. Auflage 1911, p. 9) zum Ausdruck gebracht habe. *Goethe* war zweifellos Platoniker, dem die allem vergänglich Seienden zugrunde liegenden Ideen so lebendig waren, daß sie ihm, wie er sich selbst ausdrückte, direkt zur Erfahrung wurden, worin ihm der nüchterne Schiller nicht folgen konnte. Aus Ideen bauten sich ihm Tiere und Pflanzen auf und darin war er nicht nur Platoniker, sondern auch ein völlig moderner Naturforscher. Darauf habe ich auch in meinem Buche hingewiesen, als ich mich bemühte, den Unterschied der neuen Entwicklungslehre von der alten scharf zu charakterisieren. Da solche Anschauung zweifellos zur allgemein verbreiteten im Widerspruch steht, zugleich aber auch für die Beurteilung *Goethes* als Naturforscher fundamental wichtig ist, so sei es mir erlaubt, in einigen Worten die Mayschen Darlegungen gewissermaßen zu ergänzen.

Ich schrieb in meinem Buche (pag. 8): „Der alten (Entwicklungs-) Lehre eigentümlich ist die besondere Wertschätzung des Individuums.“ — Unter alter Lehre ist hier die des Mittelalters und Aristoteles' verstanden, natürlich nicht die Platos, wie sich bald ergeben wird. — „Ob man nun dabei von Evolution oder von Epigenese sprach, muß sehr nebensächlich erscheinen, denn immer trat die Ontogenese, die Entwicklung des Individuums, in den Vordergrund. . . . Jedenfalls wurden die gegebenen Formeinheiten scharf voneinander gesondert gedacht und jede als etwas Selbständiges für sich beurteilt. Ganz im Gegensatz dazu steht aber die moderne Anschauung. Diese legt wenig Gewicht aufs Individuum, betont vielmehr allein die Anlagen, als deren zufällige Träger die Individuen erscheinen, und hat es allein mit Kombination der Anlagen, als mit einem allen Arten gemeinsamen Materiale zu tun. Da es immer dieselben Anlagen sind, die wiederkehren, und sich nur ihre Kombination verändert, so erscheint die genetische Verbindung der Individuen als Selbstverständlichkeit; alles Organische wächst zu einer Einheit zusammen, oder es sind doch wenigstens die einzelnen Stämme des Tier- und Pflanzenreiches, die sich als Individualitäten darstellen und alles Einzelne in sich aufsaugen. So erklärt es sich, daß man heutzutage die Ontogenese als Abbild der Phylogenese erklärt, diese letztere also bei der genetischen Betrachtung zugrunde legt, nicht aber die erstere, was früher der Fall war. Früher gab es ein Nebeneinander unzähliger Ontogenesen, über deren Beziehung zueinander man im Grunde gar keine andere Anschauung aufstellen konnte, als eine mehr oder weniger verschleierte Schöpfungslehre. Jetzt gibt es nur eine Phylogenese, von der die Ontogenesen unvollständige Rekapitulationen sind, und demgemäß ist alles Einheit und das Substrat dieser Einheiten sind die Anlagen.“

Ich führte dann weiter aus, daß es Hauptaufgabe der modernen Entwicklungslehre sei, den Begriff der Anlage klar zur Anschauung zu bringen. In dieser Hinsicht ist nun *Goethe* vorbildlich für uns. Solange nämlich die Anlagen im Sinne der heutigen Biologie als materielle Gebilde gefaßt werden, steht diese Biologie mit ihrem eigenen deszendenztheoretischen Grundgedanken in Widerspruch. Der Begriff der materiellen Anlage ist ein Gedankenunding. Die Eigenschaften des Organismus, die sich vererben, sind nicht aus gegebenen

materiellen Teilchen heraus begreifbar, sondern sind höhere — psychische — Einheiten, die *Goethe* ganz richtig als Ideen bezeichnet, da sie den platonischen Ideen durchaus entsprechen. Die individuelle Materie ist nur Füllung dieser allgemeinen Eigenschaftsschemen und demgemäß, wie *Goethe* auch klar beurteilte, für die Entwicklung gleichfalls von Bedeutung; aber aus ihr allein folgt nicht die Komposition eben dieser ihrer Teilchen selbst, in welchem Wahne heute leider fast noch die gesamte Biologie befangen ist. Die Anlage (= Idee) realisiert sich an der Materie; ohne Führung des Wachstumsvorganges durch die Idee wäre Entwicklung organischer Formen ganz ausgeschlossen. Darauf kann ich hier nur hinweisen; die ausführliche Begründung bietet mein zitiertes Buch sowie auch mein tierpsychologisches Praktikum, das eine ganz ähnliche Abhängigkeit der Empfindungen von immateriellen Anlagen (hier = Vorstellungen) vertritt. Man kann *Goethes* Bedeutung für die Deszendenztheorie nur dann würdigen, wenn die Anlage in solchem Sinne gedeutet wird. Wer die ideelle Anlage ablehnt, muß auch *Goethes* Metamorphosenlehre für wertlos erklären, wie *Kohlbrugge* ganz konsequent tut; eine Ehrenrettung durch Umdeutung des Idee-begriffes, wie sie *Hansen* vornimmt, ist ganz unhaltbar. Auch die Ehrenrettung durch *Haeckel* ist völlig verfehlt, wie ich auch bereits in meiner Deszendenztheorie auf pag. 9 gezeigt habe. Dazu noch ein paar Worte.

May unterscheidet neben 5 anderen Deutungen der *Goetheschen* Metamorphosenlehre noch als sechste die „phylogenetische“. Als Vertreter dieser wird *Haeckel* genannt. *Haeckel* betont bei *Goethe* den Versuch, dynamisch die Beziehungen der Pflanzen und Tiere zueinander zu begreifen, aber gerade dieser Versuch spielte bei *Goethe* kaum eine Rolle. Er löste allein in Gedanken die Organisationen in immer wiederkehrende Elemente auf, deren Metamorphose er nachsann; die energetische Seite dieses Problems hat er kaum berührt. Das ist nun aber die Hauptsache bei *Haeckel*, der als moderner Phylogenetiker wohl die energetische „Einheit“ der Organismenwelt betont, darüber aber die ideelle ganz vergißt, ohne die doch eine energetische ganz unmöglich ist. Man darf über dem Intensitätsfaktor den Kapazitätsfaktor nicht vergessen. *Haeckel* ist darum Lamarckianer und wir finden eine dynamische Phylogenie gerade auch bei den modernen Psycholamarckisten (*Pauly* u. a.) entwickelt. Die, wie man sagen kann: „materialen“ modernen Phylogenetiker neigen dagegen mehr *Darwin* zu, der in seinen „erblichen Variationen“ auch unstreitig der neuesten Variationslehre, die mit Anlagen rechnet, der Erblichkeitslehre, nahesteht.

Die dynamische Phylogenie mündet überall ein in die materiale. Wir sehen das bei den Lamarckisten (*Klebs*), bei den Entwicklungsmechanikern (*Roux*) und den Regenerationsforschern (*Spemann* u. a.). Immer kommt man bei eingehender Vertiefung in die Probleme auf die Anlagen, die das Umund auf der modernen Phylogenie sind. Darum gibt es keine selbständige „phylogenetische Metamorphosenlehre“, wie *May* sie unterscheidet, sondern alle Phylogenie ist Lehre von der „Anlagen“entwicklung, also Metamorphosenlehre im Sinne *Platos*. *Goethe* darf nur als Platoniker eingeschätzt werden und unter *Platos* Zeichen allein kann sich die phylogenetische Forschung zur vollen Höhe entwickeln. Daß sie dabei in ihrem Ausbau neue, von *Plato* und *Goethe* nicht gekannte Wege einschlägt, tut dabei nichts zur Sache; aber der Grundpfeiler der modernen Entwicklungslehre findet sich doch bei den genannten Autoren.

Wien, den 20. Oktober 1913.

Karl Camillo Schneider.

Besprechungen.

Gurwitsch, Alexander, Vorlesungen über allgemeine Histologie. Gehalten an der Hochschule für Frauen in St. Petersburg. Jena, Gustav Fischer, 1913, V, 345 S. u. 204 Abbildungen. 8°. Preis geh. M. 11,—, geb. M. 12.—.

Die Histologie soll nach der Ansicht des Verfassers nicht nach ihrem Arbeitsstoff umgrenzt werden. Vielmehr charakterisiert ihr Gebiet und ihr Ziel eine bestimmte unter den verschiedenen möglichen Betrachtungsweisen des Lebendigen. „Histologie soll bedeuten: Studium der Lebenserscheinungen vermittelt des Eindringens in die ihnen zugrunde liegenden Strukturen.“

Methodologisch drängen sich dabei zwei Fragen auf:

„1. Nach welchen allgemeinen Prinzipien kann das „histologisch“ Essentielle unserer Wahrnehmungen auf dem Gebiete organischer Strukturen von dem mehr Nebensächlichen in denselben geschieden werden, in welcher Weise sollen mit anderen Worten histologische Artbegriffe gebildet werden?“

2. Auf welcher Basis und in welcher Weise läßt sich jeweilig der Identitätsnachweis der Objekte führen?“

Hinsichtlich des ersten Problems pflegt man das Verfahren der vergleichenden Anatomie einzuschlagen, „indem man die allen verglichenen Objekten gemeinsamen Züge als das Essentielle, den Artbegriff bezeichnet, die individuell schwankenden Eigenschaften dagegen unberücksichtigt läßt“. Dieses Eliminationsverfahren durch Vergleich setzt jedoch den Identitätsbeweis bereits als erbracht voraus, der auf Grund einer Übereinstimmung in mehrfacher Hinsicht zu erbringen ist. Solches ist aber an der Hand von nur morphologischen Kriterien nicht möglich. Die Morphologie bedarf zur sicheren Identifizierung eines gewissen und nicht unbedeutenden Grades von (morphologischer) Kompliziertheit ihrer Objekte. „Dasjenige, was morphologisch elementar auftritt, ist auf morphologischem Wege auch nicht identifizierbar.“ Das Bestreben, die Histologie als rein morphologische Wissenschaft zu einer bis in die letzten Strukturelemente vordringenden mikroskopischen Anatomie auszubauen, läßt sich infolgedessen nicht durchführen. „Die Erforschung der Strukturen der organisierten Gebilde setzt eine Anzahl Kenntnisse über letztere voraus, die auf einem vom ersten Problem unabhängigen Wege vorher gewonnen werden müssen.“ Solche können etwa allgemein biologischer Art sein. Ein Beispiel dafür liefert die Entdeckung der Morphologie der Befruchtung. Für unsere biologische Kenntnis der gleichen Mächtigkeit der Vererbungspotenzen war es ein Erfordernis, in den an sich so verschiedenen weiblichen und männlichen Geschlechtselementen ein beiderseits übereinstimmendes Etwas anzunehmen. Erst dann wurde erkannt, daß die Kerne beider Gameten völlig gleichartig sind und miteinander kopulieren, und dadurch dem biologischen Phänomen eine morphologische Erklärung gegeben.

In dem Kapitel (2) über die Grundbegriffe der mikroskopischen Morphologie wird untersucht, wie weit sich die meristische Betrachtungsweise, d. h. die Auflösung der Organismen und ihrer Bestandteile in eine größere Anzahl morphologisch unterscheidbarer Bausteine, treiben läßt. Dabei wird der Begriff der Zelle gewonnen und gezeigt, daß außer dem Zellbegriff in dem der Faser, der Grundsubstanz usw. koordinierte Beschreibungsmittel vorliegen, deren Objekte nur zum Teil holomorph sind. Die Annahme, daß vielleicht alle histologischen Gebilde aus Komplexen von Granula oder anders gegliederten kleinsten Teilen (Protomeren, Histomeren) zusammengesetzt sind, ist belanglos, da der Begriff Granulum ganz inhaltslos ist und nur den winzigsten optisch

unterscheidbaren Bruchteil derjenigen Substanz darstellt, die das Objekt der etwas weniger verfeinerten optischen Auflösung bildet.

Vier Kapitel (3, 4, 5, 6) dienen dem Bestreben, die Entwicklung zur Struktur, besonders die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Furchung (bestimmt geartete Zellteilungen) mit den strukturellen Eigentümlichkeiten des Substrats in Konnex zu bringen, wobei die räumlich-zeitliche Normierung der Zellteilung und der Vorgang der Zellteilung (Chromosomen, achromatische Figur, Centrosom, Zelleibteilung) ausführlich besprochen wird.

Das Wachstum durch Wasseraufnahme und durch Vermehrung der organischen Substanz, die Formbildung durch Gruppierung und durch Differenzierung der Zellen oder der Bildung extrazellulärer Formierungen (wobei das Korrelat zwischen dem Aufbau des Gebildeten und den Zellen, von denen die Bildung ausgeht, zu vermissen ist) werden in den Vorlesungen 7, 8 und 9 behandelt.

Der Besprechung des Substrats der Vererbung ist ein Kapitel (10) über die Postulate der Vererbungslehre vorangestellt, in dem wir den Autor in der Gefolgschaft *Drieschs* sehen. Er kommt zu dem Schluß, „daß dasjenige, was bei der Furchung und weiteren Teilung parzelliert und auf die Einzelzellen übertragen wird, nicht die Vererbungspotenzen, d. h. nicht Bestandteile (Faktoren) des Vererbungsmechanismus sind. Die Zelle leistet vielfach dieses oder jenes in Sachen der Vererbung, je nach ihren Beziehungen zum Ganzen.“ Daran schließt sich in Vorlesung 11 und 12 eine allgemeine Übersicht über die Spermiogenese, das Eindringen des Spermatozoons ins Ei und seine Wandlungen nach der Besamung, die Reifeteilungen des Eies und ihre Beziehungen zu den Mendelspaltungen und die Chromosomen als Qualitätsträger.

Die an Einzelheiten reichen Kapitel über die Probleme der organischen Formen (13, 14), über die Histologie der Stoffumsätze (16, 17) und über Formwechsel und Bewegung (18, 19) lassen eine kurze Zusammenfassung nicht zu. Von allgemeinem Interesse ist, wie auf p. 262 ff. am Beispiel der Theorie von *Lenhossék* und *Henneguy* (in den Geißelzellen dienen die Blepharoblasten als Kinozentren für die Bewegungen der Cilien) gezeigt wird, wie in der Zellforschung zuweilen zu morphologischen Befunden (Korn an der Geißelwurzel, Korn am Spindelpol) physiologische Dichtungen (Blepharoblast gleich Kinozentrum) ersonnen werden.

Dem Nervensystem sind zwei besondere Vorlesungen (20, 21) gewidmet, in denen daran erinnert wird, daß sich hier auch andere Probleme bieten als die bevorzugte Suche nach den leitenden Strukturen, und besonders auch auf die von *Rádl* entdeckten gesetzmäßigen Erscheinungen in den Neupilen (siehe diese Zeitschrift, Bd. I, p. 220) verwiesen wird.

In dem Schlußkapitel wird die Möglichkeit der Aufstellung histologischer Gesetze diskutiert, was natürlich einer als selbständige Wissenschaft auftretenden Histologie als Pflicht zufiele. Bis dahin freilich scheint es noch weit zu fehlen.

Das Werk von *Gurwitsch* ist kein gewöhnliches Lehrbuch der Histologie. Es setzt die Kenntnis eines solchen oder vielmehr die eigene Anschauung der dort mitgeteilten Tatsachen voraus. Sein reicher Inhalt interessiert zunächst, weil aus ihm die Stellung eines kritischen Forschers zu den modernen Problemen hervorgeht. Besonders begrüßenswert sind die gebotenen methodologischen Untersuchungen. Jeder denkende Zellforscher wird sich damit auseinanderzusetzen haben. *Gurwitsch* hebt überall das seiner Meinung nach Prinzipielle und wohl auch das ihm strittig Erscheinende hervor. Das bringt ihn so sehr von dem bloß Stofflichen ab, daß sich in dem ganzen Buche keine einzige Literaturangabe findet.

Infolgedessen steht einem da, wo man auf die Quellen zurückgehen möchte, der gerade Weg nicht offen.

Man wird nicht überall der Meinung *Gurwitschs* sein. Auch der Ref. ist das in manchen Punkten nicht, namentlich auch nicht hinsichtlich der Auffassung der Histologie als einer durch eigene Betrachtungsweise charakterisierten Wissenschaft. Sie erscheint ihm vielmehr als eine Grenzwissenschaft vorbereitender Art: als eine Physiologie nach morphologischen Indizien, in deren Rahmen die Physik und Chemie der lebenden Substanzen zu arbeiten haben wird. (Näheres siehe diese Zeitschrift, Bd. 1, p. 184 ff.)

J. Schaxel, Jena.

Trendelenburg, W., Die vergleichende Methode in der Experimentalphysiologie. (Sammlung anat. und physiol. Vorträge und Aufsätze, herausgegeben von *Gaupp* und *Trendelenburg*, 22. Heft.) Jena, Gustav Fischer, 1913. 27 S. 8°. Preis M. 1.—.

Als Experimentalphysiologie bezeichnet der Verfasser diejenige physiologische Arbeitsweise, bei der eine den Organismus betreffende Frage durch Eingriffe am lebenden Tiere selber der Lösung näher geführt wird. Indem er sich in dieser seiner Antrittsrede vor der medizinischen Fakultät zu Innsbruck auf den Standpunkt stellt, seine Wissenschaft als Bestandteil in dem Ausbildungsgang des angehenden Arztes zu betrachten, sieht er die Aufgabe der Physiologie zugleich vornehmlich darin, die Lebensvorgänge am menschlichen Körper in allen ihren Erscheinungsweisen zu erklären.

Dieser Aufgabe kann die Physiologie nicht ohne weiteres nachkommen. Sie befindet sich in einer ungünstigeren Lage als die Anatomie. Es gibt eine annähernd lückenlose spezielle Anatomie des Menschen, seitdem die Zergliederung des menschlichen Körpers als berechtigte Methode zur allgemeinen Anwendung gelangt ist. Die Eingriffe am lebenden Menschen finden dagegen dauernd eine natürliche Grenze an den Forderungen der Menschlichkeit.

Ist somit die Physiologie auf die planmäßig vergleichende Tieruntersuchung angewiesen, so fragt sich, nach welchen Grundsätzen der Tierversuch und die Tierbeobachtung herangezogen werden soll, damit die auf den Menschen gezogenen Schlüsse dem wahren Sachverhalt möglichst nahe kommen. Die richtige Auswahl der Tierart ist in erster Linie entscheidend. Man könnte es zunächst in allen Fällen für richtig halten, sich an die menschenähnlichsten Tiere zu wenden, die nach der Deszendenztheorie als „Ahn“ des Menschen anzusehen sind und somit in ihren Organfunktionen in allen Stücken dem Menschen am nächsten stehen sollten. Meist sind aber andere Gesichtspunkte für die Vergleichung und damit für die Wahl der Tierart maßgebend, nämlich solche, die auf das engste mit den Funktionen selber zusammenhängen, die ergründet werden sollen. Gelegentlich sind wir sogar genötigt, aus rein technischen Gründen von dem eigentlichen Plan abzuweichen und eine Tierart zu wählen, deren anatomische Eigentümlichkeiten einen Eingriff als durchführbar erscheinen lassen, der bei einer anderen Art auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt.

Der Verfasser gibt nun eine Anzahl gut gewählter Beispiele nach den Forschungen der letzten Jahre für die Fragestellungen und Ergebnisse der vergleichenden Methode der Experimentalphysiologie, bei denen er immer den Bedürfnissen der menschlichen Physiologie besonders Rechnung trägt, um gerade dadurch zu zeigen, daß die Physiologie sich gegen das Reich der höheren und niederen Tiere hin keine Grenze stecken darf, wenn sie sich nicht wertvollen Erkenntnismöglichkeiten verschließen will.

J. Schaxel, Jena.

Klotz, Max, Die Bedeutung des Getreidemehles für die Ernährung. Berlin, Julius Springer, 1912. 119 S. und 3 Abbildungen. Preis M. 4.80.

Klotz, ein junger, außerordentlich rühriger und sachkundiger Pädiate, weist durch strenge, aber größtenteils gerechte Kritik darauf hin, daß die Rolle des Mehles bei der Säuglingsernährung noch keineswegs klagend ist. Es sind nur neue Grundlagen geschaffen, von denen das Problem weiter studiert werden kann. Jedenfalls ist entschieden, daß die große kulturelle Rolle, die einst die Muttermilchersatzpräparate, die Kindermehle usw. zu spielen berufen schienen, auf irrigen Voraussetzungen basierte. Die Muttermilch läßt sich nicht ersetzen. Wir kennen keine Form der künstlichen Ernährung, die derjenigen an der Brust äquivalent ist. Die zunehmende wissenschaftliche Erforschung der Säuglingsernährung zwingt überhaupt zu weitgehender Skepsis gegenüber allgemeinerer Anwendung der mit so großer, ungemein kostspieliger und in letzter Linie eben vom Kranken bezahlter Reklame vertriebenen Nährpräparate. Dies gilt übrigens auch, wie der Referent hinzufügen möchte, für das Heer der „Kräftigungsmittel“, die mit so lauter, übertriebener Reklame in den Zeitungen angepriesen werden. Ihre tatsächliche Bedeutung steht im schroffen Mißverhältnis zu ihrem Preise, und die meisten Kranken, vor allem die Nervösen, täten gut daran, ihr teures Geld statt für Kräftigungsmittel für eine qualitative und quantitative Verbesserung der üblichen Nahrungsmittel auszugeben oder — vielfach noch besser — sich solche teure Formen der „Psychotherapie“ zu ersparen.

Eduard Müller, Marburg.

Astronomische Mitteilungen.

Die Beobachtung des letzten Meteorfalls der Perseiden (August 1913) behandelt eine Mitteilung von Leutnant *v. Stempell* (Spandau) in den Veröffentlichungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik (Heft 9). Es geht aus diesen Mitteilungen hervor, daß der letzte Perseidenfall, bei dem allein in der Nacht vom 12. zum 13. August 106 Meteore in nur vier Stunden zur Aufzeichnung gelangten, ein prächtiges Naturschauspiel war. Im vorigen Jahre war, wie Prof. *Plafmann* nachweist, der Perseidenfall nur deshalb sehr schwach beobachtet worden, weil die damals auftretende große atmosphärische Trübung (Fixsterne erschienen fast um zwei Größenklassen schwächer) auch die Lichterscheinung der Meteore schwächte. Bei dieser Gelegenheit sei schon jetzt auf den im Monat November, und zwar zwischen dem 13. und 16. stattfindenden Meteorfall der Leoniden hingewiesen, die sich in der Regel als sehr helle, langsam dahinziehende Sternschnuppen auch in ziemlich großer Zahl beobachten lassen. Leider wird diesmal das Mondlicht die Wahrnehmung der Sternschnuppen stören und manche schwache Meteorerscheinungen nicht sichtbar werden lassen.

Über die Genauigkeit von Koordinatenbestimmungen nach der Karte bringt das neueste Heft (Oktober 1913) der Zeitschrift „*Sirius*“ (Herausgeber: Prof. Dr. *Klein*, Köln) sehr beachtenswerte Mitteilungen von Dr. *H. Smid* (Düsseldorf), die nicht nur astronomisches, sondern auch ein hohes geographisches Interesse haben und auf die daher an dieser Stelle etwas näher eingegangen sei. Auf Sternwarten werden die geographischen Koordinaten nach Breite und Länge bis auf Zehntel der Bogensekunde festgelegt; finden aber wichtige astronomische Beobachtungen (z. B. Finsternisersei-

nungen, Meteormessungen usw.) an gelegentlichen oder sogenannten fliegenden Stationen statt, so unterbleibt in der Regel die astronomische Festlegung von Breite und Länge jener Beobachtungspunkte. Hier bietet für alle Länder mit genauen Landesaufnahmen ein einfaches und zuverlässiges Mittel die Ermittlung der Ortslage nach der Landkarte dar. Speziell für Deutschland kommen zu diesem Zweck vor allem die den Generalstabskarten zugrunde liegenden Meßtischblätter in Betracht, deren jedes im Maßstab 1 : 25 000 eine Fläche von je 6 Breiten- und je 10 Längenminuten (in Bogen) umfaßt. Um nun die nicht nur astronomisch, sondern auch mathematisch-geographisch, speziell für die geographische Ortsbestimmung wichtige Frage zu lösen, wie genau man die Koordinatenbestimmung eines Punktes auf den Meßtischblättern erreichen kann, wählte Dr. *Smidt* das Meßtischblatt Düsseldorf mit acht Kirchen, deren Koordinaten sehr genau nach trigonometrischen Vermessungen durch die Landesaufnahme festgelegt sind. Die auf der Karte nötigen Ausmessungen zur Lagenbestimmung der Kirchenpunkte wurden auf das sorgfältigste mit einer Zeißschen Glasskala zum Interpolieren und unter genauer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen den zugehörigen Winkel- und Linearwerten auf der Erde durchgeführt. Die Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen nach Ausmessung der Karte und nach den Angaben der Landesvermessung war eine außerordentlich große, da durchschnittlich die Fehler in Breite und Länge aller fünf Koordinatenpunkte nur etwas mehr als $\frac{1}{6}$ Bogensekunde oder linear im Mittel nach Breite 4,6 und nach Länge 2,9 Meter auf der Erdoberfläche betrugen. Befindet sich aber, was häufiger vorkommt, der Beobachter an einem nicht so genau festgelegten Punkte, wie bei jenen Kirchenpunkten, so läßt sich nach den Erfahrungen von Dr. *Smidt* nachträglich die geographische Lage aus der Karte 1 : 25 000 bis auf etwa 1 Bogensekunde (rund 30 Meter) genau festlegen. Dieser Fehler steht zum Kartenmaßstab in umgekehrtem Verhältnis und beträgt daher auf den zumeist für geographische Orientierungen benutzten Generalstabskarten im Maßstab 1 : 100 000 etwa 4 Bogensekunden oder rund $\frac{1}{10}$ Kilometer, was für die meisten Fälle völlig ausreicht. Ferner macht Dr. *Smidt* noch auf eine interessante Fehlerquelle bei Umrechnung der Koordinaten aus den deutschen Generalstabskarten aufmerksam, die aus der auf jenen Karten noch immer beibehaltenen Ferro-Länge auf Greenwicher Länge resultiert und für alle geographischen Ortsbestimmungen am Lande beachtenswert, für die nautischen und aeronautischen Orientierungen quantitativ aber belanglos ist. Der den Generalstabskarten zugrunde gelegte Längenunterschied Ferro—Greenwich deckt sich nämlich nicht genau mit dem jetzt als richtig anerkannten astronomischen Längenunterschied. Diese Differenz beträgt fast 13 Bogensekunden und es erscheint daher immer noch dringender, daß auf unseren Generalstabskarten, auch schon im Einklang mit dem international angenommenen und sogar national (im Hinblick auf das Stunden-Zonensystem) festgelegten Meridian von Greenwich (mitteleuropäische Zeit gleich Greenwicher Zeit + 1 Stunde), nunmehr die *Längenangaben nach Greenwich* durchgeführt werden, ein Wunsch, den auch der Unterzeichnete schon des öfteren im Interesse der schnellen und bequemen aeronautischen Ortsbestimmung sowie auch im Interesse der gesamten geographischen Orientierung bei den maßgebenden Behörden zur Kenntnis gebracht hat.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Über die Vernichtung des neuesten Marineluftschiffes L 2 schreibt W. Kaemmerer in der *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure* (Bd. 57, Nr. 43, S. 1727, 1913). Von den drei bisher erwogenen Möglichkeiten des Unfalles: Entzündung von Öl oder Benzin oder Gas durch die Motorzündung oder durch einen Vergaserbrand, Entzündung durch Luftelektrizität und Entzündung durch die Einrichtungen der drahtlosen Telegraphie, ist letzteres auszuschließen, da der Haspel des Luftdrahtes aufgewickelt aufgefunden worden ist, ein Beweis, daß die Einrichtungen nicht benutzt worden sind. Im übrigen war bei der Unglücksfahrt keine Bedienung für die drahtlose Telegraphie an Bord. Auch die Entzündung durch Luftelektrizität erscheint ausgeschlossen, es bleibt also nur die erstgenannte Annahme übrig. Diese wird auch dadurch gestützt, daß die Gaszellen des Luftschiffes voll gefüllt waren und der Aufstieg sehr steil vor sich ging, so daß voraussichtlich Gas aus den Hüllen entwich. Dieses Gas konnte sich um so leichter entzünden, als die *Motorgondeln im Gegensatz zu den älteren Zeppelin Schiffen ziemlich nahe am Tragkörper befestigt* waren. — Das Luftschiff ist das zehnte seiner Bauart, das durch einen Unglücksfall vernichtet worden ist.

Zählung von α - und β -Teilchen. Im Gegensatz zu früher beschriebenen Methoden, welche eine Zählung der von radioaktiven Stoffen ausgesandten α -Strahlen gestatten, aber nicht auf β -Strahlen anwendbar waren, veröffentlicht H. Geiger eine sehr einfache Anordnung, welche beide Strahlenarten zu messen gestattet. Ein 2 cm weites Messingrohr ist einerseits durch einen Hartgummipfropf, durch den ein spitz auslaufender Draht ins Innere führt, andererseits durch eine mit Mittelöffnung versehene Scheibe abgeschlossen. Durch diese Öffnung gehen die zu zählenden Strahlen in das Gehäuse hinein, welches auf ein positives Potential von etwa 1200 Volt aufgeladen wird. Der Draht dagegen führt außen zu einem Fadenelektrometer. Ist durch einen Flüssigkeitswiderstand erreicht, daß die dem Elektrometer zugeführten Elektrizitätsmengen sofort wieder zur Erde abgeleitet werden, so bringt bei gewöhnlichem Luftdruck jedes einzelne α - oder β -Teilchen eine Spitzenentladung hervor, die am Elektrometer sich bemerkbar macht. Von den auf so einfache Weise erreichten Ergebnissen sei beispielsweise angeführt, daß bei 1500 Volt Spannung 55 α -Teilchen und 52,5 β -Teilchen in der Minute gezählt werden konnten. Auch bei schwach radioaktiven Stoffen ist diese Art von Zählung noch gut brauchbar, z. B. bei natürlicher Pechblende. Um α -Strahlen für sich und β -Strahlen für sich, und nicht beide durcheinander beobachten zu können, müssen natürlich diesen Bedingungen entsprechende Strahlenquellen angewendet werden, für α -Strahlen z. B. Polonium, für β -Strahlen Radium E. Die Spitze des Zählapparats sprach bei Potentialen von 1100 bis 1580 Volt auf α -Strahlen an und bewirkte eine mittlere Größe der Ausschläge von 5 bis 25 mm; bei den β -Strahlen waren die entsprechenden Werte 1180 bis 1580 Volt und 2 bis 25 mm Ausschlag. Das Poloniumpräparat sandte hiernach in der Sekunde $4 \cdot 10^3$ α -Teilchen aus, welche Zahl mit derjenigen, welche aus Ionisationsmessungen sich ergibt, sich gut verträgt. Entsprechendes gilt für die emittierten β -Teilchen. (*Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft* 1913, 13, S. 534 f.)

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
NOV 29 1913
U. S. Department of Agriculture

Heft 46.

14. November 1913.

Erster Jahrgang

INHALT:

Die Farbstoffe des Chlorophyllkorns. Von *Prof. Dr. Friedrich Czapek, Prag*. S. 1105.
Neuere Darstellungen künstlicher Edelsteine. Von *Prof. Dr. C. Doelter, Wien*. S. 1107.
Herders Verhältnis zu modernen Naturanschauungen. Von *Dr. J. H. F. Kohlbrugge, Utrecht*. S. 1110.
Neue Gesichtspunkte für die Herstellung kinemographischer Aufnahmen in Fabriken. Von *Ingenieur G. A. Fritze, Berlin-Baumschulenweg*. S. 1116.
Neuere Forschungsergebnisse der Großhirnrindenanatomie mit besonderer Berücksichtigung anthropologischer Fragen. Von *Prof. Dr. K. Brodmann, Tübingen*. S. 1120.

Die Höttinger Breccie. Von *Geh. Oberbergrat Prof. Dr. Richard Lepsius, Darmstadt*. S. 1122.
Zuschriften an die Herausgeber:
Die physiologische Funktion der Pigmentzellen. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn*. S. 1127.
Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichtes in Deutschland. Von *Prof. Dr. W. Edler, Jena*. S. 1127.
Besprechungen. S. 1128.
Astronomische Mitteilungen. S. 1131.
Kleine Mitteilungen. S. 1132.

Große Denker

Eine Geschichte der Philosophie in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von
Professor Dr. E. v. Alster. 2 Bände zu je 320 Seiten und 8 Porträts.
In Originalleinenband Mark 16.—

I. Band:
Die Vorsokratiker . . . Privatdozent Fischer
Sokrates und die Sophistik . . . Professor Richter
Plato . . . Professor Natorp
Aristoteles . . . Professor Brentano
Griechisch-römische Philosophie . . . Professor Schmefel
Augustinus . . . Professor Baumgartner
Thomas von Aquin . . . Professor Baumgartner
Giordano Bruno . . . Professor Königswald
Descartes . . . Privatdozent Hirschfeld-Köhler

II. Band:
Spinoza . . . Privatdozent Baensch
Leibniz . . . Professor Kintzel
Locke-Hume . . . Professor v. Alster
Kant . . . Professor Menzer
Fichte . . . Professor Medicus
 Hegel . . . Dr. Falkenheim
Schelling . . . Privatdozent Braun
Herbart-Schopenhauer . . . Professor Lehmann
 Nietzsche . . . Professor Pfänder
 Philosophie der Gegenwart . . . Professor Windelband

„Es kann nicht zweifelhaft sein, daß ein Werk wie das vorliegende eine ganz eigenartige Bedeutung und einen besonderen Reiz hat. Es scheint mir ein sehr glücklicher Gedanke zu sein, gewissermaßen eine Geschichte der Philosophie zu geben, durch eine eingehende Charakterisierung der bedeutendsten philosophischen Systeme. Und ebenso fruchtbar erweist sich hierbei das Prinzip, für jedes der dargestellten Gedankensysteme einen eigenen Interpreten zu Worte kommen zu lassen. . . So dürfen wir unser Urteil abschließend dahin zusammenfassen: Das Werk ist eine hervorragende Leistung in jeder Hinsicht und wir wünschen ihm den Erfolg, den es verdient.“

Archiv für Geschichte der Philosophie.

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

Soeben erschien in Neuauflage:

Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der Anorganischen Chemie

Von

Dr. A. Werner

Professor an der Universität Zürich

Dritte, durchgesehene und
vermehrte Auflage

XX. 419 S. 8°. („Die Wissenschaft“ Bd. 8)

Preis geh. M. 11,—, geb. M. 12,—

Ein ausführlicher Prospekt darüber, sowie
unser Katalog „Reine und angewandte
Chemie“ stehen kostenfrei zu Diensten.

Neu! Neu! Neu!
Handwörterbuch der Naturwissenschaften



10 Bände gebunden ca. 230 Mark
8 Bände liegen fertig vor und werden
gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quar-
talsrate franko geliefert. Ein Band zur
Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Im Mai 1913 erschien:

Die Diathermie

Von

Dr. Josef Kowarschik

Vorstand des Institutes für physikalische Therapie
am Kaiser-Jubiläums-Spital der Stadt Wien

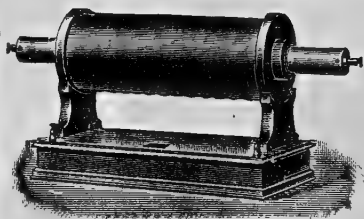
Mit 32 Textfiguren

Preis M. 4.80; in Leinwand gebunden M. 5.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

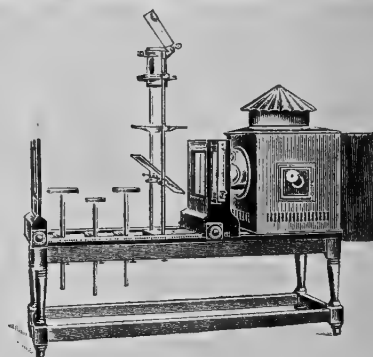
Induktorien mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser
als alle anderen
für physikalische
Arbeiten, gehen
mit jedem Unter-
brecher, sind
durchschlag-
sicher, zu be-
ziehen durch alle
Lehrmittelhand-
lungen, andern-
falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.
Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel



Projektions-Apparate

mit allem Zubehör
für wissenschaftliche Versuche
Laternbilder.

Kataloge kostenlos

Unger & Hoffmann A.-G.
Dresden-A. 34

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV
Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite II u. IV

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II. — Unger & Hoffmann A.-G., Dresden: Seite II.

Die Farbstoffe des Chlorophyllkorns.

Von Prof. Dr. Friedrich Czapek, Prag.

Das soeben erfolgte Erscheinen des umfassenden Werkes von *Rich. Willstätter* und *Arthur Stoll*: „Untersuchungen über Chlorophyll“¹⁾, welches die seit acht Jahren unter Aufwendung enormer Arbeitsleistung fortgesetzte Erforschung des Blattgrüns durch *Willstätter* und dessen Schüler in trefflicher Darstellung vor Augen führt, gibt uns die willkommene Gelegenheit, einen Rückblick auf diese so wichtigen biochemischen Errungenschaften zu werfen, die mit außerordentlichem Scharfsinn und Geschick und mit großem Aufwande materieller Mittel Resultate gezeitigt haben, welche sich würdig den berühmten Ergebnissen der Arbeitsserien *Emil Fischers* über die Zucker, Purinbasen und Polypeptide zur Seite stellen.

Vor zwölf Jahren lenkte die Entdeckung des genialen *Nencki*, daß Chlorophyll und Blutfarbstoff bei eingreifender Reduktion zu äußerst ähnlichen Pyrrolderivaten: „Hämopyrrol“, abgebaut werden, im Vereine mit den durch *Tschirch* festgestellten spektroskopischen Beziehungen zwischen Blatt- und Blutfarbstoff die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich. Dies war in der Tat der erste Hinweis auf die dem Chlorophyll zugrunde liegende chemische Konstitution. Im übrigen war aber vor den Arbeiten *Willstätters* die Natur aller bisher gewonnenen Abbauprodukte des Blattgrüns durchaus ungewiß, da seit jeher bei der Charakterisierung der Blattpigmente und deren Derivate der spektroskopischen Methodik viel zu großes Vertrauen entgegengebracht worden war, und man die exakte Abtrennung chemisch genügend definierter Produkte sehr vernachlässigt hatte. Die durch diese Unsicherheit veranlaßte Skepsis mag die Schuld daran tragen, daß alte, richtige Angaben, wie jene von *Stokes* über die Dualität der grünen Blattfarbstoffe, trotz neuerlicher Bestätigungen durch gute Beobachter wie *Tswett*, nicht beachtet wurden und die bedeutungsvollen mikroskopischen Studien von *Borodin* und von *Monteverde* über „kristallisiertes Chlorophyll“ unausgewertet blieben.

Nicht einmal eine verlässliche Methode zur Abtrennung unzersetzten Chlorophylls aus Pflanzenblättern fand *Willstätter* am Beginne seiner Arbeiten vor, sondern nur traurige Erfahrungen über die leichte Zersetzbarkeit von chlorophyllhaltigen Blätterextrakten, die jeder Präparationstechnik spottete. Altbekannt waren aber zwei Tatsachen. Einmal, daß man durch Behandlung weingeistiger Blattauszüge mit Alkalilauge schön grüne Stoffe erhält, die, abweichend vom natürlichen Chlorophyll, in Wasser löslich sind; zum anderen die Erfahrung, daß bereits bei gelinder Säureeinwirkung die grüne Chlorophyllfarbe der Auszüge nach Oliv-

braun umschlägt. Daß *Willstätter* von diesen beiden Tatsachen ausgehend intuitiv eine Richtschnur für eine lange Kette erfolgreicher Arbeiten fand, ist ein neuer Beweis dafür, wie mitunter alltägliche Erfahrungen, an denen Hunderte von Forschern achtlos und machtlos vorbeigehen, in den Händen eines Einzelnen zum Keime der weitgehendsten Fortschritte werden. *Willstätter* sagte sich einfach und richtig, daß es sich bei der Alkali-einwirkung auf das Chlorophyll um eine Verseifung handeln muß, wobei das Alkalisalz einer sauren Gruppe erhalten wird, die offenbar durch die Säureeinwirkung sehr leicht zerstört wird. Hingegen greifen Säuren die salzbildende Gruppierung nicht an und verseifen nicht, sondern verändern gerade die saure Komponente. Damit war der Gedanke gefaßt, daß wir im Chlorophyll einen esterartigen Körper vor uns haben.

Die grünen Verseifungsprodukte der Alkalihydrolyse bezeichnet *Willstätter* allgemein als *Chlorophylline*. Man konnte dieselben trotz ihrer großen Zersetzlichkeit hinreichend rein abtrennen und stellte durch die Analyse fest, daß man in ihnen Magnesiumverbindungen vor sich hat. Die Reaktionen der Chlorophylline beweisen, daß keine Magnesiumionen aus ihnen abgespalten sind, sondern das Magnesium in komplexer Bindung vorliegt. In der Folge zeigte es sich, daß diese Magnesiumbindung sogar eingreifender Alkalibehandlung bei hohen Temperaturen widersteht, während unter Kohlensäureabspaltung nach und nach drei Carboxylgruppen verloren gehen. Die hierbei entstehenden Körper sind prächtig kristallisierende rotgefärbte Derivate, die unter dem Namen der „Phylline“ zusammengefaßt werden. Schließlich aber enthielt man ein carboxylfreies, nicht weniger als 8 % Magnesium enthaltendes Phyllin, welches, wie alle Phylline, 4 Atome Stickstoff auf 1 Mg enthält, das *Ätiophyllin* $C_{31}H_{44}N_4Mg$. Diese Substanz ist sehr bedeutsam, weil sie auch aus dem Hämatin gewonnen werden konnte. Die Ätiophyllingruppierung muß demnach dem Blatt- und Blutfarbstoff gemeinsam sein. Für das Chlorophyllin und den Chlorophyllfarbstoff selbst folgte aus diesem Abbau, daß sie als Tricarbonsäuren aufzufassen sind. Werden die Phylline mit Säure behandelt, so verlieren sie leicht ihr Magnesium und gehen in die gleichfalls rotgefärbten kristallisierenden *Porphyryne* über. Diese Reaktion gab nun *Willstätter* einen Fingerzeig, worin die am Chlorophyll selbst bei der Säureeinwirkung unter Verfärbung eintretende Reaktion besteht. Auch hier entsteht ein magnesiumfreies Produkt, welches besonders gut durch Behandlung mit alkoholischer Oxalsäure erhalten wird, das *Phäophytin*, ein wichtiges Ausgangsmaterial für viele Chlorophyllderivate. Das einst von *Hoppe-Seyler* beschriebene Chlorophyllan war nur unreines Phäophytin gewesen. Phäophytin, eine aschefreie wachsartige

¹⁾ Berlin, Julius Springer, 1913. VIII, 424 S., 16 Fig. u. 11 Taf. Preis geh. M. 18,—, geb. M. 20,50.

Substanz von olivbrauner Farbe, gibt mit Kupfer oder Zink ohne weiteres unter Komplexbindung grüne Derivate, ja *Willstätter* vermochte selbst durch die Einwirkung Grignardscher Lösung, z. B. Methylmagnesiumjodid, daraus das grüne magnesiumhaltige Chlorophyll wiederherzustellen. Verseift man das Phäophytin mit Alkali, so spaltet es einen fettartigen, ungesättigten primären Alkohol mit offener verzweigter Kohlenstoffkette ab, das *Phytol*, $C_{20}H_{39}OH$. Chlorophyll ist somit ein Phytol ester. Die mit dem Phytol verbundene Gruppierung wurde als Chlorophyllid bezeichnet. Das natürliche Chlorophyll ist somit Phytylechlorophyllid. Unzersetztes Blattgrün aus den verschiedensten Pflanzen lieferte stets 33 % Phytol. Doch knüpft sich an diese Feststellung eine Kette mühsam erworbener weiterer Erfahrungen über die Blattpigmente. Im Anfange zeigte es sich, daß der Phytolgehalt des Chlorophylls aus verschiedenen Pflanzenarten sehr ungleich war, ja manchmal ganz vermißt wurde. Die Aufklärung dieses Umstandes kam erst von der Untersuchung des nach *Monterverde* dargestellten „kristallisierten Chlorophylls“, welches alsbald als phytolfrei erkannt wurde. Es stellte sich aber auch heraus, daß gerade jene Pflanzen, die reichlich kristallisiertes Chlorophyll lieferten, ein Enzym enthielten, welches das gewöhnliche amorphe Chlorophyll in Phytol und Alkylechlorophyll spaltet. Daraus erklärte sich nun leicht, warum früher die Art und Weise der Chlorophyllextraktion einen so großen Einfluß auf den Phytolgehalt des Chlorophylls gehabt hatte. Dieses Ferment, die *Chlorophyllase*, ließ sich bisher allerdings noch nicht von dem bei der Chlorophyllextraktion zurückbleibenden Blattpulver trennen, und man war gezwungen, dieses Blattmehl als Enzympräparat zu verwenden. Es gelang schließlich auch, die Synthese des gewöhnlichen Chlorophylls aus Phytol und Äthylechlorophyllid durch das Enzym zu bewerkstelligen.

Eine der bemerkenswertesten Partien der ausgedehnten Arbeit *Willstätters* ist die Erforschung der Phäophytinspaltungsprodukte, welche bei der Alkaliverseifung neben Phytol auftreten. Es war ungemein weittragend, als erkannt wurde, daß hier verschiedene stark basische und verschieden gefärbte Produkte in Mischung vorliegen. Durch Ausschütteln der ätherischen Lösungen mit steigend konzentrierter Salzsäure gelang es, eine Fraktionierung dieser Mischung zu erreichen und eine Anzahl von Stoffen zu isolieren, die in indifferenten Lösungen olivgrün sind, neben einer Reihe von anderen, die schön rote Lösungen bilden: die *Phytochlorine* und die *Phytorhodine*. Als im Verlaufe der Arbeit die Präparation rascher und gleichmäßiger gestaltet wurde, sah man, daß sich von diesen Stoffen je ein Phytochlorin und ein Phytorhodin immer mehr in den Vordergrund stellten, so daß man bald zu der Ansicht kommen mußte, daß die übrigen Stoffe beider Reihen nur Mängeln in der Präparation und Umlagerungen ihren Ursprung verdanken. Das Phytochlorin e, $C_{34}H_{34}N_4O_5$, ist eine Tricarbonsäure, das Phytorhodin g, $C_{34}H_{34}N_4O_7$ eine Tetracarbonsäure. Wie ist nun das gemeinsame Auftreten die-

ser Verbindungen zu erklären? Beide lassen sich nicht ineinander überführen, und man konnte es auch ausschließen, daß sie Spaltungsprodukte eines größeren Molekels sind. Alles wies vielmehr darauf hin, daß schon im Phäophytin zwei Farbstoffe vorkommen, deren einer nur Phytochlorin, der andere nur Phytorhodin liefert. Dies erwies sich in der Tat als richtig. Aus der Lösung des Phäophytins in Petroläther konnte durch oftmaliges Ausschütteln mit wasserhaltigem Methylalkohol eine Fraktion erhalten werden, die nur Phytorhodin liefert, während der im Petroläther verbleibende grüne Farbstoff ausschließlich Phytochlorin e ergab. Dasselbe Verfahren führte auch beim magnesiumhaltigen Chlorophyll zum Ziele, so daß kein Zweifel mehr daran bestand, daß das natürliche Chlorophyll aus zwei Komponenten gebildet wird, die *Willstätter* als Chlorophyll a und b beschreibt. So besteht die von *Tswett* nachdrücklich verteidigte ältere Auffassung von *Stokes* und von *Sorby* über die Doppelatur des Chlorophyllfarbstoffes tatsächlich zu Recht. *Tswett* hatte die beiden Chlorophylle durch Adsorptionsanalyse abzutrennen vermocht.

Beide Chlorophylle stimmen bezüglich Magnesiumgehalt und Phytolgehalt genau überein. Die Elementaranalyse der schließlich rein dargestellten Farbstoffe ergibt nur einen Unterschied von 2 Wasserstoffatomen gegen ein Sauerstoffatom. Chlorophyll a entspricht wahrscheinlich der Formel $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$, und das Chlorophyll b der Formel $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Die Lösungen von a sind rein grün, jene von b blaugrün. Spektroskopisch sind deutliche Unterschiede vorhanden. Chlorophyll b zeigt eine Spaltung der Absorptionsbänder in Rot und Orange. Mit Alkali versetzt färbt sich die Lösung der Chlorophyllkomponente a gelb, jene der Komponente b rot. Die Mischung beider färbt sich mit Alkali, wie *Molisch* bereits vor längerer Zeit feststellte, vorübergehend braun. *Willstätter* hält es für wahrscheinlich, daß bei dieser Reaktion eine Änderung laktamartiger Bindungen im Chlorophyllmolekül unterläuft. Die Reindarstellung beider Chlorophylle ist durch *Willstätters* neueste Arbeiten vermöge der Einführung der Extraktion mit wasserhaltigem Aceton so weit vereinfacht, daß der Blattfarbstoff, nach den Worten unseres Forschers, heute mindestens ebenso leicht isoliert werden kann wie ein Alkaloid oder ein Zucker.

Wichtig war beim Studium des Chlorophylls die Erforschung der stets gemeinsam vorkommenden gelben Begleitfarbstoffe, deren Kenntnis früher von *Tschirch*, *Tswett* und anderen Biochemikern so weit gefördert worden war, daß man von zwei verschiedenen gelben Blattpigmenten sprechen durfte. *Willstätters* Nachprüfung ergab für das Carotin die Zusammensetzung $C_{40}H_{56}$, für das Xanthophyll die Formel $C_{40}H_{56}O_2$. Der letztere Farbstoff war vordem, obwohl er an Masse überwiegt, noch nicht in Substanz dargestellt worden. Beide Pigmente nehmen stark Sauerstoff auf. Braunalgen enthalten, wie schon *Sorby* und *Tswett* angaben, noch einen dritten carotinartigen Stoff, das *Fucoanthin* oder *Phycoanthin*, welches *Willstätter* gleichfalls zum ersten Male

darstellte. Es hat die Formel $C_{40}H_{54}O_6$ und geht mit Salzsäure viel leichter als die beiden anderen Pigmente in blaue Chlorhydrate über.

Diese methodische Durcharbeitung ermöglichte es nun, die Pigmente der Blätter auch quantitativ zu verfolgen, wobei man eine Lösung von Reinchlorophyll, respektive von Carotin und Xanthophyll, zum kolorimetrischen Vergleiche heranziehen muß. Statt Carotinelösung ließ sich auch hinreichend genau Kaliumbichromat bei diesem Vergleiche verwenden. 1 kg trockene Hollunderblätter, entsprechend 4 kg frischer Blattsubstanz, enthält nach Willstätter 8,48 g Chlorophyll, und zwar 6,22 g Chlorophyll a und 2,26 g Chlorophyll b; ferner 1,48 g Carotinoide, nämlich 0,55 g Carotin und 0,93 g Xanthophyll. Es kommt somit auf 1 Molekül Chlorophyll a und b 0,35 Molekül Carotinoide, auf 1 Molekül Chlorophyll a 0,36 Moleküle Chlorophyll b, und auf 1 Molekül Carotin 1,61 Molekül Xanthophyll. Jahreszeit, Tageszeit, Belichtung ergaben keine erheblichen Unterschiede bei den verschiedenen Pflanzenarten. Die Zahl der untersuchten Pflanzenarten ist noch nicht sehr groß. Die Abweichungen vom Durchschnitt des Farbstoffgehaltes betrugen bis 30 %. Bezüglich der Funktion der Blattfarbstoffe im Assimilationsprozeß stellt Willstätter eine interessante Hypothese auf, die sich jedenfalls experimentell weiter prüfen lassen wird. Er nimmt an, daß die Kohlensäure durch die Affinität der Magnesiumverbindungen angezogen werde, und das Magnesium, ähnlich wie in der Grignardschen Synthese, eine Bedeutung bei der Kondensation habe. Die Reduktion der Kohlensäure werde durch die Komponente a unter Verbrauch der absorbierten Lichtenergie bewerkstelligt. Hierbei oxydiert sich das Chlorophyll a zum Chlorophyll b, und diese wird unter Sauerstoffabspaltung wieder in die Komponente a zurückverwandelt. Ausgeschlossen ist es nach Willstätter nicht, daß sich die Carotinoide an dem Rückverwandlungsprozeß in Chlorophyll a beteiligen. Gegen eine Verknüpfung der Carotinoide mit der Chlorophyllfunktion wird man allerdings immer einwenden können, daß Carotinoide sehr oft ohne Chlorophyllbegleitung vorkommen. Ihre Bedeutung dürfte eher in der Sauerstofffixierung im Dienste der Atmung liegen, und vielleicht spielen sie auch in den Chloroplasten mit ihrer intensiven Lebenstätigkeit eine derartige Rolle. So bieten die Forschungen Willstätters dank ihrer erheblich verbesserten quantitativen Methodik viele neue Anregungen, und es steht zu hoffen, daß nun eine Ära neuer Erfolge in der Ernährungsphysiologie der Blätter anbrechen wird. Manche früher verbreiteten Ansichten bezüglich der Chemie des Chlorophylls dürften infolge der Arbeiten Willstätters nun endgültig verschwinden. Dies gilt in erster Linie von der durch Hoppe-Seydler zuerst vertretenen Lecithintheorie des Chlorophylls, die bis in die jüngste Zeit in Stoklasa einen eifrigen Verteidiger fand. Allein das reine Chlorophyll ist sicher phosphorfrei, und es ist daran nicht mehr zu zweifeln, daß man früher ein Quantum von Phospholipoiden mit dem Chloro-

phyllfarbstoff zusammen ausgefällt hatte, und diese Beimengungen als solche unerkant geblieben waren.

Sehr dankenswert ist die kurze Zusammenstellung grundlegender Versuche aus dem Gebiete der Chlorophyllchemie, die wohl bald in die botanischen Vorlesungen und Laboratoriumsübungen allgemeinen Eingang finden werden. Der Schlußabschnitt des Buches befaßt sich mit dem Abbau des Hämins, Untersuchungen, die mittlerweile in erweiterter Form in der „Zeitschrift für physiologische Chemie“ veröffentlicht worden sind.

Neuere Darstellungen künstlicher Edelsteine.

Von Prof. Dr. C. Doelter, Wien.

Seit den Arbeiten von Frémy, welchem die Darstellung des Rubins in tadelloser Weise zuerst gelang, sind große Fortschritte in der Synthese der Kunststeine erzielt worden. Sie betreffen allerdings nur Varietäten des Korunds, des Aluminiumsesquioxids oder der Tonerde. Über die älteren Arbeiten soll hier nichts weiter mitgeteilt werden, da, was Rubin anbelangt, in den letzten Jahren wenig Bemerkenswertes geleistet wurde, nachdem es dem Schüler Frémys, Herrn Verneuil, in Paris gelungen war, mittels eines Knallgasofens die Tonerde zu schmelzen und homogene Kristalle roten Rubins in so vollendeter Weise darzustellen, daß eine Unterscheidung schwer durchführbar ist.

Auf diese Unterscheidung wird noch später zurückzukommen sein. Die neueren Arbeiten betreffen insbesondere den Saphir und einige andere Korundvarietäten, den weißen und gelben Saphir sowie einen grünlichen Saphir.

Vor allem möchte ich betonen, daß ein Edelstein nicht als vollkommen dargestellt betrachtet werden kann, solange die Unterscheidung leicht ohne Anwendung genauer und komplizierter Untersuchungsmethoden geschehen kann. Dies war also bisher nur bei dem blutroten Rubin der Fall. Saphir war zwar schon früher hergestellt worden, aber dieser synthetische Saphir war un schwer von dem natürlichen zu unterscheiden, so wohl in ungeschliffener als in geschliffener Form, da er wohl die Farbe, aber nicht das Kristallsystem des Saphirs, die Doppelbrechung, und nicht einmal die chemische Zusammensetzung des natürlichen Saphirs besaß. Diese Kunstsaphire waren daher eigentlich gar keine, sondern es waren nur Imitationen, die zwar den Laien täuschen, aber einer näheren Untersuchung nicht standhalten konnten, da es leicht ist, diese Kunststeine als nicht doppeltbrechende Körper von dem doppeltbrechenden natürlichen Saphir zu unterscheiden. Auch fand R. Brauns, daß seine Dichte um volle 0,5 von der des Saphirs abwich.

Verneuil gelang es jedoch bald darauf Saphire herzustellen, welche die physikalischen Eigenschaften des wirklichen Saphirs besaßen; indessen war noch das Färbemittel zu finden,

das dem natürlichen entsprechen mußte. Die ersten Saphire scheinen noch durch Kobalt oder Chromsäure (?) gefärbt gewesen zu sein, und erst später gelang es ein Färbemittel zu finden, dessen Zusatz nicht nur ganz den natürlichen entsprechende Farben ergab, sondern auch in seiner chemischen Zusammensetzung wahrscheinlich eine Ähnlichkeit aufweist, oder wenigstens mit einem Teil der natürlichen Saphire übereinstimmt. Entscheiden läßt sich dies aus dem Grunde nicht, weil wir über das Färbemittel des Saphirs nicht genügend orientiert sind, da wir das der natürlichen Steine nicht mit Sicherheit kennen, daher die Übereinstimmung nicht auf dem Wege der chemischen Analyse, sondern nur indirekt erschlossen werden kann. Die Analyse des natürlichen Saphirs läßt nicht mit Sicherheit das Färbemittel erkennen, weil dieses in zu geringen Mengen vorhanden ist, als daß es durch unsere gewöhnlichen chemischen Reaktionen erkennbar wäre, und bei der Spektralanalyse zeigen sich die Linien verschiedener Metalle, so daß ein eindeutiger Schluß nicht möglich wäre. In Wirklichkeit ist also das Färbemittel des natürlichen Steins nicht mit Sicherheit bekannt.

Frémy und *Verneuil* vermuteten zuerst, daß bei Saphir wie bei Rubin Chromsäure das Färbemittel sei, weil sie bei der Herstellung des künstlichen Rubins mitunter auch Steine mit blauem Stich erhalten hatten. Man muß jedoch aus späteren Untersuchungen schließen, daß die natürlichen Saphire kein Chrom enthalten.

Dann wurde, wie erwähnt, Kobaltoxyd, welches auch in den Glasimitationen benutzt wird, zur Färbung verwendet. Erst später kam *Verneuil* auf die Idee, ein Gemenge von Titandioxyd (Titansäure) mit Eisenoxyd zu nehmen. Manche natürlichen Saphire, wie die von der Iserwiese, sind wahrscheinlich titanhaltig, sicher auch eisenhaltig, und es ist bemerkenswert, daß die Saphire der Iserwiese von Titaneisen, einer isomorphen Mischung von Eisenoxyd mit Eisenoxydultitanat, begleitet sind, daher dieses erwähnte Färbemittel wohl vorhanden sein kann. Was die schönen ceylonischen Saphire anbelangt, welche ja den Hauptanteil der im Handel erscheinenden Saphire bilden, so ist dieses Färbemittel zwar nicht als ganz ausgeschlossen zu betrachten, aber wie die Verfärbung mit Radiumstrahlen zeigt, doch nicht wahrscheinlich, oder wenn die Elemente Eisen und Titan wirklich in Betracht kommen sollten, so sind die betreffenden Verbindungen in einer Form vorhanden, welche dem Färbemittel der Kunstsaphire nicht entspricht: vielleicht ist der Unterschied in dem kolloiden Zustand zu suchen; ich will später noch auf diese Unterschiede der Färbungsmittel zurückkommen, bemerke aber bereits hier, daß die einzigen Unterscheidungsmittel, welche wir jetzt haben, besonders auf Verschiedenheiten des Färbemittels basieren.

Die künstlichen Saphire *Verneuils* wurden neu-lich von *A. J. Moses* untersucht; er fand die Härte genau von demselben Werte wie bei den natürlichen. Die spezifischen Gewichte waren bei verschiedenen Proben ungleich, 3,977—4,01; sie sind also etwas geringer wie bei den natürlichen. Die Kunststeine

zeigen ebenso wie die natürlichen Pleochroismus; dagegen zeigte die optische Untersuchung im polarisierten Licht bei einem der Steine einen kleinen Unterschied im Interferenzbild. Die Analyse ergab einen Gehalt an Titansäure von 0,11—0,13 %, also jedenfalls höher als bei natürlichen Saphiren.

Demnach ließe sich vielleicht im spezifischen Gewicht ein, wenn auch unbedeutender, Unterschied finden.

Es tritt die Frage auf, wie die künstlichen Saphire und Rubine von den natürlichen zu unterscheiden sind. Abgesehen von den subjektiven Unterscheidungsmerkmalen, mit welchen geübte Edelsteinhändler die künstlichen Steine von den wirklichen Rubinen unterscheiden wollen, wobei namentlich der Schmelz, die Seide, eine Rolle spielt, lassen uns die gewöhnlichen Methoden im Stich. Es wird auch gesagt, daß nach längerer Zeit die Kunstrubine matter werden sollen. Objektive Methoden, basiert auf Untersuchung der Härte, der optischen Eigenschaften, Dichte, versagen bei Rubin und wohl jetzt auch bei Saphir. Dagegen dürfte nach den Untersuchungen des Verfassers dieses Aufsatzes eine Möglichkeit vorliegen, die Unterscheidung durchzuführen, nämlich durch das Verhalten bei Bestrahlung mit Röntgen-, Radium- und Kathodenstrahlen, welche allerdings keine einfache ist; diese Strahlen bewirken Änderungen der Farbe.

Die Radiumstrahlung wäre namentlich bei Saphiren von Nutzen. Die meisten Saphire verfärben sich unter dieser Einwirkung und werden gelb; was bei Kunstsaphiren nicht zutrifft, diese werden violett; jedoch ist zu bemerken, daß die schwarzblauen Saphire von der Iserwiese nicht gelb wurden, sondern eher dunkler. Solche kommen allerdings im Handel kaum vor. Der durch Radiumstrahlung gelb gefärbte Saphir wird durch ultraviolette Strahlen wieder blau.

Wichtig ist auch das Verhalten der Kathodenstrahlen. Der Kunstrubin, wie er in den Fabriken von Boulogne hergestellt wird, verhält sich gegenüber Kathodenstrahlen verschieden von natürlichem Rubin (schon *Lecocq de Boisbaudran* hatte bei den ersten *Frémyschen* Rubinen Unterschiede beobachtet), indem letzterer nicht das starke Nachleuchten zeigt und auch ein anderes Phosphoreszenzlicht hat. Ein weiteres Unterscheidungsmittel fand ich beim Erhitzen in Kohlenoxyd, der natürliche Rubin wurde vorübergehend grau. Ob alle Rubine, auch der Birmarubin, sich so verhalten, kann ich nicht behaupten, da ich zwar mit solchen von verschiedenen Fundorten experimentierte, aber keinen unzweifelhaften Birmarubin zur Verfügung hatte. Möglicherweise ließe sich durch Fortsetzung derartiger Untersuchungen ein Unterscheidungsmittel finden.

Es zirkulieren auch unter dem Namen *Alexandrit* Kunststeine, welche allerdings darin eine gewisse Ähnlichkeit mit diesem haben, als sie eine ähnliche grüne Färbung bei Tageslicht mit dem natürlichen *Alexandrit* besitzen, außerdem aber auch eine charakteristische Eigenschaft des *Alexandrits* besitzen,

nämlich bei Lampenlicht himbeerfarben zu erscheinen. Somit wären sie also mit dem natürlichen Alexandrit nahezu ident, wenn auch die Färbung vielleicht etwas verschieden ist, ein wesentlicher Unterschied ist jedoch darin zu suchen, daß überhaupt eine ganz andere Verbindung vorliegt; während der natürliche Alexandrit ein Berylliumaluminat ist, besteht der Kunststein aus Tonerde, ist also ein Korund; auch kristallisiert der natürliche im rhombischen Kristallsystem, der künstliche ist als Korund rhomboedrisch. Es handelt sich also um eine Imitation und nicht um eine Synthese des Alexandrits, denn die Haupteigenschaften des wirklichen Alexandrits fehlen.

Von anderen Darstellungen seien noch erwähnt der gelbe und der weiße Saphir, welche aber geringe Bedeutung im Handel besitzen.

Bisher hatten die Fabrikanten von künstlichen Edelsteinen sich wenig mit dem *Smaragd* befaßt, denn die vor einigen Jahren aufgetauchten Produkte waren Gläser, welche zwar die Eigenschaften des Smaragds, wie chemische Zusammensetzung, Härte, Farbe und Dichte besaßen, welche jedoch in optischer Hinsicht leicht unterscheidbar waren, namentlich weil Doppelbrechung fehlte, ebenso der Dichroismus; es waren also auch nur Imitationen, gerade wie bei Alexandrit, wenn auch anderer Art.

Es ist *Smaragd* vor längerer Zeit durch den französischen Chemiker *P. Hautefeuille* dargestellt worden; er hatte gefunden, daß aus den Bestandteilen des Smaragds: Beryllerde, Tonerde und Kieselsäure sich nur ein Glas abscheidet, das aber durch Zugabe eines Kristallisationsmittels, als welches sich saures molybdänsaures Lithium erwies, kristallisiert erhalten werden kann; *Hautefeuille* und *Perey* erhielten in der Tat schöne grüne Kristalle, welche vollkommen dem Smaragd entsprechen. Leider sind sie zu klein, um verwertet zu werden.

In allerjüngster Zeit soll die deutsche Edelsteingesellschaft, welche viele der Korundvarietäten, die früher erwähnt wurden, in Handel gebracht hat, auch kristallisierte künstliche Smaragde, vollkommen den natürlichen ähnlich, hergestellt haben. Eine fachmännische Äußerung über diese liegt meines Wissens nicht vor, ebensowenig ist etwas über die Darstellungsweise bekannt.

Wir kommen jetzt zu dem wichtigsten der Edelsteine, dem *Diamanten*: Bekanntlich hat *H. Moissan* zuerst diamantähnliche Körper dargestellt, indem er Kohlenstoff in Eisen löste und abkühlen ließ, und zwar sehr rasch. *Moissan* glaubte zuerst, daß der Druck der Eisenmasse es war, welche bewirkte, daß sich Diamant bilde, während es jedoch auch möglich ist, daß weniger der Druck als die Art der Abkühlung für die Ausscheidung als Diamant maßgebend war. Die erhaltenen Diamanten waren sehr klein, und überdies war die Ausbeute eine überaus geringe, so daß die Art der Darstellung allerdings großes theoretisches Interesse hat, aber natürlich wegen der großen Kosten und der Unmöglichkeit, schleifbare Stücke zu erhalten, praktisch nicht verwertbar war.

Moissan erfand eine sehr geniale, wenn auch komplizierte Methode, um diese Diamanten aus dem erstarrten Eisenblock zu isolieren. Die Identifizierung geschah durch die Analyse und die mikroskopische Untersuchung. Bei letzterer ergab sich allerdings, was die Kristallform anbelangt, eine große Übereinstimmung, da sich Oktaeder wie bei den natürlichen Kristallen gebildet hatten — auch die Härte stimmte, da die Kriställchen alle anderen Körper ritzten. Die Analyse konnte jedoch nur mit der äußerst geringen Menge von 6 mg ausgeführt werden.

Wenn auch die Wahrscheinlichkeit vorliegt, daß die *Moissanschen* Diamanten wirklich solche waren, so ist doch eine Verwechslung mit Karbiden nicht ausgeschlossen, um so mehr, als gerade das charakteristische Merkmal, der Brechungsquotient, nicht bestimmt worden war.

Die weiteren Versuche von *J. Friedländer* und *v. Haßlinger* sind meiner Ansicht besser ausgefallen als die von *Moissan*. *Friedländer* verfolgte die Idee, Diamanten auf einem Wege darzustellen, welcher dem der Natur entspricht. Er nahm Olivin als Lösungsmittel und erhielt Kriställchen, welche den Diamanten in ihren kristallographischen Eigenschaften, der Härte usw. durchaus entsprachen. *J. v. Haßlinger* hat diese Versuche in etwas abgeänderter Weise wieder aufgenommen und hat Resultate erhalten, welche als die günstigsten bezeichnet werden müssen. Man kann daher mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß es sich hier um wirkliche Diamanten gehandelt hat; allerdings ist auch in diesem Falle, wie bei den übrigen vorhergenannten Versuchen, nicht der Brechungsquotient bestimmt worden.

Überhaupt gibt es Karbide, welche zwar, wenn größere Mengen davon vorhanden sind, leicht zu erkennen sind, namentlich wenn eine chemische Untersuchung durchführbar ist, welche aber, wenn nur kleine Körner oder Kriställchen vorliegen oder gar, wenn es sich um mikroskopische Präparate handelt, nicht ohne weiteres bestimmt werden können. Ich glaube, daß es sich in manchen Fällen um Karbide und nicht um wirklichen Diamant gehandelt hat, denn außer den erwähnten Versuchen sind noch viele ausgeführt worden, welche angeblich Diamantbildung ergeben haben sollen.

Viel Aufsehen erregten seinerzeit (1880) die Versuche von *J. B. Hannay*, welcher diamantartige Körper erhalten haben soll. Er zersetzte unter Druck stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen bei heller Rotglut in Gegenwart von Magnesium, Natrium oder Lithium.

Es wurde auch die direkte Umwandlung der Kohle in Diamant versucht, so von *Despretz* im elektrischen Lichtbogen, wobei *Despretz* Diamant erhalten zu haben glaubte, was aber einer Untersuchung von *M. Berthelot* zufolge nicht richtig war, da sich wieder Karbide gebildet hatten. Neuere ähnliche Versuche wurden von *Q. Majorana* ausgeführt; er erhitzte auch im elektrischen Lichtbogen, ließ aber in einem eigens konstruierten Apparat auch hohen Druck einwirken, welchen er durch flüssige Kohlensäure erzielte. *M. La Rosa* versuchte neulich,

Zuckerkohle zum Schmelzen zu bringen, ebenfalls im selbsttönenden Lichtbogen; wobei er durchsichtige Kristalle erhielt, welche Rubin ritzen und deren Dichte 3,2 war. Ich vermute, daß es wieder Karbide waren.

W. von Bolton glaubte ebenfalls, Diamant erhalten zu haben, als er Kohlenwasserstoffe mit Amalgamen zerlegte. Diamant soll sich nach seiner Ansicht bei langsamer Abscheidung bilden, wenn man als sogenanntes Impfmittel Diamant benutzt. Er meint, daß also die Gegenwart kleiner Mengen natürlichen Diamants die Abscheidung der Kohle in Diamantform begünstigt. Der Prozeß dauerte 4 Wochen. Es läßt sich nicht aus der Beschreibung mit Sicherheit erkennen, ob wirklich Diamant vorliegt, nach der Abbildung zu schließen, wäre dies nicht unmöglich.

Vor kurzem hat der Amerikaner H. Fisher die früher erwähnten Arbeiten H. Moissans aufgenommen und, von der Erwägung ausgehend, daß die Abkühlungsgeschwindigkeit maßgebend für die Diamantbildung sei, eine besondere Vorrichtung getroffen, damit die schmelzflüssige kohlenstoffhaltige Eisenmasse direkt aus dem Tiegel in ein Wassergefäß gestürzt wird.

Weitere Abänderungen des Moissanschen Versuchs wurden von A. Ludwig, dann von H. Hoyer-mann, durchgeführt, wobei letzterer von der Eigenschaft der Metalle, Silber, Eisen, Lithium (auch Titan), Kohlenstoff zu lösen, ausging. Ob sich Diamant bildete, ist sehr unsicher.

Endlich wäre noch zu erwähnen, daß Burton ein calciumhaltiges Blei als Lösungsmittel für Kohle benutzte; während der Zersetzung der Legierung durch Wasserdampf bei Rotglut soll sich Diamant ausscheiden.

Vor ganz kurzer Zeit will ein Franzose, Boismenu, Diamant dadurch erhalten haben, daß er Calciumkarbid in geschmolzenem Zustande mit Kohlenelektroden elektrolysierte. Bei langer Einwirkung des Stromes soll sich das Karbid unter Abscheidung von Kohle zerlegen, und fand er an der Kathode kleine Kriställchen, welche in Härte, Kristallform mit Diamant übereinstimmen sollen. Juweliere sollen ihre Übereinstimmung mit Diamanten anerkannt haben. Weitere Mitteilungen sollen darüber folgen. Vorläufig läßt sich über die erhaltenen Produkte kein Urteil fällen.

Jedenfalls läßt sich sagen, daß eine praktisch verwertbare Methode der künstlichen Diamantbildung derzeit noch nicht vorliegt.

Die bisherigen Resultate zeigen, daß die Darstellung künstlicher Edelsteine immer mehr fortschreitet. Eine andere Frage ist die, auf welche Art der Edelsteinhandel sich gegen die synthetischen Produkte wehren soll, welche ihm sehr viel Verlust einbringen. Manche Schriftsteller sind sogar so weit gegangen, daß sie erklärten, man könne einen künstlichen Rubin einfach als Rubin bezeichnen. Dies ist jedenfalls unrichtig; denn zur Definition eines Minerals gehört die Ursprünglichkeit, also die Eigenschaft als Naturprodukt; diese ist gerade bei Edelsteinen sehr wichtig, denn der Käufer legt vor allem Wert auf die Seltenheit und nicht nur auf

den Glanz und andere Eigenschaften. Man muß daher immer von Kunstrubin, Kunstsaphir sprechen; der noch immer gebrauchte Name „reconstruit“ ist zu verwerfen, da es sich ja nicht wie bei den allerersten Kunstrubinen um Umschmelzungsprodukte kleiner Steine mehr handelt.

Das natürliche Abwehrmittel besteht in der Auf-findung von Methoden zur Unterscheidung der natürlichen Steine von den Kunststeinen. Zu diesem Zweck müßten Untersuchungsanstalten zur Prüfung der Steine auf Echtheit errichtet werden; denn es gibt doch noch, wenn auch nur sehr feine Unterscheidungsmittel, welche von geeigneten Fachleuten weiter zu entwickeln sind.

Als geeignete erfolgreiche Methoden sind die mikroskopische Untersuchung, dann die Prüfung physikalischer Konstanten in Aussicht zu nehmen, besonders aber das Verhalten gegenüber den Kathoden- und Radiumstrahlen wäre weiter zu untersuchen. So hat kürzlich A. Pochettino gezeigt, daß das Kathodolumineszenzlicht beim künstlichen Saphir dichroitisch ist, während der natürliche Saphir diese Eigenschaft nicht zeigt. Darin liegt eine gute Unterscheidungsmöglichkeit, und auf diesem Wege müssen die Untersuchungen weitergeführt werden.

Herders Verhältnis zu modernen Naturanschauungen.

Von Dr. J. H. F. Kohlbrugge, Utrecht.

Drei in letzter Zeit erschienene Arbeiten über Herder¹⁾ geben mir Anlaß, um die Bedeutung der Herderschen „Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit“ für den Naturforscher kurz zu erörtern, wobei ich von meinen noch nicht veröffentlichten Studien zur Geschichte der Evolutionstheorie ausgehen kann.

Es erscheint mir absolut notwendig, daß Herder auf Grund solcher historischen Studien und demnach im Lichte seiner Zeit betrachtet werde. Dann wird sich auch wohl zeigen, daß die Widersprüche, auf welche man bei den verschiedenen Autoren²⁾ stößt, die über Herder geschrieben haben, sich dadurch erklären lassen, daß den meisten früheren Betrachtungen die historische Grundlage fehlte oder doch eine ungenügende war. Auch verlor man meist aus dem Auge, daß so viele Worte zu Herders Zeit eine andere Bedeutung hatten als heute. Andere gingen von vorgefaßten Anschauungen aus, indem sie z. B. von der großen Bedeutung Herderscher „Ideen“ für die Nachwelt sprachen, als ob dies eine unumstößliche Wahrheit sei, während diese Behauptung doch erst historisch bewiesen werden muß, auch dann, wenn sie von Goethe her stammt. Weiter sei mir die psychologische Bemerkung gestattet, daß ganz wie ein jeder, der seinen Stammbaum anfertigt, stark geneigt ist, diesem die schönste Form zu geben, warum er auch das Zweifelhafte und Unerwiesene als unumstößliche Wahrheit darstellt, ebenso auch die meisten Schriftsteller, die an irgendeine literarische Größe herantreten, geneigt sind, dieser viel

mehr zuzuschreiben als sie je geistig geleistet hat. Dadurch erscheint ja auch die eigene Arbeit wichtiger. Darum soll der Historiker, wegen dieser psychologischen Eigenart des Menschen, ganz wie der Genealoge, in erster Linie Skeptiker und Kritiker sein und an jede solche Arbeit mit der Überzeugung herantreten, daß manches übertrieben sein dürfte, und daß er nur das, was klar und hell bewiesen ist, als tatsächlich annehmen darf. Die poetischen und romantischen Naturen so eigene Heldenverehrung kann die Geschichte ebenso schädigen, wie mancher Naturforscher halb unbewußt seine Beobachtungen fälscht, wenn diese nicht mit den herrschenden Theorien übereinstimmen. Dadurch erklärt sich vieles.

Zunächst möchte ich nun feststellen, daß deszendenztheoretische Gedanken lange vor dem Erscheinen der Herderschen „Ideen“ bekannt waren.

Um nicht weitläufig zu werden, will ich die Uranfänge der Deszendenztheorie unberücksichtigt lassen und hier nur erwähnen, daß eine ausgearbeitete Deszendenztheorie schon 1748 durch *B. de Maillet* in die Wissenschaft eingeführt wurde, dessen Buch³⁾ viele Auflagen erlebte. Weiter glaubten an leibliche Deszendenz bei der Entstehung der Formen: *Mauvertuis* (1751—1768), *Needham* (1749), *del de Sales* (1777), *Fabricius* (1788⁴⁾) und andere, bevor *Herder* sich an die Niederschrift seiner Ideen machte.

Für den Menschen wurden solche Auffassungen übrigens besonders durch *Rousseau* (1754) propagiert, dessen Ausführungen⁵⁾, daß der Mensch erst ein vierfüßiges Tier gewesen sei, großes Aufsehen erregten. Seine philosophischen Gedanken erhielten dann aber erst ein naturwissenschaftliches Gepräge durch den Italiener *Moscatti* (1771), dessen auf anatomischer und physiologischer Grundlage verteidigte Ansichten⁶⁾ in mehrere Sprachen übersetzt wurden und großen Einfluß gewannen, so daß er viele hervorragende Zeitgenossen beeinflusste.

Diese materialistisch - deszendenztheoretische Strömung, wenn sie auch keine anhaltende war, muß man gut im Auge behalten, wenn man die Äußerungen der Zeitgenossen verstehen will. *Kant*, der später nichts von der Deszendenz wissen wollte, besprach *Moscatti* (1771) in fast sympathischer Weise, ebenso wurden *Goethe*⁷⁾, *Schiller* (unten) und auch *Herder* vorübergehend beeinflusst. Andere, wie *Blumenbach*, *Camper*, *Lavater*, stemmten sich mit aller Kraft gegen diesen Strom, der denn auch so schnell im Sande verlief, daß die sympathischen Äußerungen eines *Kant*, *Schiller*, *Goethe*, *Herder* fast wie Jugendsünden zu betrachten sind, die sie später lieber unerwähnt ließen⁸⁾.

Goethe brachte diese Strömung zu seinen Studien über den Zwischenkiefer, die er dann 30 Jahre lang wegschloß, um sie erst zu veröffentlichen, als obengenannte Strömung ganz vergessen war. *Kant* machte die allzu freundliche Kritik *Moscattis* dadurch wett, daß er an den Stellen, wo er später die Deszendenztheorie erwähnte, diese als wilde Phantasie zurückwies⁹⁾. So auch in seiner Kritik Herderscher „Ideen“.

Wir lassen die Frage einstweilen noch offen, ob die „Ideen“ *Herders* wirkliche Deszendenz lehren. Sicherstellen wollen wir nur, daß *Herder* zu der Zeit, als er seine „Ideen“ niederschrieb, sich intensiv mit solchen Fragen beschäftigte, ja beschäftigen mußte, da er sich redlich bemühte, die naturwissenschaftliche Literatur seiner Zeit zu durchforschen. — Das er letzteres tat, zeigen die literarischen Notizen zu seinen „Ideen“; weiter bringen *Suphan* und *May* darüber Näheres (l. c. S. 9—16).

Daß er die oben angewiesene Richtung kannte, wissen wir besonders auch dadurch, daß er 1784 eine Vorrede schrieb zu der deutschen Übersetzung des Buches von *Lord Monboddo*¹⁰⁾, um dieses damit bei den deutschen Lesern einzuführen. Zwar hob er hervor, daß er nicht immer mit dessen Inhalt übereinstimme, jedenfalls hatte er es aber durchgelesen und leicht hätte man ihn mit dem Verfasser identifizieren können, der mit *Rousseau*, *Moscatti*, *Fabricius* u. a. zu den Verteidigern der tierischen Abstammung des Menschen gerechnet wurde¹¹⁾. Allerdings war diese Behauptung auch für *Monboddo* nicht ganz richtig, denn wenn er auch Orang-Utan und Mensch so dicht nebeneinander stellte, daß jede Grenze zu verschwinden schien, so verwarf er doch (wie auch *Hermann*) den Gedanken an fleischliche Abstammung¹²⁾. Trotzdem war letzteres die natürliche Konsequenz seines Buches. *Hermann*¹³⁾ nannte ich hier noch, weil er als Universitätslehrer in Straßburg wohl *Goethe* und *Herder* bekannt war, jedenfalls aber durch seine Freundschaft zu *Loder* in Jena den Weimarer Kreis beeinflussen konnte. *Herders* weitgehende Parallelisierung zwischen Mensch und Orang-Utan erklärt sich aus der oben angewiesenen Literatur. Daß *Herder* und *Goethe* denn auch viel über solche Fragen nachdachten und darüber sprachen¹⁴⁾, bezeugen uns weiter die oft zitierten Worte der Frau von Stein: „*Herders* neue Schrift macht es wahrscheinlich, daß wir erst Pflanzen und Tiere waren. *Goethe* grübelt gar denkerisch in diesen Dingen.“ Man beachte nun aber, daß sie diese Worte schon am 1. Mai 1784 an *Knebel* schrieb, während *Herder* die Vorrede zu seinen „Ideen“ vom 23. April desselben Jahres datierte. Wenn *Herder* diese Vorrede nun auch nach Beendigung des ersten Bandes geschrieben haben mag, so ist es doch undenkbar, daß sieben Tage später schon die gedruckte Schrift der Frau von Stein vorliegen und von ihr gelesen sein konnte. Ihre Auffassung beruhte also nur auf den mündlichen Besprechungen des Manuskripts, die in ihrer Gegenwart zwischen *Herder* und *Goethe* stattgefunden hatten. Dabei müssen auch die damals zirkulierenden Gedanken über die Deszendenz des Menschen erörtert worden sein, da ja ein jeder *Moscatti*, *Rousseau*, *Monboddo* gelesen hatte, die *Herder* ja auch alle zitierte.

Während *Herder* sich mit solchen Auffassungen beschäftigte, wird er vermutlich auch die in seinem Nachlaß gefundenen Worte notiert haben, die ich bei *Hansen* (l. c.) finde:

„In welcher Welt war ich, ehe ich hier.

Was werde ich sein;
Zusammenhang der Geschöpfe; große Geister,
Vielleicht empfinden die Pflanzen, wie wir,
Ich bin ein Tier gewesen.“

Dabei bleibt dann immer noch die Frage offen, ob er diese Gedanken nur notierte, um darüber nachzudenken, oder ob sie auch seine (wenn auch nur vorübergehende) Überzeugung wiedergaben.

In derselben Periode schrieb *Schiller*:

„Brücken vom Instinkte zum Gedanken,
Angeflicket an der Menschheit Schranken,
Wo schon gröbere Lüfte wehn.
In die Kluft der Wesen eingekeilet,
Wo der Affe aus dem Tierreich geilet,
Und die Menschheit anhebt aufzustehen“⁽¹⁵⁾.

Über *Goethe* habe ich mich in meinen „Historisch-kritischen Studien“ geäußert, auch er kam zeitweise unter *Moscatis* Einfluß. Daraus geht nun folgendes hervor: Erstens, daß *Herder* die Deszendenztheorie in bezug auf den Menschen sehr wohl gekannt hat, daß er sie mit *Goethe* besprochen, und daß beide vorübergehend beeinflusst worden sind. Zweitens, daß *Herder* solche Gedanken, soweit er sich diese überhaupt aneignete, von anderen Schriftstellern übernahm, daß darum von einer Vorläuferschaft *Herders* in bezug auf *Darwin* hier nicht die Rede sein kann. *Rousseau*, *Moscatis* und andere waren Vorläufer *Darwins*, nicht aber *Herder*, *Schiller*, *Goethe*, die sich sehr bald wieder dieser Richtung entzogen, die sie später niemals propagierten, ja sogar das Streben anderer in dieser Hinsicht negierten⁽¹⁶⁾.

Vorübergehende Aufwallungen haben keinen Einfluß auf die Entwicklung der Wissenschaft, für diese ist denn auch nur das wichtig, was die Autoren in ihren Schriften ausführlich dargelegt haben, und nur danach sollte man sie beurteilen. Darum haben wir genauer zu untersuchen, was die „Ideen“ *Herders* in dieser Hinsicht bringen.

Verweilen wir zunächst bei der Genesis des Menschen. Im dritten Buche (VI, 2) stellt *Herder* sich sofort in scharfen Gegensatz zu *Rousseau*. Der Mensch war niemals ein vierfüßiges Tier, wäre er es gewesen, dann wäre er es heute noch, oder ein neues Schöpfungswunder hätte ihn umbilden müssen. „Kein Geschöpf, das wir kennen, ist aus seiner ursprünglichen Organisation gegangen und hat sich ihr zuwider eine andere bereitet, da es ja nur mit den Kräften wirkte, die in seiner Organisation lagen, und die Natur Wege genug wußte, ein jedes der Lebendigen auf dem Standpunkt festzuhalten, den sie ihm anwies.“ Die folgenden Worte: „Beim Menschen ist auf die Gestalt, die er jetzt hat, alles eingerichtet“ sind direkt gegen *Moscatis* gerichtet, der das Gegenteil behauptet hatte⁽¹⁷⁾. Seinen aufrechten Gang erhielt der Mensch denn auch durch einen besonderen Schöpfungsakt, wie aus den weiter folgenden Zeilen hervorgeht.

Gegen *Monboddo* wendet er sich dort (Buch VII, 1), wo er dessen Behauptung über geschwänzte Menschen zurückweist und den Orang-Utan den Tieren zuweist. Es könne der Orang-Utan sich denn auch nicht vervollkommen und

niemals die Sprache erlangen, was *Monboddo* wohl annahm. „Und ginge man noch weiter, gewisse Unformlichkeiten unseres Geschlechts (heute nennen wir das Atavismen) genetisch vom Affen herzu-leiten, so dünkt mich, diese Vermutung sei ebenso unwahrscheinlich wie entehrend.“ „Wahrlich, Mensch und Affe sind nie ein und dieselbe Gattung gewesen.“ „Du aber, Mensch, ehre dich selbst. Weder der Pongo noch der Longimanus (Gibbon) ist dein Bruder.“

Wie der Mensch selbst durch einen besonderen Schöpfungsakt entstand, so auch seine Sprache (Buch IX, 3): „Sobald der Mensch, durch welchen Gott oder Genius es geschehen sei, auf den Weg gebracht war, eine Sache als Merkmal sich zuzueignen, und dem gefundenen Merkmal ein willkürliches Zeichen zu substituieren, d. i. sobald auch in den kleinsten Anfängen Sprache der Vernunft begann, sofort war er auf dem Wege zu allen Wissenschaften und Künsten.“

Es versteht sich nach obigem wohl von selbst, daß *Herder* für die Menschenrassen einen durchaus monogenetischen Standpunkt einnahm, wie viele Stellen (Buch VII, 1, 2, 4) zeigen. Er kannte die Evolution nur in dem beschränkten Sinne, daß sie uns die Entwicklung vom wildesten Naturmenschen bis zur Zivilisation zeigt (Buch VII, 1). An die Möglichkeit einer Paläontologie des Menschen, wie sie noch zu seinen Lebzeiten *Ballenstedt* verteidigte, dachte er überhaupt nicht. Jedenfalls war der Mensch stets Mensch gewesen.

Das genügt, um zu zeigen, daß *Herder* beim Niederschreiben seiner „Ideen“ sich ganz von dem Einfluß der Deszendenztheoretiker losgerissen hatte, soweit diese den Ursprung des Menschen behandelten. Frau v. *Stein* hat also nicht nach dem Buche, sondern nur nach den von ihr zugehörten Gesprächen geurteilt, die auch über solche Dinge handelten, welche nicht die Zustimmung der beiden Freunde fanden. Das hatte sie wohl nur halb begriffen. Soviel steht fest, daß das, was wir oben aus den „Ideen“ mitteilten, eine vollständige Zurückweisung der Deszendenztheoretiker ist.

Herder verwarf die Deszendenz aber nicht nur für den Menschen, sondern auch für die anderen organischen Wesen, da er ein Anhänger der Konstanz der Art war. Dafür gaben wir oben bereits ein Zitat. Andere finden sich leicht (Buch IV, 4): „Die feste ordnungsreiche Mutter hat also die Wege genau bestimmt, auf denen eine organische Kraft, sie sei herrschend oder dienend, zur sichtbaren Wirksamkeit gelangen sollte, und so kann ihren einmal bestimmten Formen nichts ent-schlüpfen.“ Noch deutlicher ist (Buch VII, 5): „Niemand z. B. wird verlangen, daß in einem fremden Klima die Rose eine Lilie, der Hund ein Wolf (das Umgekehrte nahmen viele an) werden soll; denn die Natur hat genaue Grenzen um ihre Gattungen gezogen und läßt ein Geschöpf lieber untergehen, als daß es ihr Gebilde wesentlich ver-rücke oder verderbe“⁽¹⁸⁾. Weiter unten wird noch ein viertes hier einschlagendes Zitat folgen. *Herder* kennt nur die Variationen innerhalb der Spezies (Buch II, 3) und so auch den abändernden Ein-

fluß der Domestikation, der lange vor ihm von zahllosen Schriftstellern anerkannt worden war¹⁹⁾ und nur Rassen hervorrufen kann. Es muß geradezu auffallen, daß *Herder* die Konstanz der Spezies so scharf verteidigte, während doch das Gegenteil von einigen Dutzend Naturforschern²⁰⁾ längst behauptet worden war. Verglichen mit diesen ging er also ganz wie *Goethe* einen Schritt rückwärts.

Ofter ist hervorgehoben worden, daß *Herder* bereits den Streit um die Existenz gekannt habe. Er wußte allerdings, daß „die ganze Schöpfung in einem Kriege ist, alles ist im Streit gegeneinander, weil alles selbst bedrängt ist; es muß sich seiner Haut wehren und für sein Leben sorgen“.

Was will man nun aber mit solchen Zitaten beweisen? Dieser Gedanke des Kampfes aller gegen alle ist doch weit älter als *Herder*, er stammt ja schon von *Aristoteles* und *Heraklit* her und wurde dann unzählige Male wiederholt²¹⁾. Prädarwinistisch würde der Gedanke nur sein, wenn der Kampf mit einem selektiven Erfolg verbunden worden wäre, und soweit gingen damals nur sehr wenige²²⁾; *Herder* gehörte gewiß nicht zu ihnen. — *Kant* griff *Herders* Schrift sofort nach ihrem Erscheinen an (*Allgemeine Literaturzeitung*. Jena 1785) und man hat wohl behauptet, daß dieser Angriff *Kants* sich gegen *Herders* deszendenztheoretische Neigungen richte. Es ist mir ganz unverständlich, wie man dies aus der *Kantschen* Kritik hat herauslesen können. *Kant* sträubte sich in dieser Kritik gegen das allzu Metaphysische, allzu Poetische in *Herders* Darstellung. Und, wie *May* so richtig schreibt (S. 21): „Scharfe Verstandesbegriffe wie bei *Lessing* und *Kant* sucht man bei *Herder* vergebens.“ Das mußte einem Manne wie *Kant* allerdings auch höchst unsympathisch sein:

„Aber ebensowenig (Kritik zum 2. Teil) wollen wir hier untersuchen, ob nicht der poetische Geist, der den Ausdruck belebt, auch zuweilen in die Philosophie des Verfassers eingedrungen; ob nicht hier und da Synonymen für Erklärungen und Allegorien für Wahrheiten gelten, ob nicht statt nachbarlicher Übergänge aus dem Gebiete der philosophischen in den Bezirk der poetischen Sprache zuweilen die Grenzen und Besitzungen von beiden völlig verrückt seien, und ob an manchen Orten das Gewebe von kühnen Metaphern, poetischen Bildern, mythologischen Anspielungen nicht eher dazu diene, den Körper der Gedanken wie unter einer Vertugade (Wulst von Frauenröcken) zu verstecken, als ihn wie unter einem durchscheinenden Gewande angenehm hervorschimmern zu lassen.“

„Desto mehr ist aber zu wünschen (Kritik zum 1. Teil), daß unser geistvoller Verfasser in der Fortsetzung des Werkes, da er einen festen Boden vor sich finden wird, seinem lebhaften Genie einigen Zwang auflege, und daß Philosophie, deren Besorgung mehr im Beschneiden als Treiben üppiger Schößlinge besteht, ihn nicht durch Winke, sondern durch bestimmte Begriffe, nicht durch gemutmaßte, sondern beobachtete Gesetze, nicht vermittels einer, es sei durch Metaphysik oder durch Gefühle beflügelten Einbildungskraft, sondern durch eine im Entwürfe ausgebreitete, aber in der Ausbildung be-

hutsame Vernunft zur Vollendung seines Unternehmens leiten möge.“

Niemals ist es *Kant* eingefallen, *Herder* deszendenztheoretischer Auffassungen zu beschuldigen; ich habe mich immer darüber gewundert, daß ihm auch niemand sein Mitwirken bei der Herausgabe des Monboddoschen Buches übelgenommen oder daraus Schlüsse im obigen Sinne gezogen hat. Soweit er sich hierdurch eine Blöße gegeben hatte, hatte er diese aber auch durch seine teleologischen Auseinandersetzungen in den Ideen wieder zudeckt.

An zwei Stellen erwähnt *Kant* die Abstammungslehre, aber nur um hervorzuheben, daß *Herdersche* Gedanken konsequent und logisch weitergedacht, zur Abstammung leiten würden, wobei er aber sofort hervorhebt, daß *Herdern* selbst solche Gedanken fern liegen. Gegen diese Beurteilung hat *Herder*, wie *Noll* (l. c. S. 330) hervorhebt, denn auch in seinen Briefen niemals protestiert. Hingegen findet man bei *Kant* selbst Stellen, die sich viel mehr an die von *Rousseau* anschließen als die Ideen *Herders*.

Ich begreife also nicht, wie man die *Kantsche* Kritik als einen Beweis für *Herders* Hinneigung zur Deszendenztheorie hat hinstellen können.

Herder ist in der ganzen Schrift ein gläubiger Monotheist (oder Monist im Sinne *Spinozas*), wenn er auch häufig die Natur personifiziert. Dies erklärt er dann aber (Vorrede) in folgender Weise: „Die Natur ist kein selbständiges Wesen, sondern Gott ist Alles in seinen Werken; indessen wollte ich diesen hochheiligen Namen, den kein erkenntliches Geschöpf ohne die tiefste Ehrfurcht nennen sollte, durch einen öfteren Gebrauch, bei dem ich ihm nicht immer Heiligkeit genug verschaffen konnte, wenigstens nicht mißbrauchen. Wem der Name Natur durch manche Schriften unseres Zeitalters sinnlos und niedrig geworden ist, der denke sich statt dessen jene allmächtige Kraft, Güte und Wahrheit und nenne in seiner Seele das unsichtbare Wesen, das keine Erdensprache zu nennen vermag.“

Herder ist denn auch stets Teleologe, wenn er auch die Teleologie verwirft, wobei er dann ganz wie *Goethe* immer nur die Teleologie verurteilte, welche glaubte, alles in bezug auf den Menschen erklären zu können. Ganz Teleologe ist er, wenn er in der Vorrede schreibt, „von dem Plan des Schöpfers“, oder „Religion ist die älteste und heiligste Tradition der Erde“ (Buch IX, 5). In wie beschränktem Sinne er die Evolution für den Menschen auffaßte, haben wir oben bereits gezeigt. Trotzdem war er Evolutionist wie fast alle seine Zeitgenossen, es war aber eine metaphysische Evolution. Sie wurde nicht durch Naturnotwendigkeiten bedingt, sondern sie war die stufenweise Materialisierung der Gedankenprozesse seiner spinozistischen Gottheit. So müssen (Buch I, 3) alle Evolutionen nach ewigen Gesetzen der Weisheit und Ordnung geschehen. Man lese weiter, wie im zweiten Buch (2 u. 3) die Evolution durchaus teleologisch gedacht wurde, und vergleiche damit Buch VI, 5, und für den Menschen Buch IV, 3 u. 4, und Buch V, 3. An letztgenannter Stelle steht

recht deutlich: „Sie (die Kraft der Natur) wirkt als ein Organ der göttlichen Macht, als eine tätig gewordene Idee seines ewig dauernden Entwurfs der Schöpfung, und so mußten sich wirkend ihre Kräfte mehren. Auch alle Abweichungen müssen sie wieder zur rechten Bahn lenken, da die oberste Güte Mittel genug hat, die zurückprallende Kugel, ehe sie sinkt, durch einen neuen Anstoß, durch eine neue Erweckung wieder zum Ziele zu führen.“

Dabei geht die Entwicklung durch Revolutionen hindurch, so daß *Herder* hier also als ein Vertreter der besonders durch *Cuvier* bekannt gewordenen Katastrophentheorie auftritt, welche der allgemeinen Auffassung nach den Fortgang der Wissenschaft einige Jahrzehnte hemmte. Originell war er aber auch hier nicht, denn die Katastrophentheorie findet man in vielen Büchern, die *Herder* bekannt gewesen sind²³). Die häufige Betonung seiner (teleologischen) evolutionistischen Denkweise hat manchen historisch nicht geschulten Leser, der noch glaubte, daß *Herders* Zeitgenossen an der Bibel und deren Sechs-Tage-Werk festhielten, auf den Gedanken gebracht, daß *Herder* und *Goethe* die Evolutionslehre in die Wissenschaft eingeführt hätten. Evolutionisten waren damals aber fast alle Naturforscher und Philosophen, besonders auch durch den Einfluß von *Leibnitz*²⁴). Und zwar nicht nur in rein ideellem Sinne, sondern auch in dem beschränkten materiellen, daß sie glaubten, daß die Stufenleiter bildenden Wesen erst nach und nach auf der Erde erschienen seien. Dieses Erscheinen aber beruhte auf überirdischen Kräften, und so gingen sie wieder ins Ideelle hinüber. So waren sie denn auch keine materialistischen oder deszendenz-theoretischen Evolutionisten wie die Mehrzahl der modernen Naturforscher unserer Tage.

Die einzige Stelle, welche ich in *Herders* „Ideen“ gefunden habe, die an Variabilität und Deszendenz erinnert, steht im Buch VII, 4: „Warum z. B. sonderte die schaffende Mutter Gattungen? Zu keinem anderen Zweck, als daß sie den Typus ihrer Bildung desto vollkommener machen und erhalten könne.“ So weit ist das Zitat teleologisch mit Festhaltung des Schöpfungsaktes und der Konstanz der geschaffenen Gattung. Nun folgen die Worte: „Wir wissen nicht, wie manche unserer jetzigen Tiergattungen in einem früheren Zustande der Erde näher aneinandergesessen sein mögen; aber das sehen wir, ihre Grenzen sind jetzt genetisch geschieden.“ Dieser Nachsatz gibt eine Evolution und Variabilität zu für frühere Erdperioden. Damit sprach er einen Gedanken aus, der häufiger bei seinen Zeitgenossen zurückkehrt, den nämlich, daß die Plastizität der organischen Materie in früheren Erdperioden sehr groß gewesen sei, wodurch man den Formenreichtum zu erklären suchte, jetzt sei aber diese Plastizität verschwunden und die Art konstant geworden. Schon bei *Bonnet* findet man Stellen, die weiter gingen als diese. Bei *Aristoteles* und *Bonnet* findet man auch dieselben dunklen Sätze, welche uns heutzutage an das biogenetische Grundgesetz erinnern, die auch *Herder* bringt (Buch II, 2).

Die Einheit der Form, den gemeinsamen Typus, verteidigte *Herder* ebenso kräftig wie *Goethe*, aber auch darin waren beide nur Kinder ihrer Zeit und Schüler *Buffons* und seiner Vorgänger²⁵).

Man hat auch behauptet, daß *Herder* zuerst auf die Tiefseeforschung hingewiesen habe, das ist ganz unrichtig. Sie wurde schon von *de Maillet* gegründet (1748), der schon Werkzeuge zur Tiefseefischerei angab. — Ebenso unberechtigt ist es, ihn als Begründer der Pflanzenmorphologie zu feiern, denn dann wäre erst *Malpighi* zu nennen, dem andere nachfolgten. Gewiß war *Herder* auch nicht der erste, der auf die Pflanzengeographie hinwies, *Linné*, *Giraud Soulavie*, *Bernardin de Saint Pierre* und *Link* waren ihm darin vorgegangen²⁶). Es ist recht verdrießlich, daß immerfort solche prätentösen Behauptungen zu Ehren irgendeines literarischen Helden laut werden, während doch nur derjenige sich erlauben darf, einem Autor die Gründung einer Wissenschaft zuzuschreiben, der durch jahrelanges Studium die Schriften der Vorgänger eifrig durchforscht hat und so wenigstens einigermaßen sicher ist, daß solche Gedanken früher wirklich noch nicht ausgesprochen worden sind. Wer viel historisch gearbeitet hat, wird sich überhaupt hüten, um jemand als den Gründer oder Stifter anzuweisen, denn irgendein längst vergessenes und aus dem Staube der Jahrhunderte wieder auftauchendes Buch kann alle Prioritätsansprüche über den Haufen werfen. Dabei haben auch die größten Männer aller Zeiten zuweilen mit dem Kalbe eines anderen Forschers gepflügt, ohne dessen Namen zu nennen. Der heute vergessene Autor kann hierdurch großen, uns allen noch unbewußten Einfluß gehabt haben.

Weiter begeht man immer wieder den Irrtum, um Ausdrücke wie Genese, Kette der Fortbildung usw. in den Schriften damaliger Zeit im heutigen Sinne zu deuten, während *Herder* und seine Zeitgenossen nur an eine ideelle Genese, eine ideelle Kette, etwa einer Gedankenreihe der Gottheit entsprechend, dachten. Es ist auch ganz verfehlt, wenn man aus der Tatsache, daß *Herder* für die Epigenese und so für *C. F. Wolff* eintrat, schließt, daß er dann auch Phylogenetiker gewesen sein müsse. Auch *Kant* schloß sich an *Wolff* an und verwarf trotzdem die Phylogenese. *Wolff*, der Gründer der Epigenese, schloß sich niemals an die Phylogenetiker an. *Goethe* behandelte Evolution und Epigenese als gleichberechtigte Auffassungen²⁷). Epigenese und Phylogenese hatten damals noch nichts miteinander gemein; übrigens braucht man sie auch jetzt noch nicht zu verknüpfen. Allerdings schließt die Evolution (Präformation) die Phylogenese aus, aber man kann auch heute noch die Epigenese annehmen und die Phylogenese zurückweisen. Daß *Wolff* weiter gar kein unbekannter, sozusagen von *Herder* und *Goethe* entdeckter Autor war, habe ich in meinen historisch-kritischen Studien (S. 136) gezeigt.

Kant hat die richtige Bemerkung gemacht²⁸), daß es *Herder* in seinen Ideen gar nicht darum zu tun war, die wirklichen Materialien zur Menschen-

geschichte zu liefern, daß er dabei stehen blieb, um den Menschen als Tier im allgemeinen hinzustellen. Darin war er auch wieder ganz wie *Goethe*, wie uns *Semper* unlängst in einem Vortrage²⁹⁾ gezeigt hat. Beide übergingen die eigentliche Entstehungsgeschichte des Menschen und ließen ihn erst in historischer Zeit anfangen. Die Prähistorik³⁰⁾ war ihnen unbekannt, die ihnen wohlbekannten Hypothesen über Abstammung aus tierischen Vorfahren paßten ihnen nicht. Auch soll man nicht vergessen, daß ihre Auffassung über Einheit des Typus mehr ein philosophischer Gedanke war, der auf einer mangelhaften Kenntnis der Wirbeltiere beruhte und der sofort zusammenbrach, wenn man auch die Evertbraten in den Betrachtungskreis hineinzog. Das habe ich alles bei *Goethe* schon ausführlich auseinandergesetzt, wo man auch das Nähere über die Auswüchse dieser Theorie (Wirbeltheorie) findet.

Wem obige kurze Ausführungen nicht genügen, der lese die Studien von *Richard Noll* und *Walther May*, die in jeder Beziehung vorzüglich sind und zu dem Besten gehören, was bisher über *Herder* als Naturforscher geschrieben wurde.

Bei *Noll* wird man kurz und deutlich auseinandergesetzt finden, daß *Herder* zwar vorgab, daß ihn die Empirie leite (und nur dadurch wird der Mensch zum Naturforscher), aber trotzdem alle Tatsachen im Lichte seiner vorgefaßten, teleologischen Auffassung betrachtete und hierdurch dann immer wieder in die von ihm verabscheute Metaphysik hineingeriet, besonders da, wo noch keine Naturgesetze bekannt geworden waren, die er sonst hoch zu schätzen wußte. Dann gelangt man zu dem Schluß: „Einen Naturwissenschaftler *Herder* gibt es nicht.“ (S. 314.) Er gehört nicht zu uns, sondern zu den Philosophen. Darum beurteilen diese ihn auch wohl meist richtiger als die Naturforscher, welche, da sie historisch und philosophisch meist weniger geschult sind, ihm Gedanken zuschreiben, die er gar nicht hatte, kaum haben konnte, weil sie nicht in seine Gedankensphäre hineinpaßten. Das Kennen dieser Gedankensphäre, wie *Noll* sie bringt, ist darum auch unendlich viel wichtiger als einige hier und da herausgerissene Zitate, mit denen man seine Meinung zu belegen sucht. *Krauses* Urteil über *Herder*, daß dieser auf naturwissenschaftlichem Gebiet nichts Ursprüngliches gebracht habe, wird sich wohl nicht umstoßen lassen. Die Arbeit *Walther Mays* ist besonders wertvoll durch ihre klare Zusammenfassung der wichtigsten bisher über *Herder* erschienenen Schriften, wobei er, wie ich, mehr sein Verhältnis zu den modernen Anschauungen beleuchtet und zu ungefähr demselben Resultat gelangt, das obige Zeilen bringen. Wenn man endlich rühmend hervorhebt, daß *Herder* der erste war, der das Naturganze unter einen Gesichtspunkt zu bringen versuchte, dann möchte ich hervorheben, daß mir dies ein für einen Naturforscher höchst zweifelhaftes Lob erscheint. Solch ein Mann ist eben ein Philosoph und gewiß kein Naturforscher, der wissen muß, daß seine Empirie ihn nie zur Erklärung des Naturganzen führen kann. Er kann und muß auch

wissen, daß bei solchen Versuchen alles auf eine Vergewaltigung der Natur hinausläuft.

Literatur.

¹⁾ *Noll, R.*, Herders Verhältnis zur Naturwissenschaft und dem Entwicklungsgedanken. Archiv für Geschichte der Philosophie Bd. 26, H. 3, 1913.

Hansen, A., Herders Beziehungen zur Deszendenztheorie. Archiv der Naturwissenschaften, Leipzig 1913.

May, W., Herders Anschauung der organischen Natur. Archiv f. d. Geschichte der Naturwissenschaften u. d. Technik Bd. IV, 1912.

²⁾ *Rolle, F.*, Der Mensch, S. 40, 1866.

Bärenbach, F. v., Herder als Vorgänger Darwins und der modernen Naturphilosophie. Berlin 1877. Der neue Plutarchus VI.

Weiß, L., Herder und die moderne Naturphilosophie. Philosophische Monatsschriften 14. Bd., 1878.

Zöckler, O., Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaften. Gütersloh 1879.

Witte, J. H., Die Philosophie unserer Dichterheroen. Bd. I. Lessing und Herder. Bonn 1880.

Lehmann, P., Herder in seiner Bedeutung für die Geographie. Berlin 1883.

Haym, R., Herder nach seinem Leben und seinen Werken dargestellt. Berlin 1880—85.

Kühnemann, E., Einleitung zu Herders Ideen. Kürschners deutsche Nationalliteratur Bd. 77, Stuttgart.

— Herders Persönlichkeit in seiner Weltanschauung. Berlin 1893.

— Herders Leben. München 1895.

Osborn, H. F., From the Greeks to Darwin. New York 1894.

Krause, E., Cosmos. Bd. I, S. 456, Bd. III, S. 280 bis 288.

Dacqué, E., Der Deszendenzgedanke und seine Geschichte im Altertum bis zur Neuzeit, S. 73, München 1903.

Grundmann, J., Die geographischen und völkerkundlichen Quellen und Anschauungen in Herders Ideen. Berlin 1900.

von der Leyen, J. G., Herders Ideen. Jena und Leipzig 1904.

Bruntsch, F. M., Die Idee der Entwicklung bei Herder. Inaug.-Diss. Crimmitschau 1904.

Götz, G., War Herder ein Vorgänger Darwins? Vierteljahrsschrift für Wissenschaft, Philosophie und Soziologie, 4. Heft, 26. Jahrg., 1912.

Burckhardt, R., Verhandlungen der Naturf. Gesellschaft, Basel 1903, S. 429. Zoologische Annalen Bd. I, S. 372, 1905.

Radt, E. M., Geschichte der biologischen Theorien Bd. I, S. 342, Leipzig 1905.

Siegel, C., Herder als Philosoph. Stuttgart-Berlin 1907.

Lavejoy, A. O., Some eighteenth century evolutionists. Pop. Sci. month. LXV., p. 238, 323, New York 1904.

Hansen, A., Häckels „Welträtsel“ und Herders Weltanschauung. Gießen 1907. Vossische Zeitung, Nr. 42 812, Sept. 1909.

Thinemann, A., Die Stufenfolge der Dinge. Zoolog. Annalen Bd. III, S. 258, Würzburg 1909. Gleichzeitig Habilitationsschrift, Münster 1909.

Vielhaber, W., Herder und der Darwinismus. Der Monismus Bd. 4, 1909.

Suphan, B., Herders sämtliche Werke, herausgegeben von S., Bd. XIII u. XIV, 1877—1909.

Sauter, E., Herder und Buffon. Inaug.-Diss. Basel 1910.

Semper, M. Siehe unten.

Daß dieses Verzeichnis ganz unvollständig ist, davon bin ich überzeugt.

³⁾ *Kohlbrugge, J. H. F.*, B. de Maillett, J. de Lamarck und Ch. Darwin. Biologisches Centralblatt Bd. XXXII, S. 507, 1912.

⁴⁾ Die Titel wird meine Arbeit über die Geschichte der Evolutionstheorie später bringen.

⁵⁾ *Rousseau, J. J.*, Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes. Genève 1754.

⁶⁾ *Moscatti, P.*, Von dem körperlichen wesentlichen Unterschiede zwischen der Struktur der Tiere und der Menschen. Göttingen 1771. Das italienische Original erschien in Mailand 1770. Ich fand auch eine französische Übersetzung.

⁷⁾ *Kohlbrugge, J. H. F.*, Historisch-kritische Studien über Goethe als Naturforscher (Goethe als vergleichender Anatom). Würzburg 1913.

⁸⁾ Die letzten Wellen dieser Richtung findet man in *Ballenstedts* Archiv der Urwelt und in *Doornicks* Buch (in holländischer Sprache) über die Abstammung des Menschen 1816. Für die führenden Geister war die Sache damals längst abgetan. Das Archiv der Urwelt erschien nur kurze Zeit und ist heute fast nicht mehr zu finden. (Ein Exemplar in Berlin.) Alle von anderer Seite erscheinenden deszendenztheoretischen Arbeiten ließ man einfach unbeachtet, wie ich bei *Goethe* gezeigt habe.

⁹⁾ *Broek*, Die Stellung Kants zur Deszendenztheorie. Biol. Zentralblatt VII, S. 641. 1889. *Dacqué, E.*, Wie oben, S. 68.

¹⁰⁾ *Lord Monboddo's* Buch von dem Ursprung und Fortgang der Sprache übersetzt von *E. A. Schmidt*. Riga 1784, mit einer Vorrede von Herrn Generalsuperintendenten *Herder*.

¹¹⁾ *Cohen Stuart*, De mensh. 1800. In der Vorrede.

¹²⁾ Vergleiche *Lavejoy, A. O.*, l. c.

¹³⁾ *Hermann, J.*, Tabula affinitatum animalium, Argenton 1783.

¹⁴⁾ Weimarer Goethe-Ausgabe VI, 20, 14—20.

¹⁵⁾ Anthologie auf das Jahr 1782. „*Rousseau*“. Bei *E. Krause* (Die allgemeine Weltanschauung, Stuttgart, 1889, S. 344) findet man noch weitere Zitate aus *Schiller*. Vergleiche auch *W. May*, Schillers Verhältnis zur Natur und ihrer Wissenschaft. Preussische Jahrbücher Bd. 123, II. 3, S. 453—454, 1906.

¹⁶⁾ Deszendenztheoretische Arbeiten dieser Periode veröffentlichten noch: *E. Darwin* (1789—94), *Treviranus* (1802), *Bertrand* (1803), *Gautieri* (1806), *Hagen* (1808), *Lamarck* (1809), *Doornick* (1816), *Voigt* (1817), *Tauscher* (1818), *Pander* (1820—1825), *Link* (1821) und andere.

¹⁷⁾ *Herder* zitiert *Moscatti* Buch IV, 5.

¹⁸⁾ Gegen diese Worte hat man eingewendet, daß auch heute der Deszendenztheoretiker nicht glaube, daß aus der Rose eine Lilie werden könne. Der Einwand berücksichtigt nicht, daß die Deszendenztheorie damals nur mit Sprungvariationen arbeitete. Die Worte, daß aus dem Hunde ein Wolf werden soll, zielen einerseits auf die Versuche, um Hund und Wolf zu kreuzen (*Hunter*, *Buffon*), andererseits auf die Veränderung der europäischen domestizierten Tiere bei Verwilderung in Amerika. Gerade diese Erfahrungen führten in dieser Periode der Lehre der Variabilität viele Anhänger zu.

¹⁹⁾ *Baco, Raleigh, Buffon, Maupertuis, Kawernsief, Kant, Pallas, Falconer, Fabricius* und andere.

²⁰⁾ Ich nenne hier einstweilen *Raleigh* 1614, *Stillington* 1663, *Hale* 1685, *Locke* 1690, *Regius* 1654, *Kircher* 1657, *Mylius* 1670, *Descartes*, *Leibnitz*, *Tonti* 1714, *Marchand* 1719, *Büttner* 1710, *de Maillet* 1748, *Linné* 1743—62, *Needham* 1747, *Maupertuis* 1751, *Münchhausen* 1757, *Wolff* 1759, *Gmelin* 1749—60, *Diderot* 1754, *Buffon* 1756, *Duchesne* 1766, *Bonnet* 1764, *Pallas* 1777—1780, *Robinet* 1761, *del de Sales* 1777, *Kölreuter* 1761—64, *Cetti* 1774—1777, *Zimmermann* 1777, *Kawernsief* 1775, *Leske* 1779, *Prichard* 1780, *Soulavie* 1780, *Holbach-Mirabaud* 1770. Die Jahreszahlen geben nur die Jahreszahl der Buchauflagen, in denen ich die Variabilität verteidigt fand.

²¹⁾ *Böhme* 1575—1624, *Vallisneri* 1661—1730, *de Maillet* 1748, *Bonnet* u. a.

²²⁾ Solche Gedanken finden sich bei *de Maillet* und für den Menschen vielleicht (?) auch bei *Kant*.

²³⁾ *de Maillet* 1748, *Bonnet* 1768, *Meinecke* 1774, *Buffon* 1778, *Jerusalem* 1768—79, *von Gleichen Rußwurm* 1782 u. a. Übrigens bringt *Sauter* (l. c.) ein Zitat, das mir entgangen war, wonach *Herder* die Revolutionen verwirft, langsame Evolutionen verteidigt (*Suphan* VI. 117).

²⁴⁾ Es wären hier von Vorgängern und Zeitgenossen leicht 50 bis 100 Evolutionisten zu nennen, ich habe mir nicht die Mühe gegeben sie zu zählen, werde sie aber später bringen.

²⁵⁾ Ich nenne hier nur den Römer *Rufi*, *Galenus*, *Beion* 1555, *Severino* 1645, *Germano* 1625, weiter *Fulloprius*, *Douglas* 1717, *Seidel* 1729, *Newton* 1704, *Haller*, *Collins* und viele andere.

²⁶⁾ *P. de Candolle*, Essai élémentaire de géographie botanique. Dictionnaire des sciences naturelles. Vol. XVIII. „C'est donc de Linnæus que sont réellement sorties les premières idées de géographie botanique.“ *Linné*: *Coloniae plantarum*, *Stationes plantarum*, *Ammono. academicae*.

²⁷⁾ Weimarer Goethe-Ausgabe VI, 288—289, VI, 314—315, VII, 8.

²⁸⁾ Erinnerungen des Rezensenten der Herderschen Ideen zu einer Philosophie der Geschichte der Menschheit über ein im Februar des deutschen Merkur (1785) gegen diese Rezension gerichtetes Schreiben.

²⁹⁾ *Semper, M.*, Diluvium und prähistorische Menschheit bei Goethe und seinen Zeitgenossen. Goethe-Jahrbuch B. 34, 1913, S. 21.

³⁰⁾ Die Prähistorik wurde außer durch *Ballenstedt* eingeführt durch *Tournal* 1826, *de Christol* 1829, *Schmerling* 1829 und *Boucher de Pertes*.

Neue Gesichtspunkte für die Herstellung kinematographischer Aufnahmen in Fabriken.

Von Ingenieur G. A. Fritze, Berlin-Baum-schulenweg.

Kaum zwei Jahre sind es her, seit die ersten kinematographischen Aufnahmen aus einer großen Fabrik in technischen Kreisen gezeigt wurden, und schon ist der Film ein geachtetes und von der Industrie gern benutztes Reklamemittel geworden. Obgleich das deutsche Vorbild auch schon in England nachgeahmt worden ist, wo z. B. Siemens Brothers sehr genaue Kinaufnahmen von der Glühlampenfabrikation hergestellt haben, werden die wenigen bis jetzt vorhandenen großen Filme der deutschen Gesellschaften auch im Ausland viel begehrt und finden großen Beifall. Soweit dem Verfasser bekannt ist, haben bisher folgende Werke ihre Industriaufnahmen einem weiteren Kreise zugänglich gemacht:

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. über die Herstellung von Kleinmotoren und Tantalampfen, von Starkstromkabeln und über Hochspannungslichtbogen- und Blitzableiter-Entladungen¹⁾;

die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft über die Herstellung von Kabeln und Drähten und die Verarbeitung von Gummi;

R. Wolf, Maschinenfabrik, Magdeburg-Buckau, über den Werdegang einer Lokomobile.

Kürzere Films technischen Inhalts hat die „Gesellschaft für wissenschaftliche Films und Diapositive“ hergestellt.

Es ist anzunehmen, daß die deutschen Werke, die jetzt mit guten und vom technisch-wissenschaftlichen Standpunkt aus durchgeführten kinemato-

⁴⁾ Außerdem haben die S. S. W. eine größere Anzahl Films über die Anwendung der Elektrizität in verschiedenen Industrien herstellen lassen, doch fallen diese nicht unter den Begriff der Fabrikaufnahmen.

graphischen Aufnahmen hervortreten, noch reiche Erfolge im In- und Auslande ernten werden.

Die bei den letzten Fabrikaufnahmen gesammelten Erfahrungen werden den Fabriken, die sich gleichfalls des Films als Reklamemittel bedienen wollen, von Nutzen sein.

Die Aufnahme selbst ist zwar Sache des Operateurs, aber die Vorbereitungen muß die Fabrik selbst treffen, wenn der Film die Bilder so bringen soll, wie die Fabrik es wünscht. Ebenso gut wie der Chef des literarischen oder Reklamebureaus eines industriellen Werkes die verschiedenen Druck- und Illustrationsverfahren kennen muß, wenn er nicht der mehr oder weniger großen Geschicklichkeit des Druckers und Klischeefabrikanten ausgeliefert sein will, so muß auch der mit der Leitung der Kinonaufnahmen beauftragte Ingenieur wissen, was er vom Film verlangen kann, welche Vorbereitungen zum Gelingen nötig sind und welche Hilfsmittel die moderne Beleuchtungstechnik zur Verfügung stellt.

Schon bei der Wahl der Motive ist ein Zusammenwirken des Ingenieurs und des Kinofachmanns erforderlich; jener hat die für ihn wichtigen technischen Vorgänge auszuwählen und sinngemäß die Bilder aneinanderzureihen, jener muß vom Standpunkt des Photographen aus Kritik an den ausgewählten Szenen üben und die Bilder aussondern, die im Film nicht gut wirken. Die technischen Kinobilder sind bis jetzt noch ein Stiefkind der Kinematographie. Die Operateure verstehen sich besser auf die Aufnahme von Dramen und Straßenszenen als auf die technischen Vorgänge. Um so mehr ist es zu begrüßen, daß seit etwa einem Jahre die „Gesellschaft für wissenschaftliche Films und Diapositive“ besonders die technischen Kinonaufnahmen pflegt und daß einzelne Kinofirmen, wie *Messers Projektion G. m. b. H.* Techniker als Aufnahmebeamte in ihre Dienste genommen hat. Der Ingenieur, der im Auftrage der Fabrik die Aufnahmen vorbereitet und das Programm zusammenstellt, muß mit gutem Sachverständnis und einer Anlage zum Theaterregisseur noch ein gewisses Erfindertalent vereinigen, um einen abwechslungsreichen und gleichzeitig technisch instruktiven Film zusammenzustellen. Das bloße Zeigen des Fabrikationsganges genügt zu seiner Erklärung vielleicht bei einem persönlichen Besuch im Werk, weil das Auge mehrere Vorgänge von einem Standpunkt aus beobachten kann, im Film aber müssen sich die Einzelvorgänge zeitlich genau hintereinander reihen.

Geeignete Objekte werden sich fast in jeder Fabrik finden, wenn auch ein kleines Werk keine so große Auswahl hat und sich nur mit einem verhältnismäßig kurzen Film begnügen wird.

Am leichtesten ist die Wahl des Themas für den Film bei den Fabriken, deren Erzeugnisse zum täglichen Lebensbedarf gehören und deshalb auch Laien vertraut sind. So werden in Spitzenklöppeleien, Glasbläsereien, Konservenfabriken und ähnlichen Betrieben aufgenommene Wandelbilder freudige Zuschauer finden. Die Herstellung von Fabrikaten, die dem Verbraucher nicht ohne weiteres geläufig

sind, muß mit großer Sorgfalt im Film wiedergegeben werden. Es genügt hierbei nicht, einzelne interessante Szenen herauszugreifen, sondern das Entstehen des Fabrikates sollte von Anfang bis zu Ende wiedergegeben werden, wenigstens aber so weit, wie das Arbeitsgebiet der einzelnen Fabrik reicht. Die ganze Entwicklung vom Rohprodukt bis zum Fertigfabrikat zu zeigen, ist meist nur einem Filmunternehmen möglich, wenn es die verschiedenen in Betracht kommenden Werke dafür zu interessieren weiß. Außer dem Fabrikationsgang können auch die Arbeitsweise einer bestimmten Maschinenkategorie, z. B. verschiedener Krane oder Bahnen der Werkzeugmaschinen, die Arbeitsbedingungen für verschiedene Arbeiterberufe als Thema gewählt werden.

Ein Film soll nicht, wie es häufig, z. B. bei kinematographischen Reisebildern, der Fall ist, eine bloße Ansicht zeigen. Das leblose Bild eines Gebäudes, eine Fabrikansicht haben nichts in einem Wandelbild zu suchen, sondern lassen sich durch das photographische Bild viel besser wiedergeben.

Da die meisten kinematographischen Aufnahmen für ein Laienpublikum bestimmt sind, werden sich alle die Szenen für den Film eignen, die nach den bisherigen Erfahrungen auch bei einer Besichtigung der Fabrik das meiste Interesse erwecken. Andererseits sollen diesem Zuschauerkreis auch nicht zu viel Konzessionen gemacht werden durch Aufnahme nur solcher Bilder, die das technische Thema selbst stark in den Hintergrund drängen. Der Ausgang von Arbeitern aus der Fabrik, eine Fahrt über den Fabrikhof oder ausgedehnte Szenen der auch für den Nichtfachmann leicht verständlichen Arbeiten bleiben zu sehr an der Oberfläche und erfüllen nicht den Zweck des technischen Films.

Bei den Bildern, durch die allein von der Größe der Werke ein Begriff gegeben werden kann, wird durch verschiedene Aufstellung und Bewegung des Apparates Abwechslung erzielt. Im Kabelwerk Oberspree stand der Operateur mit dem Apparat bei der Aufnahme auf einer elektrischen Lokomotive, während diese das Rohkupfer vom Kai zum Walzwerk brachte. So bekam der Zuschauer gleichzeitig einen großen Teil des Fabrikhofes und den Betrieb darauf zu sehen. Bei *R. Wolf* stellte der Operateur den Apparat auf einem Dachvorsprung, etwa von der Höhe eines Stockwerks, auf und drehte ihn während der Aufnahme um 180°, so daß der Film ein halbkreisförmiges Panorama des Fabrikhofes mit dem auf ihm flutenden Leben zeigt. Ein Turmwagen für Straßenbahnoberleitungen scheint ein sehr geeigneter Standpunkt für derartige Panoramaaufnahmen zu sein.

In demselben, sonst vorzüglichen Film gibt eine Fahrt auf der an der Fabrik entlang führenden Staatsbahn einen Begriff von der Ausdehnung des Werkes, eine Variation, die technisch nicht begründet genug erscheint und auch keine bewegten Objekte zeigt.

Bei den Innenaufnahmen ist die Möglichkeit des Wechsels noch größer, die Regie aber schwieriger, da künstliches Licht verwendet werden muß. Die

Fahrt auf einem Laufkran über eine große Halle hin gibt einen Überblick, jedoch keine Einzelheiten der Maschinen. In einer niedrigen Halle muß der Kinoapparat dabei nach unten geneigt sein, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Bei einer sehr großen Höhe des Kranes über den Maschinen wird am zweckmäßigsten eine Kiste an den Kranhaken gehängt, in der der Operateur mit dem Apparat Platz nimmt. Der Zuschauer fährt mit ihm über die Maschinen hinweg und sieht die Halle von einem sehr wirkungsvollen und ihm sonst jedenfalls unzugänglichen Standpunkt aus.

Bei Einzelaufnahmen von Maschinen erscheint es ratsam, zunächst die ganze Maschine mit dem bedienenden Arbeiter zu zeigen und dann die Arbeitsweise des Werkzeuges oder des wesentlichsten Teiles der Maschine. Sehr gut verständlich werden

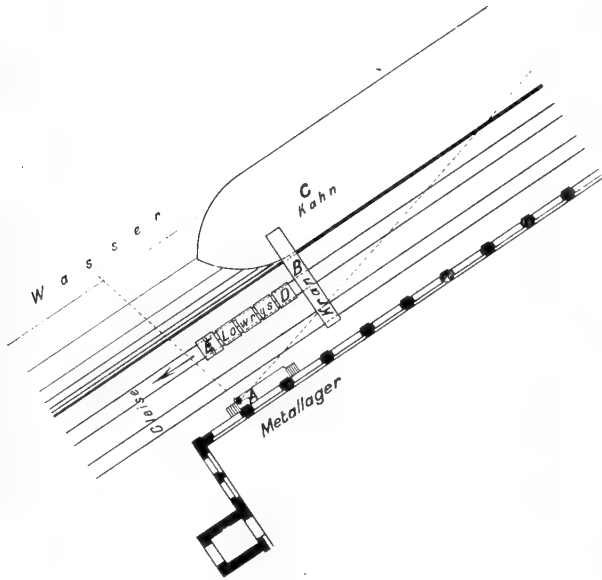


Fig. 1. Der Aufnahmeapparat ist auf einem niedrigen Laufkran befestigt, der während der Aufnahme über die arbeitenden Maschinen hinwegfährt.

auf diese Weise Werkzeugmaschinen, z. B. eine Revolverdrehbank, eine Mehrfachbohrmaschine, da der Beschauer bei der Teilaufnahme nur das sieht, worauf es ankommt, meist noch in vergrößertem Maßstabe. Das Einsetzen oder Herausnehmen des Arbeitsstückes ist zur Veranschaulichung des Arbeitsvorganges meist erforderlich. Besondere Schwierigkeiten bieten sehr lange Fabrikationsmaschinen, wie eine Kabelarmierungsmaschine, eine Stangenziehbank, eine Maschine zur Herstellung von Isolierrohren. Es bleibt hier nur übrig, sie in mehreren Einzelaufnahmen vorzuführen oder die wichtigsten Teile herauszugreifen.

Auf einen Vorzug des Filmbildes gegenüber dem Lichtbild und zum Teil auch gegenüber der Wirklichkeit muß besonders hingewiesen werden: Der Film bannt Lichterscheinungen wie Hochspannungsentladungen an einem Hörnerblitzableiter oder einem Kabel, die das Auge nur schwer auffaßt, da es stark geblendet wird; die Photographie gibt sie höchstens als weiße Zickzacklinie wieder. So ist

eine vorzügliche Aufnahme von Arbeiten mit dem Sauerstoffgebläse der genannten „Gesellschaft für wissenschaftliche Films und Diapositive“ bei R. Wolf gelungen. Der Film zeigt zuerst das Ausschneiden eines runden Loches für den Dom an einem Kessel mit dem Sauerstoffgebläse. Dann glaubt der Zuschauer plötzlich im Kessel zu sitzen, denn er sieht — sonst im Dunkeln — nur den glühenden in das Kesselblech geschnittenen Kreis und die von dem Sauerstoffgebläse nach innen sprühenden Funken, ein malerisches und gleichzeitig technisch lehrreiches Bild, wie es sonst kaum der Arbeiter selbst zu sehen bekommt.

Auf die Auswahl und das Erfinden derartig packender und abwechslungsreicher Szenen muß sich der Ingenieur-Regisseur verstehen. Allgemeine Anweisungen dafür lassen sich nicht geben, da die Wahl von der Art der darzustellenden Fabrikation

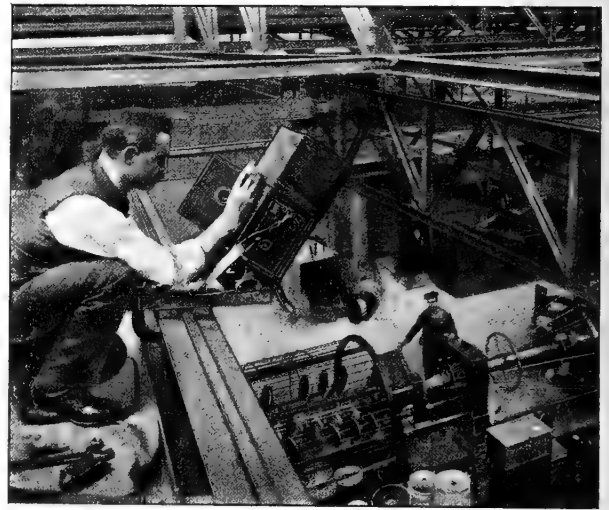


Fig. 2. Handskizze zu dem obigen Programmausschnitt von den Aufnahmen im Kabelwerk Oberspree.

und ferner davon abhängt, ob der Film für Laien oder für Fachleute bestimmt ist.

Wenn der Plan in ungefährerem Umriß fertig und mit dem Operateur besprochen ist, muß die Fabrik ein genaues schriftliches Programm ausarbeiten lassen, in welchem die Dauer der Einzelaufnahmen, der genaue Ort, die Aufstellung des Apparates und der Lampen, die für die Aufnahmen nötigen Vorarbeiten, die Zahl der handelnden Personen und andere Einzelheiten festgelegt sind. Um ein Beispiel zu geben, sei ein Abschnitt aus dem Programm des Kabelwerks Oberspree mitgeteilt, und zwar die erste Szene, die das Ausladen von Kupfer darstellt.

Gegenstand: Ausladen von Barren mit dem Portalkran, Beladen der Wagen, Abfahrt des Zuges. *Hintergrund:* Brücke über die Spree. *Handlung:* Kinoapparat *a* steht auf der Ladebühne am Metallager. Licht von links. Bei Beginn der Aufnahme fährt der Kran *b* bis zur Luke des Kupferkahnes *c*, hebt ein Barrenbündel, fährt bis zum Eisenbahnwagen *d*. Die übrigen Wagen sind schon vorher beladen. Der Kran senkt die Barren auf den Wagen,

auf dem sie von zwei Arbeitern zurechtgelegt werden. Während der Kran zurückfährt, kommt von links die elektrische Lokomotive *e* in die Szene, wird vor den Zug gekoppelt und fährt mit diesem in der Pfeilrichtung ab. *Schluß*: Vor Verschwinden des letzten Wagens. *Personen*: Kranführer, 2 Arbeiter, der Kahnschiffer, 2 Verschiebearbeiter. *Zeitdauer*: 1½ Min.

Ähnliche genaue Angaben und Handskizzen sind für jede Einzelaufnahme erforderlich, da der Fortgang der Arbeiten sonst stockt und der Film leicht mißrät. Jeder Ingenieur, der schon häufig technische Photographien machen ließ, weiß, daß die Vorbereitungen zur Aufnahme, die Wahl des Gegenstandes, der richtigen Zeit und des richtigen Ortes, die Instruktion der beteiligten Arbeiter, die Verhandlungen mit dem Betriebsleiter, die Stellung des Bildes, mindestens ebenso wichtig für das Gelingen der Photographie sind wie die Arbeit des Photographen. In verstärktem Maße ist dies bei Filmaufnahmen der Fall.

An Hand des genauen Programms hat der technische Leiter der Aufnahmen die einzelnen Szenen einzuüben und mit der Stoppuhr in der Hand ihre Dauer vorher festzulegen. Jeder Abschnitt darf, damit er nicht ermüdend wirkt, und auch in Rücksicht auf die Kosten nur so lang sein, daß das technisch Wichtige und Interessante gerade noch deutlich gezeigt wird. Den Arbeitern und Meistern der Maschinen, an welchen die Aufnahmen gemacht werden, muß streng eingeschärft werden, daß sie während der Aufnahme ganz zwanglos ihrer Arbeit nachgehen, ohne sich nach dem Apparat umzusehen. Besondere Handgriffe, wie das Einsetzen des Werkstückes, das Ein- und Ausschalten von Maschinen, ferner die Rolle der Statisten, die bei Hofaufnahmen den regen Betrieb markieren sollen, sind gleichfalls sorgfältig einzuüben, damit bei der eigentlichen Aufnahme alles klappt und kein Bild unnötig wiederholt zu werden braucht. Die Betriebsleiter müssen bei diesen Vorbereitungen den technischen Regisseur unterstützen.

Bei den ersten technischen Filmaufnahmen hat die Beschaffung der künstlichen Lichtquellen nicht geringe Schwierigkeiten verursacht. Noch bei den Aufnahmen im Kabelwerk Oberspree wurden mit Reflektoren ausgestattete Bogenlampen, die lose an eisernen oder Holzständern hingen, benutzt, doch erfordert ihr Transport von einem Betrieb in den anderen, die Montage der Widerstände und Schalter auf Handwagen (vgl. Z. d. V. d. I. vom 22. März d. J.) und die Herstellung der Anschlüsse bei jeder neuen Aufnahme soviel Bedienung, Vorbereitung und Zeitverlust, daß heutzutage nur zur Verwendung von Speziallampenständern geraten werden kann, wie sie von Fabriken, die besonders die Herstellung elektrotechnischer Bedarfsartikel für Kinofirmen pflegen, auf den Markt gebracht werden. Je ein in der Höhe verstellbarer Ständer trägt drei bis vier Lampen mit den Widerständen und Kontakten. Die Kinofirmen, die für technische Aufnahmen in Frage kommen, stellen für die Aufnahmen diese Lampen mit den Lampen-

ständern zur Verfügung. Ein Kauf der Lampen durch die Fabrik, welche die Aufnahmen machen läßt, ist nur dann ratsam, wenn sie nicht nur für einmalige Filmaufnahmen, sondern wiederholt oder auch für photographische Zwecke benutzt werden können.

Besondere Sorgfalt legen die Bogenlampenfabriken auf hohe chemische Lichtwirkung, Aktinität der für die Aufnahmen bestimmten Lampen. Wenn eine hohe Stromstärke und Leuchtkraft auch erstrebenswert ist — meist werden 15-Amp.-Lampen verwendet —, so hängt die photographische Wirkung doch in erster Linie von der Form des Lichtbogens, der Länge der Wellen und der Beschaffenheit der Kohlen ab. Ein Vergleich zweier Bogenlampen darf sich somit nicht auf die Messung der Lichtstärke beschränken, sondern muß die Wirkung auf die Platte bzw. den Film zugrunde legen. Außer diesen Mehrfachlampenständern, von denen für die meisten Innenaufnahmen vier bis fünf erforderlich sind, können auch Oberlichtlampen gute Dienste tun, wenn die Aufnahme schräg von oben, z. B. vom Kran aus, gemacht wird. Wenn auch der Transport der Mehrfachlampenständer erheblich einfacher ist wie der einfacher Bogenlampen, muß doch für die ganze Dauer der Aufnahme eine Hilfskolonne von zwei bis drei Arbeitern und zwei Monteuren zur Verfügung stehen. Auch dann noch ist für die Herstellung eines Films von 500 bis 1000 m Länge eine Zeit von mehreren Tagen zu veranschlagen, selbst wenn die Aufnahmen gut vorbereitet und die Szenen eingeübt wurden. Die Aufstellung der Lampen und des Apparats, die Einrichtung der Maschinen und die Notwendigkeit, auch bei Benutzung von künstlichem Licht das Tageslicht mit zu Hilfe zu nehmen, wirken hemmend auf den Fortgang der Aufnahmen.

Sind die Bilder gut gelungen, so ist zwar die Hauptarbeit für den Ingenieur und den Operateur getan. Sobald das Negativ vom Filmfabrikanten entwickelt und ein Positiv hergestellt ist, wird dies in einer Probevorführung daraufhin geprüft, ob alle Teile der Aufnahme gut gelungen, ob einige Szenen nicht zu lang oder gar langweilig ausgefallen sind. Da diese weniger guten Abschnitte nur den Eindruck des ganzen Films stören würden, sind sie unnachsichtlich auszuscheiden. Die einzelnen übrigbleibenden Abschnitte werden in die richtige Reihenfolge gebracht, da der Operateur sich bei der Aufnahme nicht streng nach dem Gang der Fabrikation richtet. Meist wird es sich empfehlen, einige Außenaufnahmen, z. B. die Anfuhr des Rohmaterials, an den Anfang, andere im Freien aufgenommene Szenen, wie den Abtransport der Fertigfabrikate, den Ausgang der Arbeiter, an den Schluß des Films zu stellen. Ob die einzelnen Szenen durch Überschriften, ähnlich wie es in den Kinotheatern geschieht, eingeleitet werden sollen, ist Geschmackssache. Da der Film doch in den meisten Fällen von einem technischen Vortrage, dessen Abfassung der Fabrik obliegt, begleitet

wird, scheinen mir die Überschriften nur störend zu wirken.

Auch um die richtige Wiedergabe der Lichtbilder sollte sich die Fabrik in ihrem eigenen Interesse selbst bemühen und, wenn sie den Film etwa an ihre Vertreter ausleiht, hierüber Anweisungen geben. Wie ein guter Wiedergabeapparat beschaffen sein soll, zu beschreiben, würde hier zu weit führen; es sei auf die Werkstattstechnik Nr. 12, 1913, verwiesen. Die Lampe des Apparates muß jedenfalls möglichst lichtstark sein und mindestens 30 Amp. haben bei etwa 3 m Bildgröße. Auch die Beschaffenheit des Projektionsschirmes hat einen großen Einfluß auf die Bildwirkung; z. B. ist ein weitmaschiges Gewebe ungeeignet. Um eine Störung des Vortrages durch das Knattern des Apparates zu vermeiden, ist seine Aufstellung in einer schallsicheren Zelle notwendig. Eine willkommene Abwechslung wird in die Wandelbilder gebracht, wenn das Positiv einen leichten, je nach dem Gegenstand wechselnden Farbton — violett, rosa usw. — erhält und einzelne Bilder noch besonders durch Farben hervorgehoben werden. So wirkt die Aufnahme von glühendem Material im Walzwerk, in der Schmiede, von Hochspannungsentladungen, weit besser bei roter Färbung des Films. Zu viel des Guten ist aber auch hier unangebracht.

Sollten diese aus der Praxis geschöpften Winke größere Fabriken veranlassen, im eigenen Betriebe kinematographische Aufnahmen herstellen zu lassen und dabei neue Wege zu suchen, so dürfte der Vorsprung, den deutsche Fabriken auf dem Gebiet der modernen Reklame mittels des technischen Films gegenüber dem Auslande haben, nicht zum Schaden der deutschen Industrie, noch für längere Zeit gewahrt bleiben.

Neuere Forschungsergebnisse der Großhirnrindenanatomie mit besonderer Berücksichtigung anthropologischer Fragen¹⁾.

Von Prof. Dr. K. Brodmann, Tübingen.

Die Hauptergebnisse sind folgende:

Vergleichende Untersuchungen von Rassengehirnen nach den Gesichtspunkten der histologischen Lokalisation versprechen für die Anthropologie fruchtbare Ergebnisse. Die nächste Vorbedingung für eine solche Vergleichung ist die Bestimmung der Oberflächengröße von Gehirnen verschiedener Rassen, d. h. die vergleichende Oberflächenmessung der Hirnrinde nach ihrem Quadratumfang.

Das bisher in der Morphologie übliche Verfahren der makroskopischen Vergleichung von Gehirnen und Hirnteilen nach äußeren Formverhältnissen, wie Volumen oder Gewicht, Furchenverlauf, Windungstypus, Umfang und Form einzelner Lappen und das Bestreben, daraus die physiologische

Fig. 3.

Ein Ausschnitt aus dem in einem Kupferwalzwerk beim Licht von 16 Bogenlampen aufgenommenen Film.



¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Dignität eines Gehirns ableiten zu wollen oder gar auf solche Merkmale Rassentypen zu begründen, ist methodisch unzureichend und in den Ergebnissen speziell für die Anthropologie irreführend, da weder die Gesamtgröße (Hirngewicht) noch der Furchenreichtum eines Gehirns, geschweige denn die makroskopische Größenschätzung eines umschriebenen Hirnabschnittes ein Urteil über deren Entwicklung gestatten, ganz abgesehen davon, daß sie über die innere Organisation des Organs nichts auszusagen vermögen.

Systematische Messungen der Rindenflächenausdehnung nach der von *Henneberg* beschriebenen „Bedeckungsmethode“ bei den Hauptformen der Säugetiere und bei verschiedenen Menschenrassen haben ergeben, daß weder das Hirngewicht noch der Furchenreichtum der Rindenoberfläche durchaus und gesetzmäßig proportional sind, da die Rindenfläche einerseits durch die Körpergröße des betreffenden Tieres bestimmt wird und andererseits der Grad der Furchenrindenfläche ebenso sehr von der Tiefe wie von der Zahl der Furchen abhängt. Zwar ist im allgemeinen das schwerere Gehirn auch das rindenreichere, aber es gibt gerade beim Menschen Ausnahmen von dieser Regel, welche für anthropologische Fragen entscheidend sind; nicht selten hat von zwei menschlichen Gehirnen das *leichtere* die *größere* Rindenfläche, und ebenso kommt es vor, daß ein äußerlich *windungsreiches*, also stark gefurcht erscheinendes Gehirn bei genauer Flächenmessung eine *kleinere Furchenrinde* ergibt als ein windungsärmer erscheinendes und umgekehrt. Auch der Furchenreichtum gibt demnach keinen Maßstab für die Höhe der Organisation eines Gehirns oder den Grad der geistigen Fähigkeiten eines Individuums. Das menschliche Gehirn wird außerdem hinsichtlich der prozentuellen Furchenrindenentwicklung von mehreren Säugetieren (Elefant, Delphin, Pferd und wahrscheinlich auch den großen Walen) übertroffen, und im Mittel von einer Reihe niedrigstehender Säugetiere mit zweifellos sehr gering entwickelten psychischen Fähigkeiten erreicht oder ebenfalls überholt. Daß neben Elefant und Pferd mit einer fast ebenso großen Gesamtrinde und prozentuellen Furchenrinde auch andere Huftiere wie unser Hausrind stehen, dürfte ein Beweis dafür sein, daß aus irgendwelchen äußeren Größenverhältnissen oder auch aus der Größe der Rindenfläche oder dem Furchenreichtum nicht, wie es von tierpsychologischer Seite neuerdings vielfach geschehen ist, ein Schluß auf die besondere geistige Veranlagung eines Tieres gezogen werden kann.

Weiterhin haben unsere Rindenmessungen ergeben, daß unerwartet große Unterschiede in der *Flächenausdehnung der Gesamtrinde* nicht nur innerhalb der Säugetierreihe, sondern auch bei verschiedenen menschlichen Gehirnen bestehen, Unterschiede, die weit beträchtlicher sind, als sie in den betreffenden Hirngewichten zum Ausdruck kommen. Unter den Menschenrassen weist das Europäergehirn im Durchschnitt die größte Rindenfläche auf. Eine im Mittel

erheblich hinter dieser zurückbleibende besitzen die Gehirne von Naturvölkern; die kleinsten Rindenflächenwerte finden sich bei pathologischen Gehirnen (atrophischen Zuständen, Entwicklungshemmungen, Mißbildungen). Das Verhältnis ist bei den genannten drei Gruppen wie 112 : 96 : 66. Das rindenreichste Europäergehirn (soweit bisher gemessen) hat mehr als die doppelte Rindenfläche des rindenärmsten pathologischen Gehirns und über 50 % mehr als das kleinste Kamerungerhirn. Allein diese Vorrangsstellung kommt dem Europäergehirn nicht ausnahmslos, sondern nur in den statistischen Mittelwerten zu, indem einzelne Gehirne primitiver Menschen eine größere Rindenfläche haben als manche Europäer, wie schon *R. Henneberg* festgestellt hatte.

Ähnlich verhält es sich mit der *Flächenentwicklung der Furchenrinde*, sie ist in ihren Mittelwerten am größten bei Europäern, am kleinsten bei Idioten. Allein auch hier gibt es bemerkenswerte Ausnahmen, insofern wiederum einzelne Primitive eine größere Furchenrindenfläche aufweisen als manche schwach gefurchten Europäergehirne und sogar gelegentlich ein Idiotengehirn eine größere als normale Primitive.

Außer dem Grade der strukturellen Differenzierung eines Gehirns, die sich stratigraphisch in der besonderen Ausgestaltung der Schichtung (Schichtenpolymerie) und topographisch in der größeren oder geringeren Zahl strukturell differenzierter Einzelbezirke kundgibt, ferner außer der Gesamtrindenfläche und der Größe der Furchenrinde ist namentlich die *Flächenentfaltung umschriebener, strukturell gleichartiger (homologer) Rindenbezirke heute schon für die Beurteilung anthropologischer Fragen von größter Bedeutung*. Manche Strukturfelder sind weniger in der Gesamtgröße als in ihren Lagebeziehungen für anthropologische Probleme verwertbar zu machen.

Von allen Rindenbezirken weist das *Stirnhirn* (Präfrontalgebiet) in der Säugetierreihe, speziell beim Menschen, die größten Flächenunterschiede auf. Während den niedrigsten Säugetieren zumeist eine *Stirnhirnrinde überhaupt noch fehlt*, entwickelt sich die *Präfrontalgegend in der Tierreihe aufsteigend in zunehmendem Maße sowohl nach der differenzierten Felderzahl wie nach der Oberflächengröße*; sie erfährt beim Menschen die gewaltigste Entwicklung und umfaßt hier nahezu ein Drittel bis ein Viertel der Gesamtrindenfläche. Es finden sich bei verschiedenen Menschengehirnen Unterschiede von über 50 %. Die größte Stirnhirnrinde haben im Mittel Europäergehirne, aber als Ausnahme stehen wiederum einzelne Gehirne von primitiven Menschen vor manchen Europäern mit relativ geringerer Stirnhirnentfaltung.

Eine umgekehrte Entwicklungsreihe, wie das Stirnhirn, zeigt das *Rhinencephalon oder Riechhirn* (Archipallium). Die Ausdehnung der rhinencephalen Rindenfläche differiert in der Säugetierreihe zwischen rund 67 % und 3 % der Gesamtrinde. Die umfangreichste Riechfläche (bis zu $\frac{1}{3}$ der Gesamtrinde) besitzen im allgemeinen tiefstehende Formen (Makrosmatiker), die kleinste ($\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$ der

Gesamtrinde) die im System hochstehenden mikromatischen Gruppen, darunter auch der Mensch, während es sich mit dem Stirnhirn gerade entgegengesetzt verhält. Im großen ganzen besteht also bei den Mammalieren ein umgekehrt proportionales Verhalten zwischen der Entfaltung der rhinencephalen und präfrontalen Rindenfläche. *Beim Menschen selbst schwankt die Riechrindenfläche — da sein Rhinencephalon größtenteils rudimentär ausgebildet ist — nur in so geringem Grade, auch bei verschiedenen Typen, daß sie für vergleichende Rassenunterschiede nicht in Betracht kommt.*

Das histologische Sehfeld und die motorische Zone differieren weniger in der relativen Flächengröße als in dem topischen Verhalten, d. h. in ihrer Lage und Flächenverteilung an der Hemisphärenoberfläche.

Das präcentrale (motorische) Rindenfeld rückt Hand in Hand mit der Vergrößerung der Stirnhirnfläche und durch deren zunehmende Ausdehnung bedingt, in der Tierreihe aufsteigend mehr und mehr vom vorderen Stirnende nach hinten und nimmt beim Menschen die Mitte der Hirnoberfläche ein, während sie bei den primitivsten Formen ganz in der Nähe des Stirnpols gelegen ist.

Bezüglich des histologischen Sehfeldes kommen bei primitiven Rassen auffallend häufig Anklänge an niedere Zustände, wie sie für die Anthropoiden charakteristisch sind, vor. Diese bestehen in der stärkeren Ausbreitung des Sehtypus an der Konvexität des Occipitallappens, namentlich aber in der speziellen Ausgestaltung des lateralen Sehfeldanteiles zu einem dem Europäer fehlenden *Aperculum occipitale*, das durch eine typische Affenspalte begrenzt wird. Ähnlich scheinen die Verhältnisse auch für andere konstante Rindenfelder zu liegen, soweit vorläufig orientierende Untersuchungen ergeben haben.

Das histotopographische Studium von Rassengehirnen eröffnet daher — unter der Voraussetzung eines ausreichenden und einwandfrei gesammelten Materials — die Aussicht, lokalisatorische Rasseigentümlichkeiten bei verschiedenen Typen in größerem Umfange aufzudecken und damit Licht auch auf jene Frage zu werfen, welche Thomas Huxley als die Frage aller Fragen bezeichnet hat, diejenige nach der Stellung des Menschen in der Natur.

Die Höttinger Breccie¹⁾.

Von Geh. Oberbergrat Prof. Dr. Richard Lepsius,
Darmstadt.

Wenn man die fluvioglazialen Schotterablagerungen im bayerischen Vorlande der Alpen studieren will, findet man die besten Aufschlüsse im Isartale oberhalb von München. Von Großhessellohe aufwärts sieht man in den beiden steilen 40 bis 50

Meter hohen Talgehängen über der liegenden miozänen Molasse regelmäßig und horizontal aufeinander gelagert: die Deckenschotter, bis 20 m mächtig; die Hochterrassenschotter, wohl bis 30 m mächtig, aber oft wegerodiert bis auf wenige Meter; die Niederterrassenschotter, 12 bis 15 m mächtig.

Es besteht kein Zweifel, daß wir diese drei Schotterablagerungen scharf voneinander abtrennen können, sowohl durch ihre petrographische Beschaffenheit wie durch ihre Lagerung.

Die Deckenschotter bestehen aus einer mit Kalk fest verkitteten Nagelfluh, die oft so hart ist, daß Werksteine, ja Mühlsteine daraus gehauen wurden, im Mittelalter wie in der Neuzeit; diese Nagelfluh ist so fest wie Beton, aber stets mehr oder weniger löchrig; daher nennen die Schweizer Geologen ihre Deckenschotter „löchrige Nagelfluh“.

Die Hochterrassenschotter sind lockerer und sandiger als die Deckenschotter; nur in einzelnen Bänken mit Kalk verkittet; Werksteine können nicht aus diesen nur leicht verzementierten Bänken hergestellt werden.

Ganz locker aufgeschüttet sind die Niederterrassenschotter, selten lose verkittet; sie enthalten noch mehr Sand zwischen den Geröllen als jene.

Der Kalkzement zwischen den Geröllen im Deckenschotter ist zum vorwiegenden Teil ein primär abgesetzter weißer feiner Kalkschlamm, zum kleineren Teil sekundär durch Bergwasser abgesetzter Kalk, häufig sogar weißer kristalliner Kalkspat, ausgelaugt aus dem löchrigen Gestein selbst oder aus den zum Teil zersetzten oder ausgehöhlten Kalk- und Dolomitgeröllen.

Ein zweiter wesentlicher und genetisch wichtiger Unterschied im petrographischen Charakter der drei Schotter ist der, daß im Deckenschotter neben den bei weitem vorherrschenden Kalkgeröllen nur selten wenige und kleine Gerölle von den kristallinen Gesteinen der Zentralalpen zu finden sind; im Hochterrassenschotter sind solche kristallinen Gerölle viel häufiger; im Niederterrassenschotter herrschen sie vor, und zwar oft in großen Blöcken.

Das heißt, daß die Flüsse, welche die Gerölle der Schotter aus den Alpen herausgeflößt haben, während der Eiszeit immer tiefere Täler in die Hochalpen eingeschnitten hatten. Auch der reichliche Kalkzement der Deckenschotter und der reichliche Quarzsandgehalt der Hoch- und Niederterrassenschotter hängen ab von der Erosion der Flüsse, welche im Beginne der Eiszeit vorwiegend die Kalkalpen, später die kristallinen Zentralalpen durchschnitten und abgespült haben.

In bezug auf die Lagerung will ich hier nur bemerken, daß die drei Schotter im Isartale und in andern analogen Tälern der bayerischen Voralpen entweder übereinander oder in Erosionsrinnen ineinander liegen. Wenn sie übereinander lagern, sind zuweilen die Verwitterungslehme ihrer Oberflächen (in den harten Deckenschottern auch vom Wasser ausgestrudelte Orgeln) zu sehen. Die verlehmte Oberfläche der liegenden Schotterdecken ist ein Beweis dafür, daß zwischen den drei Schotter-

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

ablagerungen längere Pausen stattgefunden haben — was ja auch durch die Erosionen bewiesen wird¹⁾).

Verfolgen wir die Deckenschotter das Isartal weiter aufwärts gegen das Gebirge, so finden wir bis Bad Tölz ziemlich große Deckenreste unter jüngeren diluvialen Aufschüttungen anstehend erhalten²⁾; aber weiter hinauf in das hohe Gebirge nur einzelne von der starken Erosion bewahrte Reste der Deckenschotter. Aufmerksam gemacht durch die Bezeichnung „Gehängebreccie“ auf der vortrefflichen geologischen Karte, Blatt Zirl und Nassereith, von *O. Ampferer*³⁾, welche Bezeichnung dieser Autor auf seinem Blatte Innsbruck auch der Höttinger Breccie gegeben hat, fand ich in der Isarklamm oberhalb Scharnitz einen durch einen Steinbruch gut aufgeschlossenen Rest von typischem Deckenschotter neben der Isarbrücke auf dem linken Isarufer. Graue Kalkgerölle sind fest verkittet in einem weißen Kalkzement; die kleinen Stücke sind zum Teil eckig, die größeren abgekantert, meist aber mehr oder weniger stark abgerundet. Zellendolomitstücke sind stark ausgeblaugt. Das ganze Gestein ist eine feste „löchrige Nagelfluh“. Die Werksteine für die neue Eisenbahnbrücke in Scharnitz wurden hier gebrochen, so daß man diese festen Konglomerate gut in den Brückenpfeilern studieren kann. Im Steinbruche sieht man, daß neben den vorherrschenden Triaskalken auch einzelne Gerölle von kristallinen Gesteinen der Zentralalpen stecken: echte Gneise, Amphibolite, Granatgneise, auch Gabbros, dichte Quarzite und Chloritschiefer. Diese kristallinen Gerölle sind völlig abgerundet, also vom fließenden Wasser weit her — aus dem Oberengadin — transportiert; sie sind meist klein und werden nicht über Faustgröße. Es sind dieselben Gerölle, wie wir sie im Deckenschotter unten im Isartale bei Bad Tölz finden. Auch das ganze Gestein ist petrographisch genau dasselbe wie der Deckenschotter in den Isartalgehängen von Tölz bis München.

Dieser Rest von Deckenschotter am Südwestfuße des Karwendelgebirges neben der Isarbrücke oberhalb Scharnitz liegt 975 m über dem Meere, also 400 m über dem Inn bei Innsbruck.

Ganz dieselbe „löchrige Nagelfluh“ finden wir nun in größeren Massen erhalten, wenn wir vom Scharnitzpasse nach Südosten auf den Südabhang der Solsteinkette über Innsbruck gehen: die sog.

¹⁾ Ich habe kürzlich mit Dr. *O. Reis* die bekannte Stelle nahe der neuen Isarbrücke bei Hellriegelskreuth besucht, wo zwischen dem liegenden Deckenschotter und dem hängenden Hochterrassenschotter ein 1,5 bis 2 m mächtiger hellbrauner Lehm und ein feiner glimmerreicher Sand (mit einzelnen Schnecken) gut aufgeschlossen sind: es ist kein Löß, sondern ein Verwitterungslehm mit Geröllen der alten Oberfläche der Deckenschotter und ein schwach geflößter grauer Sand. Danach ist die Angabe in meiner Abhandlung über die Eiszeit in den Alpen (S. 122, Darmstadt 1910) zu berichtigen, wo ich nach *L. von Ammon* noch einen echten Löß an dieser Stelle bei Hellriegelskreuth angenommen hatte.

²⁾ Vergl. die Abhandlung von *D. Aigner*, Das Tölzer Diluvium; mit geologischer Karte. München 1910.

³⁾ Österreichische Spezialkarte. 1 : 75 000 der k. geol. Reichsanstalt, Wien 1906.

weiße Höttinger Breccie auf der Höttinger Alp ist derselbe fluviatile Deckenschotter wie in der Scharnitz oder im Isartale bei Bad Tölz; das löchrige Gestein enthält viel weißen Kalkschlamm als Zement, führt vorherrschend eckige, abgekanterte und abgerundete Triaskalk- und Dolomitstücke und daneben einzelne kleine Gerölle von kristallinen Gesteinen aus dem zentralalpinen Oberengadin: echte Gneise und Amphibolgneise; die amphibolhaltigen Gesteine scheinen durch ihre Zähigkeit den weiten Transport besonders gut auszuhalten und der Verwitterung zu widerstehen.

Diese weißen Deckenschotter, die obere Höttinger Breccie, ziehen sich von der Höttinger Alp vom Südabhang der Solsteinkette nach Osten bis in die Arzler und Rumer Alpen hinüber; sie ziehen sich abwärts bis auf die zutage tretende Schulter der Trias, auf Muschelkalk und Buntsandstein, in Höhen von etwa 1000 m ü. M., also etwa 400 m über Innsbruck.

Diese hochgelegenen älteren Deckenschotter lagern im Roßfallgraben in etwa 1150 m in horizontal geschichteten Bänken direkt auf Buntsandstein; hier haben sich bekanntlich die Pflanzenreste gefunden, welche von *A. Pichler* zuerst erwähnt, von *D. Stur* für miocän. von *R. von Wettstein* für diluvial gehalten wurden; *Rhododendron ponticum* und *Buxus sempervirens* dieser Flora wachsen jetzt in südlicheren Gegenden, während alle übrigen Pflanzen derselben noch jetzt in den Alpen gut gedeihen⁴⁾.

Die etwa 10 m hohe Wand der weißen Höttinger Breccie im unteren Roßfallgraben besteht aus dicken horizontal geschichteten Bänken voller Kalkstücke, welche durch sehr viel weißen Kalkschlamm fest verkittet sind. Zwischen diese Breccienbänke aber schalten sich mehrmals dünne, bis 0,5 m mächtige Schichten ein, welche aus dem feinen Kalkschlamm und aus ganz kleinen Geröllen und aus grobem Sand bestehen; *R. von Wettstein* bezeichnete daher diese feinsandigen Schichten, in denen die Pflanzenreste besonders zahlreich liegen und in ihrer Struktur am besten erhalten sind, als „Sandstein“. Jedenfalls sind diese feinerdigen und sandhaltigen, dünn- und scharfgeschichteten Bänke, die sich vorwiegend aus dem weißen Kalkschlamm (Gletschermilch) zusammensetzen, kein Gehängeschutt, sondern es sind geflößte, fluviatile Sedimente. Das geht auch schon aus ihrer völlig horizontalen Schichtung und Flächenausbreitung hervor. Und das beweisen auch die gänzlich abgerundeten, weit hergeflößten Gerölle von kristallinen, zentralalpinen Gesteinen.

Ganz dasselbe wie hier im Roßfallgraben gilt für die ganze Höttinger Breccie, wie sie auf den Abhängen der Solsteinkette über Innsbruck lagert: ihr Material ist wohl zum Teil Gehängeschutt, zum größeren Teil aber fluviatil aus den Bergen des oberen Inntales hergeflößt. Daher hängen die Breccien zum Teil schräg abwärts herab, wie besonders gut zu sehen ist im oberen Mühlauer Graben;

⁴⁾ Siehe *R. Lepsius*, Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen, S. 79. Darmstadt 1910.

Schotter¹⁾ zum Teil schräg an den Steilhängen der Solsteinkette herunter, aber nur in Winkeln von 10—25°. Dadurch ziehen sich z. B. im Mühlauer Graben die oberen weißen Breccien ziemlich tief herunter, bis sie über den zutage tretenden Triaskalken (Raibler Schichten) absetzen. Wegen der größeren Steilheit des unterlagernden Triasgebirges bilden die oberen Höttinger Breccien, die älteren Deckenschotter, von weitem gesehen, keine deutlich abgesetzte Terrasse; erst in der Nähe sieht man, daß sie voneinander getrennt liegen.

Dagegen zeigen die jüngeren Deckenschotter eine so scharf ausgeprägte, horizontal geschichtete mächtige Terrasse, daß ihre breite Oberfläche von den Innsbruckern der „Hungerboden“ genannt wird.

Dr. O. Ampferer, dem wir das meiste verdanken, was bisher für eine genaue Kenntnis der Innalterrassen erreicht worden ist, hat einmal weiter abwärts aus dem Kaisergebirge bei Kufstein erwähnt, daß im Wochenbrunner Graben über dem Ellmauer Sattel in Höhen von 800—1000 m ü. M. obere Höttinger Breccien mit Wetterstein- und Muschelkalkgeröllen und eine untere, rot gefärbte, an Buntsandstein reiche Stufe zu unterscheiden sei²⁾. Dort herrschen also dieselben Lagerungsverhältnisse wie über Innsbruck.

Im Innental oberhalb Innsbruck scheinen die Reste von Deckenschottern nicht weiter hinaufzu reichen als auf die Pässe zu beiden Seiten des Mieminger Gebirges bei Nassereith und Seefeld. In der Gegend von Imst lagern die letzten älteren fluvioglazialen Schotterbildungen; oberhalb von Imst sind im Innale und seinen Bergen keine Deckenschotter, Breccien oder ältere Terrassenschotter bekannt³⁾. Wir müssen also annehmen,

¹⁾ In bezug auf die Lagerung der gesamten Höttinger Breccie sagt O. Ampferer (Jahrb. k. geol. R. A. 57. Bd. S. 731, Wien 1907): „Ihre Schuttmassen sind fast überall gut geschichtet; die dicken, fast horizontalen Lagen liegen von großer Regelmäßigkeit über längere Strecken hin und haben vielfach beträchtliche Schlamm lager zwischeneinander.“ Die Höttinger Breccie darf daher nicht eine „Mure“ genannt werden; mit den Muren lassen sich nur die sekundär im Höttinger Graben und im Vomper Loch abgerutschten und schräg herabhängenden Schuttmassen vergleichen. Muren sind ihrer Natur nach nicht horizontal geschichtet und überhaupt nicht geschichtet; sie zeigen nicht kilometerweit an den Bergabhängen durchgehende, regelmäßig abwechselnde Bänke von feinerdigen und groben Materialien; sie können auch keine viele Kilometer langen Talterrassen mit breiten, ebenen Oberflächen bilden. Aus denselben Gründen dürfen die Höttinger Breccien auch nicht als reiner „Gehängeschutt“ bezeichnet werden; das sind sie nur teilweise, zum größten Teil sind sie geflößte „fluvioglaziale“ Schotter.

²⁾ O. Ampferer, Über Gehängebreccien der nördlichen Kalkalpen, S. 745. Jahrb. k. geolog. Reichsanstalt, 57. Bd. Wien 1907; und ders., Über die Entstehung der Innaltterrassen, S. 57, Zeitschr. für Gletscherkunde, III. Bd. Berlin 1908.

³⁾ Die Schotter bei Nauders und auf der Reschenscheideck können nur einem letzten Rückzugsstadium der diluvialen Gletscher angehören, da dieser Hochpaß (1500 m ü. M.) zwischen Inn und Etsch erst von der großen Gletscherüberflutung der Haupteiszeit befreit sein mußte, ehe sich fluviatile Schotterterrassen bilden konnten. Vergl. W. Hammer, Glazialgeologische Mitteilungen aus dem Oberinntal. Verhdl. k. geolog. Reichsanstalt Jahrg. 1912, S. 402—412, Wien.

daß oberhalb Imst die Gletscher andauernd standen, aus deren Moränen die Schmelzwasser zunächst die Deckenschotter und später die Hochterrassenschotter hinabgeflößt haben.

Zur Zeit der oberen Deckenschotter muß das Oberinntal bei Imst noch so wenig tief eingeschnitten gewesen sein, daß die Schmelzwasserflüsse über den Seefeldler Paß (1180 m) zum obersten Innale hinüberfließen und dort in der Scharnitz die zentralalpinen kristallinen Gerölle in die Breccien hineinschwemmen konnten.

Wir hätten also im Innale zur ältesten Eiszeit die folgende Entwicklung anzunehmen: der Inn gletscher lag zunächst in einem Hochtal, dessen Boden etwa 1000 m höher stand als das jetzige Inn tal bei Imst; seine Schmelzwasser schütteten unterhalb der Gletscherenden die höchstgelegenen Höttinger Breccien auf, z. B. im obersten Isartale bei Scharnitz oder auf den Höttinger, Arzler und Rumer Alpen; diese oberen, weißen Höttinger Breccien entsprechen meiner Ansicht nach den älteren Deckenschottern; sie gleichen auch petrographisch genau den Deckenschottern im unteren Isartale zwischen Tölz und München, oder der „löchrigen Nagelfluh“ der Schweizer Geologen. Hier oben in den hohen Bergen und Gebirgen des Oberinntales der Gegend zwischen Imst und Innsbruck sehen wir vor uns die Sammelstätten, die Zufuhrmassen derjenigen fluvioglazialen Schotter und feinerdigen Gletschermilchmaterialien, aus denen im unteren Innale und im bayerischen Alpenvorlande die einheitliche Schotterdecke der „Deckenschotter“ zusammengeflößt worden ist.

Die Schmelzwasser des ältesten Inn gletschers vertieften allmählich den Talboden; es wurden dabei fortdauernd Schotter im Tal und auf den flacheren Talwänden abgelagert: zuletzt und mit völlig horizontaler Schichtung die Hungerbodenterrassen oberhalb und unterhalb von Innsbruck. Diese jüngeren Höttinger Terrassen betrachte ich als die jüngeren Deckenschotter. Unter der mächtigen Hungerburgterrasse, unter den „roten Höttinger Breccien“ lagert graue, schlammige Grundmoräne mit zahlreichen schön polierten und gekritzten Kalkgeschieben und mit Geröllen kristalliner zentralalpiner Gesteine¹⁾. Dadurch wird bewiesen, daß der älteste Inn gletscher zeitweise während der

¹⁾ Um den langjährigen Streit darüber endlich zu entscheiden, ob diese Grundmoräne über der Weiherburg bei Innsbruck der roten Breccie nur anlagert oder im Liegenden der Breccie lagert, ist in diesem Sommer unter meiner Leitung und mit freundlicher Beihilfe der Herren Dr. O. Ampferer, Dr. Bruno Sander und Kommerzialrat Ing. L. H. Rainer (Innsbruck) ein 20 m langer Stollen in die Grundmoräne dicht unter der überhängenden roten Breccie der Hungerburgterrasse im obersten Teile des östlichen Weiherburggrabens getrieben worden. Das unzweifelhafte Ergebnis war, daß die Moräne tatsächlich unter der roten Breccie lagert. Näheres darüber siehe in meinem Berichte an die Berliner Akademie der Wissenschaften. Die nicht unbeträchtlichen Kosten dieser Stollengrabung haben auf meinen Antrag die Berliner und die Wiener Akademien getragen, wofür auch hier mein Dank an diejenigen Herren Akademiker, welche speziell diese Sache gefördert haben, nämlich die Herren B. Branca in Berlin und Fr. Becke und Ed. Brückner in Wien, ausgesprochen sei.

lange andauernden Bildung der Deckenschotter aus der Gegend von Inst bis in die Gegend von Innsbruck — das sind etwa 45 km — vorgestoßen ist.

Ganz die gleichen Verhältnisse kennen wir aus der Schweiz: die „löchrige Nagelflub“, das sind die älteren und jüngeren Deckenschotter, lagert in der Gegend von Zürich (Albis, Uznach, Wetzikon) bis zum Bodensee (Schaffhausen, Stein am Rhein) zum Teil auf Moränen dieser ältesten Eiszeit¹⁾.

Was nun endlich das geologische Alter der Höttinger Breccien oder der Deckenschotter bei Innsbruck betrifft, so muß ich zunächst feststellen, daß die gesamten Höttinger Breccien älter sind als die Moränen der Hauptzeit, welche überall die Höttinger Terrassen, auch die höchsten, überflutet haben und stets über ihnen lagern. Auch die Hochterrassenschotter, welche beiderseits des Inntals bei Innsbruck in reichlichen Massen horizontal anlagern und z. T. höher als 300 m über den jetzigen Innspiegel ansteigen, sind jünger als sämtliche Höttinger Breccien.

Der allerältesten Eiszeit gehören die am höchsten an der Solsteinkette anlagernden weißen Höttinger Breccien an: in ihnen allein finden sich diejenigen Pflanzen, welche während der diluvialen und alluvialen Zeit nicht mehr in den Alpen oder in Europa wild gewachsen sind: *Rhododendron ponticum* und *Buxus sempervirens*. In den roten Breccien der Hungerburgterrasse, also in den jüngeren Deckenschottern nach meiner Auffassung, fehlen diese beiden Pflanzenarten, während in den roten Mergelbänken dieser unteren Terrasse (im Mayrschen Steinbruch und am Seehof) nur Reste der übrigen Höttinger Flora, deren Arten noch jetzt in den Alpen wachsen, die Kiefernadeln am häufigsten, auch Blätter von Laubbäumen gefunden worden sind.

Ich habe in meiner früheren Abhandlung (Darmstadt 1910) der Höttinger Flora aus dem Roßfallgraben und also den hochgelegenen weißen Höttinger Breccien ein pliocänes und präglaziales Alter zugeschrieben, weil die beiden genannten Pflanzenarten jetzt in südlicheren Gegenden wachsen, und weil sie in der pliocänen Seekreide im Borlezatal am Iseosee in den Südalpen sich gefunden haben.

Nach meinen neueren Untersuchungen bei Innsbruck behalte ich für die obere Höttinger Breccie, also die älteren Deckenschotter, das pliocäne Alter bei; erkenne jedoch an, daß zu dieser Zeit die Gletscher der Alpen bereits aus den Zentralalpen bis in die vorliegenden Kalkalpen vorzudringen begannen. Die zunehmende Kälte vernichtete die zur pliocänen Zeit auf den Kalkalpen wachsenden Pflanzen, welche aus der wärmeren Tertiärzeit herstammten, und von denen uns *Rhododendron pon-*

ticum und *Buxus sempervirens* in den fluviatilen Schottern des Roßfallgrabens aufbewahrt blieben. Die übrigen Pflanzen dieser Flora überdauerten in den Alpen und in Europa auch die große diluviale Eiszeit. Ich sehe also die höchstgelegenen Höttinger Breccien als fluvioglaziale Schotter einer während der oberpliocänen Zeit beginnenden Eiszeit der Alpen an²⁾.

Zwischen den oberen weißen und den unteren roten Höttinger Breccien ist aber keine scharfe Grenze festzustellen: sie gehen deswegen allmählich ineinander über, weil der damalige Innfluß fortwährend das Tal tiefer und tiefer erodierte und gleichzeitig auf den Berghängen und Bergschultern Schotter ablagerte. Nur die jüngsten Höttinger Breccien, die roten Breccien der Hungerburgterrasse und die gleichzeitigen Terrassen zu beiden Seiten des Inntales bis ca. 300 m über dem Inn, sind als eine besondere Bildung von den höherliegenden weißen Breccien abzutrennen, weil sie sich deutlich in breiten Böden absetzen, völlig horizontal geschichtet sind und auf Grundmoräne auflagern.

Draußen im Vorlande der Alpen, z. B. im Isartale oberhalb München, können wir ältere und jüngere Deckenschotter nicht voneinander abtrennen: dort lagert nur eine Schotterdecke, weil nur Aufschüttung der Schotter, aber keine gleichzeitige Talerosion, wie oben im Gebirge bei Innsbruck, in Betracht kommen.

Dagegen liegt eine scharfe Grenze und eine längere Pause im Absatz der fluvioglazialen Schotter zwischen den jüngsten Höttinger Breccien, also zwischen den jüngeren Deckenschottern, und den ältesten Hochterrassenschottern, sowohl im Gebirge bei Innsbruck, als im Vorlande oberhalb München; ebenso in der Schweiz.

Wenn wir daher die älteren Deckenschotter im Roßfallgraben wegen ihrer oberpliocänen Flora mit *Rhododendron ponticum* für oberpliocän erklären, so müssen wir auch den roten Breccien der Hungerburgterrasse und ihrer unterlagernden Grundmoräne ein oberpliocänes Alter zuweisen. Damit erhalten wir eine oberpliocäne Eiszeit in den Alpen gegenüber der jüngeren diluvialen Eiszeit, welche mit den älteren Hochterrassenschottern und der Hauptmoräne beginnt.

Daß ich als tiefere Ursachen der Gletscherschwankungen, der Schotteraufläufungen und der Flußerosionen tektonische Bewegungen der Alpen und ihres Vorlandes ansehe, will ich hier nicht nochmals ausführen³⁾.

Übrigens hat es sehr lange Zeit gedauert von der ersten Ablagerung der bis 1000 m hoch über dem jetzigen Innboden gelegenen ältesten Decken-

¹⁾ Siehe das ausgezeichnete Werk von *Roman Frei*, Monographie des Schweizerischen Deckenschotters; mit Karten und Profilen. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, N. Folge, 37. Lfg. Bern 1912. — Im vorigen Jahre hatte ich Gelegenheit, unter der freundlichen Führung von *Albert Heim*, *Roman Frei* und Frau Dr. *Brockmann-Jerosch* die besten Aufschlüsse von Deckenschottermoränen zwischen Zürich und dem Bodensee zu besichtigen.

²⁾ *Roman Frei* kommt am Schlusse seines Werkes (S. 169: Das Alter des Deckenschotters) ebenfalls zu dem Ergebnis, daß die älteren Deckenschotter wahrscheinlich noch ins Pliocän gehören, und zwar in die oberpliocäne Stufe mit *Elephas meridionalis*, wie dies bereits *du Pasquier* und einige südfranzösische und oberitalienische Geologen annahmen.

³⁾ Siehe hierüber meine Abhandlung über die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen. Darmstadt 1910.

schotter der Höttinger Alp bis zu den jüngsten Deckenschottern der Hungerburgterrassen: denn während dieses Zeitraumes wurde das Innthal bei Innsbruck 1000 m tief erodiert; die Basis der roten Breccien und der Grundmoräne in den Weiherburggräben steht nur etwa 200 m über dem jetzigen Spiegel des Innflusses.

Zwischen dem Ende der Deckenschotterzeit und dem Beginn der Ablagerung der Hochterrassenschotter verging wieder eine längere Zeit: denn die feste Kalkver kittung der Deckenschotter war weit vorgeschritten, ehe die Hochterrasse entstand, da wir die abgerollten und gekritzten Blöcke der „löchri gen Nagelfluh“ eingelagert in den Hochterrassenschottern vorfinden; ebenso liegen gekritzte G eschiebe der Höttinger Breccie in der Hauptmoräne.

Die Festigkeit der roten Höttinger Breccie aus den Hungerburgterrassen ist so groß, daß diese Breccie in Innsbruck seit Jahrhunderten ein beliebter Baustein war: in allen Kirchen und größeren Bauten der Stadt Innsbruck, auch im Schlosse Amras, ist die Höttinger Breccie zu Werksteinen verwendet worden, gerade so wie die Deckenschotter aus dem Isartale bei den Bauten in der Stadt München benutzt wurden.

Für die Altersfolge der Glazialablagerungen bei Innsbruck stelle ich das folgende Schema auf, entsprechend dem obenstehenden geologischen Profile:

A. Oberpliocäne Eiszeit.

1. Ältere Deckenschotter: die oberen weißen Höttinger Breccien von den Höttinger, Arzler und Rumer Alpen, mit wenigen zentralalpinen Geröllen. Im Roßfallgraben die fossile Flora mit *Rhododendron ponticum* und *Buxus sempervirens*.
2. Graue Grundmoräne mit zentralalpinen Geröllen und zahlreichen glattgeschliffenen und gekritzten Kalkgeschieben.
3. Jüngere Deckenschotter: die unteren roten Höttinger Breccien der Hungerburgterrasse; die Breccien der Sankt-Michael- und der übrigen gleichaltrigen Terrassen in ca. 300 m über dem jetzigen Innboden.

B. Diluviale Eiszeit.

4. Ältere Hochterrassenschotter, unter der Hauptmoräne liegend, z. B. auf dem Hungerboden. Viele zentralalpine Gerölle.
5. Hauptmoräne mit zahlreichen und großen zentralalpinen Geröllen und Blöcken; sie überzieht alle älteren glazialen Ablagerungen und überflutet die höchsten Pässe in den Kalkalpen der Innsbrucker Gegend.
6. Jüngere Hochterrassenschotter, Schotter, Sande und Bändertone, jünger als die Hauptmoräne; den älteren Terrassen im Innthal vor gelagert. Viele zentralalpine Gerölle.
7. Niederterrassenschotter, Schotter mit sehr vielen und großen zentralalpinen Geröllen; reich an Sanden. Zu beiden Seiten des Innthales vor den Hochterrassenschottern in Hügeln (Bühlen) gelagert. Jüngere Deltabildungen vor den Mündungen der Seitentäler.

Mittels dieses Schemas können wir die im Innthal bei Innsbruck lagernden Glazialablagerungen in Übereinstimmung bringen mit denjenigen des Alpenvorlandes bei München; beide hängen genetisch zusammen: dort zwischen den hohen Bergen bei Innsbruck sehen wir dieselben Schotter und Moränen eng zusammengedrängt lagern, welche sich im Vorlande bei Rosenheim und München—Tölz flach ausbreiten können. Ebenso ist es in der Schweiz, wo die Schweizer Geologen schon lange diesen Zusammenhang zwischen den alpinen und den voralpinen Glazialablagerungen erkannt hatten (*L. du Pasquier, A. Baltzer, Fr. Mühlberg* u. a.).

Zum Schlusse wiederhole ich, daß wir die besten Aufschlüsse über die Talterrassen im Innthal und auf seinen überragenden Bergen den langjährigen und eifrigen Untersuchungen des Herrn Dr. *Otto Ampferer* verdanken. Ich möchte ihn nur bitten, zukünftig seine unbestimmten Bezeichnungen für die Schotter in seinen Aufnahmegebieten zu ersetzen durch die allgemein gangbaren und verständlichen Namen: Deckenschotter, Hochterrassenschotter und Niederterrassenschotter; er wird dadurch seine Innthalschotter besser in direkte Beziehung setzen können zu den drei fluvioglazialen Ablagerungen, wie sie im Alpenvorlande, in den unteren Inn- und Isartälern, scharf voneinander zu unterscheiden sind: denn das Sammelbecken der drei Vorlandsschotter liegt oben in den Bergen bei Imst und Innsbruck.

Zuschriften an die Herausgeber.

Die physiologische Funktion der Pigmentzellen.

In seiner Zuschrift an den Herausgeber in Heft 43 moniert *E. G. Pringsheim* mit Recht einen Satz aus meiner Bemerkung in Heft 40. Die falsche Vorstellung, die er erwecken mußte, wäre vermieden worden, wenn ich geschrieben hätte: „die dunklen Tiere verwenden einen größeren Anteil der zugestrahlten Energie zur Erwärmung ihres Körpers, das Strahlungsgleichgewicht tritt bei ihnen bei höherer Körpertemperatur ein als bei hellen Tieren“. Dies ist die physikalische Grundlage der Fuchsschen Theorie, die ich als unbestreitbar bezeichnen wollte.

Ich bin Herrn Kollegen *Pringsheim* dankbar, daß er mich auf die notwendige Berichtigung dieses lapsus calami hingewiesen hat.

Bonn, den 24. Oktober 1913.

Prof. A. Pütter.

Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen Hochschulunterrichtes in Deutschland.

In Heft 40 der „*Naturwissenschaften*“ befindet sich ein Aufsatz von *Ernst Feige* (Gießen), in dem (Seite 959, zweite Spalte, Abs. 1) die Universitäten Deutschlands aufgezählt werden, die zur Zeit Einrichtungen für das landwirtschaftliche Studium besitzen. In dieser Aufzählung ist die Universität *Jena* nicht erwähnt, obwohl sich hier Einrichtungen für das landwirtschaftliche Studium bereits seit dem 2. Mai 1826 befinden, so daß *Jena* die Universität ist, an der der landwirtschaftliche Hochschulunterricht zuerst eine Stätte fand. An dem angegebenen Tage ward das vom Nationalökonom *Fr. G. Schultze* gegründete Institut, das in der gleichen engen Beziehung mit der Universität stand wie die heutigen Universitätsinstitute, eröffnet. Nach *Schultzes*

Tode wurden nacheinander *Stückhardt*, *Oehmichen*, *v. d. Goliz*, *Settegast* als Leiter des landwirtschaftlichen Instituts berufen, und seit 1904 steht das Institut unter meiner Leitung. Es wurde im vorigen Wintersemester von 121 Studierenden besucht.

Jena, den 27. Oktober 1913.

Landwirtschaftliches Institut der Universität.

Prof. W. Edler.

Besprechungen.

Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie; Publiées sous le patronage de l'association internationale des académies par le comité international, nommé par le VII. congrès de chimie appliquée. Paris, Gauthier-Villars; Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.; London, J. & A. Churchill; Chicago, University of Chicago Press.

Band I (*Konstanten aus dem Jahre 1910*). XXXIX, 730 S. 1912.

Band II (*Konstanten aus dem Jahre 1911*). XXXX, 758 S. 1913. Preis geh. M. 25,60, geb. M. 28,80.

Der Gedanke, die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung durch internationale Organisationen vollkommener ausnutzbar zu machen, als ohne diese möglich wäre, gewinnt dauernd an Kraft; er ist auch maßgebend gewesen bei der Schöpfung dieser Jahrestabellen, die bestimmt sind, die Aufgabe zu lösen: donner à tous ceux qui s'occupent de chimie, de physique ou des sciences annexes, tant au point de vue théorique qu'au point de vue technique, la certitude que tout nombre, présentant un intérêt possible, peut être retrouvé sans difficulté.

Der geistige Vater dieses Unternehmens ist Herr *Charles Marie* (in Paris¹⁾. Er legte im März 1909 seinen Plan der Société de Chimie-Physique vor und diese Gesellschaft beschloß darauf, bei dem 1909 in London tagenden VII. internationalen Kongreß für angewandte Chemie den Antrag zu stellen, es solle eine internationale Kommission gewählt werden zur Untersuchung der Möglichkeiten für die jährliche Veröffentlichung aller physikalischen, chemischen und technischen Konstanten. Diesen Antrag nahm zuerst die Sektion für Physikochemie und Elektrochemie, dann auch der Gesamtkongreß in der Schlußsitzung am 2. Juni 1909 an, und gleichzeitig wurde die gewählte Kommission beauftragt, das geplante Unternehmen ins Leben zu rufen. Die Mitglieder des durch Kooptation ergänzten Komitees traten im Oktober 1909 in Paris zusammen und einigten sich über den Arbeitsplan. Als geschäftsführender Arbeitsausschuß (commission permanente) wurden die Herren *Bodenstein*, *Bruni*, *Cohen*, *Wilsmore* und *Marie* (als Generalsekretär) bestimmt.

Welches Interesse die beteiligten wissenschaftlichen Kreise an der Herausgabe der Jahrestabellen nehmen, ergibt sich aus der Bildung besonderer nationaler „comités de patronage“, denen die hervorragendsten Gelehrten der betreffenden Länder angehören; auch die internationale Association der Akademien hat dem Unternehmen ihre Förderung zugesagt und es allen Regierungen, Akademien, wissenschaftlichen Gesellschaften

usw. angelegentlich — und mit Erfolg — zur Unterstützung empfohlen. Auf Anregung der internationalen Association der Akademien ist auch ein Zusammenarbeiten der Kommission für die Jahrestabellen mit dem Conseil de l'international catalogue de littérature scientifique in die Wege geleitet.

Einen greifbaren Ausdruck hat das Interesse der wissenschaftlichen Kreise an den Jahrestabellen in der nicht unbedeutenden finanziellen Unterstützung gefunden, die mehrere Regierungen, die nationalen Akademien, wissenschaftliche und technische Gesellschaften, einige größere Firmen sowie Privatpersonen ihnen zugewandt haben. Natürlich wird angenommen, daß in Zukunft die Einnahmen aus dem Verkauf der Tabellen die Herstellungskosten — Arbeitsausschuß und Generalsekretär arbeiten ehrenamtlich! — decken werden; aber naturgemäß mußten für die ersten Jahre größere Summen zur Verfügung stehen (etwa 50 000 Mark für jeden Band), um ein unabhängiges, nur von wissenschaftlichen Gesichtspunkten geleitetes Arbeiten zu ermöglichen.

Fast alle europäischen Reiche, ferner die Vereinigten Staaten, Argentinien und Japan haben zu diesem Werke beigesteuert; wenn man aber die Liste der Spender betrachtet, so vermißt man viele reiche Erwerbsgesellschaften, die sich besonders deswegen nicht anschließen dürften, weil sie aus dieser Sammlung sicherlich vielen direkten Nutzen ziehen. Eine dauernde freiwillige Beisteuer wäre deswegen erwünscht, weil dadurch die Möglichkeit gegeben wäre, den bereits jetzt mäßigen Preis der Tabellen noch herabzusetzen, wodurch der Kreis der Subskribenten sehr vergrößert werden könnte; und weil es außerdem dann möglich wäre, an den Tabellen noch verschiedene Verbesserungen vorzunehmen, auf die — vermutlich wenigstens — die Herausgeber mit Rücksicht auf die Kosten verzichten mußten.

Der wissenschaftliche Erfolg dieses Tabellenwerkes ist ohne Zweifel zum großen Teil durch eine zweckmäßige Organisation und Verteilung der Einzelarbeiten bedingt; es scheint, als ob die Kommission einen erfolgreichen und vorbildlichen Weg eingeschlagen hat, um der ungeheuren Menge des Stoffes Herr zu werden.

Es ist der Zweck der Jahrestabellen, systematisch zu sammeln „tout ce qui dans un certain domaine peut s'exprimer par des nombres“. Für die Wissensgebiete die nach Anlage des Werkes zu berücksichtigen waren (Chemie, Physik, Technologie), kommen zurzeit etwa 300 Zeitschriften in Betracht, von denen z. B. für 1911 mehr als 200 brauchbares Material geliefert haben. Daraus ergibt sich ohne weiteres die Notwendigkeit, eine große Anzahl von Mitarbeitern heranzuziehen.

Unter verantwortlicher Leitung des Kommissionsmitgliedes eines jeden Landes (des Delegierten) werden zunächst die dort erscheinenden Druckschriften von Sammelmitarbeitern durchgesehen und ausgezogen. Die gefundenen Konstanten und Zahlenwerte werden auf Formularen mit allen notwendigen Angaben aufgeschrieben und dem Delegierten allmonatlich zugeschickt. Von dort kommen sie nach Paris an den Generalsekretär, wo sie sachlich — nach den Kapiteln der Tabellen — geordnet und dann am Schluß des Jahres den Spezialisten der einzelnen Gebiete übergeben werden, die die Zettel bearbeiten und zum druckfertigen Manuskript zusammenstellen.

Sammeln und wissenschaftliches Ordnen liegen also in verschiedenen Händen. Den sammelnden Mitarbeitern wird empfohlen, von Daten, deren Zugehörigkeit zum Inhalt des Werkes zweifelhaft sein kann, eher zuviel als zu wenig aufzunehmen. Eine kritische Auswahl unter den Originalwerten oder kritische Beurteilung der Zahlen wird — dem Charakter der Tabellen entsprechend — völlig vermieden. Dagegen sollen überall die benutzten

¹⁾ Herr *Marie* war so freundlich, mir die wichtigsten Dokumente über die Begründung und die Organisation der Jahrestabellen zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm auch hier meinen Dank ausspreche.

Meßmethoden, die Maßeinheiten, Definitionsformeln — kurz alles, was zum klaren Verständnis der mitgeteilten Konstanten erforderlich ist, angeführt werden.

Mit dieser Organisation ist es nun dem Arbeitsaufschuß gelungen, die 2 Bände der Jahrestabellen für 1910 und 1911 fertigzustellen, sie erschienen etwa 1¼ Jahr nach Beendigung der Sammelperiode.

Deutlicher noch als die periodische Zeitschriftenliteratur lassen diese beiden Großquartbände von 730 und 758 Seiten die Fülle der alljährlich zutage geförderten Zahlenwerte erkennen, und damit rechtfertigen sie ohne weiteres ihre Existenz; denn in die Referatenliteratur kann der größte Teil dieser Zahlen nicht übergehen, und so mag vieles alljährlich ganz oder zeitweilig verloren gegangen sein, was jetzt für Wissenschaft und Technik leicht verwertet werden kann.

Mehr noch als von der Vollständigkeit der Jahrestabellen hängt ihr wissenschaftlicher Wert von der übersichtlichen Anordnung des Stoffes ab. Eine kurze Überlegung zeigt, daß die Aufstellung der Konstanten nach Stoffen — chemische Ordnung — ohne erhebliche Raumverschwendung nicht durchführbar wäre und auch wohl kaum die notwendige Übersicht geboten hätte. Es war somit das Material nach der Natur der Konstanten, also in physikalischer Ordnung, zu verarbeiten und von diesem Grundsatz sind nur aus Zweckmäßigkeitsgründen wenige Ausnahmen gemacht worden.

Auf den ersten Blick erscheint es nun leicht, nachdem einmal die Kapiteleinteilung festgesetzt ist, alles Material in die leeren Fächer einzuordnen; bei näherem Zusehen aber ergeben sich zahllose Schwierigkeiten. Neben den besten Präzisionsmessungen sollen auch die mehr oder weniger schlecht definierten Zahlenangaben, die oft zu physikalischen Größen nur in schwer erkennbaren Beziehungen stehen, ihren richtigen Ort finden; viele Messungen können je nach dem Gesichtspunkt, den man einnimmt, ganz verschiedenen Kapiteln zugeteilt werden; andere Messungsreihen wieder umfassen mehrere verschiedene, aber eng zusammengehörige Konstanten, die durch Trennung unverständlich werden und ihren Wert verlieren. In allen diesen Fällen muß der Takt des Bearbeiters die Entscheidung treffen, und der wird nicht immer mit den Bedürfnissen des Benutzers übereinstimmen. Überdies liegt es im Wesen wissenschaftlicher Entwicklung, daß die Systematik einem dauernden Wechsel unterworfen ist, und so dürfte denn auch noch manche Änderung hier eintreten, bis die zweckmäßigste Form gefunden sein wird. — Durch Verweisungen zwischen den einzelnen Kapiteln suchen die Herausgeber den Zusammenhang verwandter Erscheinungen, die getrennt werden mußten, wieder herzustellen; außerdem haben sie den eigentlichen Konstanten noch einige Sammelabschnitte angehängt, bei welchen durch die chemische Anordnung zum Teil eine sehr erleichterte Benutzung gesichert wird, wo es sich andererseits zum Teil um Zahlengrößen handelt, die sich den bekannteren physikalischen Messungen nur schlecht einfügen. Es sind dies die Kapitel: Kristallographie und Mineralogie, organische Chemie, ätherische Öle, Tierphysiologie, Pflanzenphysiologie und Pflanzenchemie, Ingenieurwesen, Metallurgie. Die Spezialisten dieser Gebiete werden den Herausgebern für diese Zusammenstellungen dankbar sein.

Bei der bisweilen sehr schwierigen Abgrenzung einzelner Kapitel gegeneinander und bei der großen Anzahl von Mitarbeitern ist es nicht überraschend, bisweilen nahe verwandte Konstanten in verschiedenen Kapiteln zu finden. Inwieweit sich dies bei den rein physikalischen Werten vermeiden läßt, möchte ich nicht untersuchen; für die Konstanten chemischer Vorgänge aber darf ich mir vielleicht den Hinweis erlauben, daß mög-

licherweise einige der erwähnten Schwierigkeiten in der Einteilung und Abgrenzung fortfallen, wenn als ordnendes Prinzip die *Phasenregel* benutzt wird. Ihre durchgreifende systematisierende Kraft hat sie schon vielfach bewiesen und sie wird auch hier nicht versagen. Die Kapitel: Schmelzpunkt, Dampfdruck, Löslichkeit und chemisches Gleichgewicht, die jetzt selbständig sind, würden dann zu einem Kapitel: Chemisches Gleichgewicht verschmolzen werden; dies müßte unterteilt werden, zuerst nach der Komponentenzahl der untersuchten Systeme und in zweiter Linie nach der Zahl der Phasen. Damit würden dann alle zusammengehörigen Erscheinungen, z. B. Schmelzpunkte und Umwandlungspunkte, zueinander kommen, und vor allen Dingen wäre eindeutig, wie durch Koordinaten, der Ort bestimmt, wo die Zahlen für irgendeinen chemischen Vorgang zu suchen sind. Auch die dieser Systematik Unkundigen würden durch wenige Hinweise leicht den Weg finden.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, für die sachgemäße Benutzung der Jahrestabellen den Fernerstehenden einige Winke zu geben. Eine viersprachige „Table des matières“ verzeichnet alle behandelten Kapitel nebst ihren Unterabteilungen und dient so als Führer. Zunächst wird es nützlich sein, wenn beim Erscheinen der Tabellen ein jeder sein Sondergebiet durchsieht; er wird sicher mancherlei finden, was ihm im Laufe des Jahres entgangen ist; dann aber kommt dies Werk hauptsächlich zur *Ergänzung von Referaten* in Betracht; es wird sich dann oftmals ein Zurückgreifen auf die Originalarbeiten oder das Abschreiben langer Tabellen vermeiden lassen. Die Auffindung physikalischer Konstanten bietet bei der getroffenen Anordnung keinerlei Schwierigkeiten, zumal da den umfangreicheren Kapiteln zweckmäßige Übersichten vorangestellt sind. Auch die Spezialisten der oben erwähnten Sonderabschnitte sind gut bedacht, da sie alles beieinander finden, was sie brauchen. Dagegen ist der Chemiker, welcher sich orientieren will, was an Messungen über einen bestimmten Stoff vorliegt, übel daran; zwar ist im ersten Bande (Seite XIX) versprochen, dem Band 2 ein alphabetisches Generalregister und ein alphabetisches Spezialregister sämtlicher im ersten und zweiten Bande zitierten Substanzen beizufügen — also gerade das, was der Chemiker braucht; aber leider findet sich in Band 2 nichts Derartiges und über das Register herrscht tiefstes Schweigen. Ich gehe wohl nicht fehl in der Annahme, daß bei den Versuchen zur Herstellung des Registers dies einen solchen Umfang angenommen hat, daß ökonomische Gründe die Weiterführung der Arbeit verboten. Keineswegs aber wäre auf die Dauer ein solches Register gänzlich zu entbehren. Die Benutzbarkeit des Werkes würde dadurch wesentlich gemindert, besonders wenn erst eine größere Anzahl von Bänden vorliegt.

Außer dem Register habe ich noch sehr schmerzlich die Diagramme vermißt; ihre Aufnahme ist den Mitarbeitern untersagt; wahrscheinlich gleichfalls der hohen Kosten wegen, da ich nicht annehme, daß die Herausgeber den Wert von Diagrammen unterschätzen. Nun ist aber die graphische Darstellung in manchen Fällen (z. B. bei Schmelzpunktkurven oder bei komplizierteren Gleichgewichten) einfach unentbehrlich und durch Zahlenreihen nicht zu ersetzen. Schon aus diesem Grunde wäre eine weitere Stärkung der finanziellen Hilfsmittel des Unternehmens höchst erwünscht.

Daß die ersten beiden Bände der Jahrestabellen alle Wünsche der Benutzer erfüllen würden, werden weder diese noch die Herausgeber erwarten haben; aber auch der kritische Beurteiler wird gern zugeben, daß hier in kurzer Zeit eine große, wertvolle Arbeit geleistet ist. In der Tat beweist es einen starken Gemeinsinn

und einen schönen Idealismus, wenn namhafte Gelehrte, die selbst forschend tätig sind, die Aufgabe übernehmen, aus den Zeitschriften die Konstanten herauszusuchen oder das vielfach heterogene Material zu ordnen und zu brauchbaren Tabellen zu verarbeiten. Für diese Hingabe ist die wissenschaftliche Welt den Mitarbeitern, dem Arbeitsausschuß und besonders dem Generalsekretär zu großem Dank verpflichtet, und es war nur billig, daß auch der VIII. internationale Kongreß für angewandte Chemie (1912), als er die internationale Kommission zur Fortsetzung ihrer Arbeiten beauftragte, auf Antrag von *Sir W. Ramsay* einstimmig diesem Dank in herzlichen Worten Ausdruck gab.

Will man zu einer richtigen Einschätzung dieser Jahrestabellen kommen, so darf man auch nicht ihre Bedeutung für die weitere Entwicklung der wissenschaftlichen physikalischen und chemischen Sammeliteratur vergessen. Von allen Benutzern des Werkes werden sicherlich die Bearbeiter physikalischer Handbücher oder der Tabellenwerke die dankbarsten sein. Was sie früher in mühsamer Arbeit sich aus den Referaten und Originalen herauschälen mußten, finden sie nun schön geordnet und passend zugeordnet auf einem Ort und nur die Gewissenhaftesten werden sich noch die Mühe nehmen, die Zahlen für weitere Verwendung mit den Originalen zu vergleichen. — In einer Veröffentlichung der internationalen Kommission ist auch bereits der Gedanke ausgesprochen, daß diese Jahrestabellen vielleicht dazu führen könnten, die verschiedenen großen Tabellenwerke (*Landolt-Börnstein-Roths* Tabellen, *Smithsonian Phys. Tables*, *Recueil des constantes phys.* usw.) zu einem internationalen Standardwerk zu vereinigen, das dann durch die Jahrestabellen immer auf der Höhe gehalten und durch sie in mäßigen Zwischenräumen mit leichter Mühe völlig erneuert werden könnte.

Vielleicht liegt in diesem Unternehmen der Keim zu einer künftigen einheitlichen Gestaltung unseres energieverschwendenden Referatenwesens; und vielleicht — dies sage ich nur zögernd — trägt es auch dazu bei, dem Gedanken an eine Organisation wissenschaftlicher Produktion Freunde zu erwerben.

J. Koppell, Berlin.

Philippot, H., und E. Delporte, Description des installations du service de l'heure. Observatoire Royal de Belgique, Service astronomique. Bruxelles, Hayez, 1912. 73 S. u. 3 Pläne.

Bei der Verlegung der alten Brüsseler Sternwarte nach Uccle wurde, entsprechend der allgemeinen Modernisierung und Vergrößerung des Instituts, auch eine reich ausgestattete Zeitdienstanlage geschaffen, die im genannten Heft ausführlich beschrieben ist. In einem Keller, dessen Temperatur durch eine automatisch regulierte Heizvorrichtung innerhalb 2° konstant gehalten wird, sind 4 Hauptuhren (3 von *Riefler*, 1 von *Hohwü*) untergebracht; 2 davon gehen nach Sternzeit, die beiden anderen nach mittlerer Zeit. Eine Sternzeit- und eine MZ-Hauptuhr synchronisiert auf elektromagnetischem Wege je eine Mutteruhr, die ihrerseits je eine Gruppe von 6 Nebenuhren synchronisiert, die in den Beobachtungs- und Bureauräumen untergebracht sind. An eine von diesen Nebenuhren sind noch in Brüssel 2 weitere für den öffentlichen Zeitdienst angeschlossen, und zur Reserve für den Fall, daß die Hauptuhren versagen sollten, ist noch eine ältere Uhr von *Dent* vorhanden; endlich wird eine Uhr im Hafen von Anvers auf Grund regelmäßiger Vergleichung mit den Uhren in Uccle durch Korrigieren des Ganges innerhalb kleiner Uhrkorrekturen gehalten, so daß im ganzen 22 Uhren (darunter 12 *Rieflersche*) in Betrieb sind. Zur Vergleichung der Uhren und zum Registrieren der Beobachtungen dienen 3 Chronographen von *Peyer, Fafarger & Co.* (vorm.

Hipp), ein Druckchronograph von *Gautier*, der dem Beobachter das zeitraubende Ausmessen von Chronographenstreifen erspart, und zur Reserve ein Nadelchronograph von *Dent*. Zur Aufnahme der funktentelegraphischen Zeitsignale von Norddeich und dem Eiffelturm dient eine feste, zu auswärtigen Beobachtungen zwei transportable Empfangsstationen.

B. Wanach, Potsdam.

Plaßmann, Joseph, Himmelskunde. Versuch einer methodischen Einführung in die Hauptlehren der Astronomie. Zweite und dritte verbesserte Auflage. Freiburg i. Br., Herder, 1913. XVI, 572 S., 282 Abbild. und 3 Karten. Preis geh. M. 11,—, geb. M. 13,—.

Schon wenige Jahre nach dem Erscheinen der ersten Auflage der *Plaßmannschen Himmelskunde*, die es sich zur Aufgabe gestellt hatte, dem Leser in populärer Form ein volles Verständnis der wichtigsten Vorgänge im Universum zu geben, kommt jetzt eine neue, wesentlich verbesserte und die neuesten Forschungen berücksichtigende Auflage jenes astronomischen Handbuches heraus. Schon die Tatsache, daß ein so umfangreiches Werk in verhältnismäßig kurzer Zeit vergriffen ist, spricht für die Vorzüge dieser populären Himmelskunde, die in der Tat die nicht leichte Aufgabe löst, dem Leser ein eingehendes und gründliches Verständnis für die astronomischen Hauptprobleme zu verschaffen und ihn sogar zu eigener Beobachtungstätigkeit anzuregen wie anzuleiten imstande ist. Die Lösung dieser schwierigen, aber auch lohnenden Aufgabe, die Schönheiten und Erhabenheiten des gestirnten Himmels sinnig und verständnisvoll nicht nur Laien und Freunden der Astronomie, sondern auch Lehrern an höheren wie niederen Schulen nahe zu bringen, wird durch eine große Reihe von Abbildungen wirksam unterstützt. In der vorliegenden verbesserten und erweiterten Ausgabe der *Plaßmannschen Himmelskunde* sind manche neue und wertvolle Illustrationen aufgenommen, die von unmittelbaren photographischen Himmelsaufnahmen herrühren und Einblicke in seltene astronomische Phänomene gewähren. Gerade für die wichtigste Aufgabe, das Gebiet der allgemeinen Astronomie dem Verständnis zugänglich zu machen, dürfte die vorliegende Himmelskunde von *Plaßmann* besonders geeignet sein, da auch auf die Erklärung des geometrischen Zusammenhangs aller astronomischen Erscheinungen Wert gelegt ist, und durch elementare Mathematik der größte Teil der astronomischen Hauptsätze wirksame Erklärung gefunden hat. An Hand des *Plaßmannschen Buches* vermag der mit ihm vertraute Lehrer den Schulunterricht in der Astronomie zu einer wahrhaft induktiven, auf Beobachtung und Erfahrung begründeten Unterweisungsmethode auszugestalten und dem Schüler auf Grund eigener ganz einfacher Beobachtungen jene köstliche Freude zu verschaffen, die Übereinstimmung von Theorie und Praxis mit eigenen Augen zu erkennen.

A. Marcuse, Charlottenburg.

Perry, John, Drehkreisel. Deutsch von *August Walzel*. II. Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. VIII, 130 S. u. 62 Abbild. Preis M. 2,40.

In diesem kleinen Buche, das aus einem volkstümlichen Vortrage des Verfassers in einer Versammlung in der British Association in Leeds entstanden ist, bespricht Herr *Perry* im Plaudertone alle die interessanten Erscheinungen, welche schnell rotierende Körper zeigen, und beschreibt eine sehr große Anzahl teils bekannter, teils neuer und höchst origineller Experimente mit dem Kreisel. Nachdem er zunächst die Wirkung der Zentrifugalkraft an der scheinbaren Steifigkeit in Drehung versetzter biegsamer Körper erläutert hat, behandelt er eingehend an der Bewegung eines Gyrostaten die Präzessions- und Nutationserscheinungen und gibt

nach den gewonnenen experimentellen Resultaten die Hauptregeln für diese Bewegungsformen an. Sodann erklärt er die Erscheinung des Aufrichtens eines sich auf der Unterlage reibenden Kreisels, zeigt an verschiedenen Experimenten die Tatsache, daß es in jedem freien Körper nur eine stabile Rotationsachse gibt, behandelt die Wirkung einer Flüssigkeit in einem rotierenden Körper und eine Reihe anderer, ähnlicher Probleme. Höchst amüsant sind mehrere Versuche, die er beschreibt, um zu erkennen, ob ein Ei roh oder gekocht ist, ohne es zu öffnen, Versuche, die alle auf dem abweichenden Verhalten fester und flüssiger rotierender Körper basieren. Eingehend wird sodann die Wirkung von Sonne und Mond auf die Präzessions- und Nutationsbewegung der Erdachse erläutert, das Problem des Kreiselkompasses kurz gestreift und auf die Ähnlichkeit mancher Erscheinungen der Optik und des Magnetismus mit den Kreiselerscheinungen hingewiesen. So z. B. wird die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes im magnetischen Felde durch eine Anzahl durch Gummibänder miteinander gekoppelter Gyrostaten demonstriert. Die zweite Auflage schließt mit einem Anhang I, in welchem der Schiffschiffskreisel und die Brennausche Einschienenbahn beschrieben werden, und enthält in einem Anhang II einige kurze Bemerkungen des Herrn Prof. Osborne Reynolds zu einigen Punkten des Buches.

Die leichte Art, in welcher in dem Buche die schwierigsten Probleme der Mechanik behandelt werden, ohne mathematische oder physikalische Kenntnisse vorauszusetzen, hat etwas ungemein Fesselndes, wenn auch die Gefahr der Oberflächlichkeit speziell bei der Erklärung der Experimente nicht immer ganz vermieden ist. Etwas störend bei der Lektüre wirkt das häufige Abschweifen vom Thema. Die Übersetzung ist fließend und gut und sind auch alle Fachausdrücke treffend wiedergegeben. Das Buch kann sowohl dem Laien, der sich über die Kreiselerscheinungen orientieren will, als auch dem Experimentator als Unterlage für manchen interessanten Vorlesungsversuch bestens empfohlen werden.

O. Martienssen, Kiel.

Guericke, Otto v., Über die Luftpumpe und den Luftdruck. Leipzig, R. Voigtländer, 1912. 96 S. Preis M. 0,70.

In der Sammlung „Voigtländers Quellenbücher“ hat Dr. W. Bein jüngst aus den 3 Büchern der „experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio“ einen kurzen Auszug herausgegeben, den auch mancher, der kein besonderes historisches Interesse hat, mit Vergnügen lesen wird. Wir sehen, und zwar im Bilde, die erste Vakuumpumpe, bei der Guericke die Luft aus dem zu evakuierenden Gefäß zuerst mit Wasser verdrängt und dann das Wasser mit einer umgekehrten Gartenspritze herausaugt, und gleich darauf erleben wir die erste Implosion, bei der eine schöne Bronzehohlkugel mit lautem Knall zu allgemeinem Schrecken zusammengedrückt wird, daß „sie aussieht wie ein zerknülltes Tuch“. Bei der späteren Form der Luftpumpe wird schon das Ventil von außen gesteuert, falls bei fortgeschrittener Verdünnung die Luft allein die Klappe nicht mehr recht zu heben vermag, dann wird die Physik um das unentbehrliche Vakuum-Hahnfett aus Wachs und Terpentin bereichert und es werden 3 Versuche beschrieben, die noch heute zum eisernen Bestande jeder Experimentalvorlesung gehören: Die Glocke, deren Schall nicht aus dem Vakuum herausdringt, die farbenprächtige Nebelbildung bei plötzlicher Entspannung gesättigter Luft und die gespannte Membrane, die dem Luftdruck nicht standhält; der letzte Versuch allerdings in einer weniger humanen Form, indem, statt der heute üblichen Gummi-

oder Schweinsblase, ein lebender Barsch seine Schwimmblase bersten lassen muß. Neben derartigen Scherzen aber gibt es sehr klare Erörterungen über den Heber, das Barometer, die Atmosphäre und vieles andere, alles in schlichter sachlicher Form. Denn „in der Naturwissenschaft ist die Redekunst ohne Bedeutung“, „wo Tatsachen vorhanden sind, bedarf es keiner Worte“ und nur „über die Ergebnisse der Geisteswissenschaft kann man streiten, weil diesen die augenscheinliche Gewißheit fehlt, durch welche die mathematischen Wissenschaften wirken“. Es ist wirklich ein prächtiges Buch und der Verleger hat seinen Wert nicht richtig eingeschätzt, wenn er dem Magdeburger Bürgermeister als einziges Honorar 75 Freixemplare zur Verfügung gestellt hat.

R. Pohl, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Eine neue Privatsternwarte ist nach den im letzten Heft der Zeitschrift „Sirius“ (Herausgeber Prof. Dr. Klein [Köln]) enthaltenen Angaben bei Schonen in Schweden begründet worden. Diese kleine Sternwarte, „Uranienburg“ genannt, gehört Herrn W. Nordlind-Lund und besitzt u. a. auch einen Steinheilischen Refraktor; sie liegt auf dem Breitengrade $55\frac{3}{4}$ und in Länge $51,6$ Min. Östl. Greenwich. So erfreulich jede Neubegründung einer wissenschaftlichen Arbeitsstätte für Himmelsforschung auch ist, so wäre es doch zu wünschen, daß hierfür noch mehr die klimatisch günstigsten Zonen der Erde bevorzugt würden. Für Deutschland im besonderen wäre die staatliche oder auch private Begründung einer Sternwarte in einem Gebiete unserer afrikanischen Kolonien von großer Bedeutung, wobei zugleich nach Vorschlägen, die schon Geheimrat Hellmann (Berlin) an anderer Stelle geäußert hat, ein meteorologisches und vielleicht auch aeronautisches Observatorium mit jenem Institut für Himmelsforschung zweckmäßig zu verbinden wäre.

Neue Untersuchungen über den veränderlichen Stern RZ Cassiopejae sind von Dr. Graff auf der neuen Hamburger Sternwarte in Bergedorf angestellt und in Heft 13 (1913) der Mitteilungen jenes Hamburger Observatoriums näher diskutiert worden. Der veränderliche RZ Cassiopejae wurde vor etwa 7 Jahren in Potsdam von Prof. Müller als Stern der 6. Größenklasse, also auch in kleineren Fernrohren sichtbar, entdeckt in der für 1913 gültigen Position: Rektascension $2^h 41^m$, Deklination $+69^\circ 16'$, also in einer sehr günstigen circumpolaren Lage. Der Veränderliche gehört zum Algoltypus mit stärkerem, in wenigen Stunden stattfindenden Lichtwechsel, so daß auch hier die Voraussetzung eines dunklen, den Hauptstern umkreisenden Begleiters zur Erklärung jenes in etwa $5\frac{1}{4}$ Stunden um fast $1\frac{1}{2}$ Größenklassen sich vollziehenden Lichtwechsels völlig gerechtfertigt erschien. Dr. Graff hat nun eine Bahnberechnung dieses Systems ausgeführt und folgende Elemente dafür gefunden: Umlaufdauer der beiden Gestirne umeinander $1\text{ Tag } 4^h 41^m$ Abstand der Mittelpunkte beider Gestirne $3\frac{1}{6}$ Millionen km. Radius des hellen Sterns = 1,42 Sonnenhalbmesser, des dunklen Sterns = 1,21 Sonnenhalbmesser, Masse des Hauptkörpers etwa $\frac{1}{2}$, des Begleiters rund $\frac{1}{3}$ der Sonnenmasse, Dichte des Systems fast gleich der Sonnendichte und räumliche Bewegung im Visionsradius 41 km pro Sekunde von der Erde fort. Den Lichtwechsel selbst erklärt Dr. Graff durch eine jeweils beim Umlauf des dunklen Begleiters um den helleren Stern eintretende ringförmige Verfinsterung des letzteren, und in der Tat sprechen die Beobachtungen und Rechnungen durchaus für die Richtigkeit dieser An-

nahme, die auch sonst ein hohes kosmogonisches Interesse gewährt.

Von den Sternwarten der südlichen Halbkugel kommt die Mitteilung, daß auf dem argentinischen Observatorium in Cordoba, das unter amerikanischer wissenschaftlicher Leitung (Prof. Perrine) steht, ein neues Spiegelteleskop von etwa $1\frac{1}{2}$ m im Durchmesser aufgestellt worden ist. Auf der chilenischen Sternwarte in Santiago ist nach dem freiwilligen Tode des ausgezeichneten deutschen Astronomen *Ristenpart* wieder der frühere Leiter und französische Astronom Prof. *Obrrecht* als Direktor eingesetzt worden. Hierdurch erledigen sich auch alle Vorwürfe, die von *Ristenpart* im Anschluß an Äußerungen einer höheren astronomischen Stelle gegenüber einem anderen deutschen Astronomen gemacht wurden, der gleichfalls trotz bester Absichten aber unter sehr viel ungünstigeren politischen Umständen in Santiago de Chile keine dauernde Hebung der dortigen Sternwarte erreichen konnte.

Über den magnetischen Zustand der Sonne bringt das 38. Heft des *Astrophysical Journal* sehr interessante Mitteilungen von dem gegenwärtig wohl bedeutendsten Sonnenforscher Prof. *Hale*, Direktor der amerikanischen Sonnenwarte auf dem Mount Wilson. Danach muß man jetzt aus experimentellen wie theoretischen Gründen den Nachweis eines magnetischen Zustandes der Sonne für vollkommen erwiesen ansehen. Dabei fällt der magnetische Nordpol der Sonne sehr nahe mit dem für die Sonne geltenden geographischen arktischen Pol zusammen, eine Erscheinung, die verglichen mit den auf der Erde davon abweichenden Verhältnissen (magnetischer Nordpol steht vom geographischen um rund 16 Grade ab) von besonderem Interesse sein dürfte. Zweifellos fielen in dem früheren feuerig-flüssigen Zustande unseres Planeten die magnetischen und geographischen Erdpole auch zusammen, und erst der Ausschlag der letzteren in Form einer konstanten Verlagerung der Erdachse bei der allmählichen Bildung der Panzerdecke unseres Erdkörpers dürfte die starke Abweichung zwischen den Polen der magnetischen und der mechanischen Richtkraft der Erde hervorgebracht haben. Die elektrische Ladung des Sonnenkörpers muß nach Prof. *Hale* für negativ gelten, und die Vertikalintensität des Sonnenmagnetismus beträgt an den Polen rund 50 Gauß-Einheiten. Endlich folgert der amerikanische Sonnenforscher aus seinen Messungen, daß die Stärke des magnetischen Feldes auf der Sonne nach den höheren Schichten der Sonnenatmosphäre hin rasch im Abnehmen begriffen ist. Auch diese Erscheinung kann, wenn sie sich wirklich als reell weiter bestätigt, nicht ohne Interesse für eine Anwendung auf terrestrische Verhältnisse sein. Bisher nimmt man bekanntlich an, daß die am Erdboden festgestellten magnetischen Kraftlinien auch in größeren Höhen der Atmosphäre gelten, eine Annahme, die noch nicht erwiesen ist, obwohl sie für die magnetische Orientierung im Luftfahrzeug von großer Bedeutung sein kann. Erdmagnetische Untersuchungen auf diesem Gebiete sind daher dringend geboten.

Die Wiederauffindung des periodischen Kometen *Westphal* kann nunmehr als vollkommen gesichert betrachtet werden, da alle Berechnungen des als scheinbar neu entdeckten Kometen 1913 d auf seine Identität mit dem Westphalschen Gestirn hinweisen. Da der Komet nun auch heller wird und bereits jetzt mit einem Krimesteher gesehen werden kann, sei erwähnt, daß derselbe gegen Mitte November in Rektascension bei 20 h 33 m und in Deklination bei $+32^\circ$ stehen dürfte. Außer einem gut begrenzten Kern zeigt der Westphalsche Komet auch

einen kurzen Schweif. Man findet den Kometen am besten, wenn man die Himmelsgegend beim Sternbilde des „Schwans“ betrachtet.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Morphologische Veränderungen des gereizten Nerven.

Während der älteren Physiologie der periphere Nerv mehr oder weniger als ein Leitungsdraht galt, bei dem man kaum daran dachte, daß er lebendig sei so gut wie jedes andere lebendige System, haben zahlreiche Untersuchungen, besonders der Verwornschen Schule, gezeigt, daß er ermüdbar, erstickbar, narkotisierbar ist, daß er Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure produziert, kurz alle Kennzeichen des Lebens besitzt. Unter diesen Umständen lag es nahe zu versuchen, ob sich nicht auch mit Hilfe des Mikroskops Unterschiede zwischen dem ruhenden und dem gereizten Nerven nachweisen lassen. Es scheint, als ob diese Versuche jetzt zu einem positiven Resultat geführt hätten. In der Markscheide des Nerven läßt sich — besonders gut bei Fixierung mit absolutem Alkohol — ein feines Maschenwerk nachweisen, das anscheinend dadurch sichtbar wird, daß beim Fixieren die ursprünglich homogene Markscheidensubstanz in zwei Bestandteile zerfällt, von denen sich die eine in Form eines Netzwerkes ausscheidet. Die Weite der Maschen dieses Netzwerkes ist nun bei gereizten Nerven größer als bei ruhenden. Allerdings ist der Unterschied der Struktur nicht immer deutlich. Sorgfältige Kontrollen sollen alle möglichen Irrtümer ausschließen. Es würde sich also das Resultat ergeben, daß sich bei der Tätigkeit des Nerven auch in der Markscheide Prozesse abspielen, daß also auch sie an der Funktion des Nerven beteiligt ist. Besonders dürfte für die funktionelle Bedeutung der beobachteten Unterschiede die Feststellung sprechen, daß sie bei Reizung narkotisierter Nerven fehlen. Daß die Veränderungen nicht als Ermüdungserscheinungen zu deuten sind, scheint daraus hervorzugehen, daß sie bei abgekühlten Nerven, die gerade besonders leicht ermüdbar sind, nicht angetroffen werden. (*Hans Stübel* in *Pflügers Archiv* Bd. 149, S. 1, 1912, und Bd. 153, S. 111, 1913.) P.

Gefäßerweiterung und Sekretion. Die Frage, ob eine Erweiterung der Blutgefäße in einer Drüse eine vermehrte Sekretion und eine Steigerung des Stoffwechsels zur Folge hat, ist von großem theoretischen Interesse und ist dementsprechend oft behandelt worden. Für die Speicheldrüse liegt jetzt eine Untersuchung vor, die eine klare Antwort ermöglicht. *Barcroft* und *Müller* (*Journal of Physiology* Bd. 44, 1912, p. 258—264) fanden, daß das Yohimbin eine Erweiterung der Blutgefäße der Drüse bewirkt, die jener völlig gleich ist, welche bei starkem Speichelfluß beobachtet wird, daß aber bei Erweiterung durch Yohimbin nicht der geringste Speichelfluß eintritt. Es bestätigt diese Beobachtung also zunächst das schon früher von anderen Autoren mit anderer Methodik gewonnene Resultat, daß Sekretion und Gefäßerweiterung zwei voneinander trennbare Erscheinungen sind. Die Untersuchung des Gaswechsels ergab, daß nur dann eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs eintrat, wenn die Drüse Speichel absonderte, daß dagegen die einfache Erweiterung der Blutgefäße durch Yohimbin keinen Einfluß auf die Größe des Gaswechsels hat, auch wenn die Blutmenge, welche die Drüse durchströmt, infolge der starken Erweiterung der Blutgefäße auf das Zehnfache gesteigert ist. P.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 47.

21. November 1913.

Erster Jahrgang

INHALT:

Pendeluhrn einst und jetzt. Von *Prof. Dr. F. Göpel*,
Berlin-Charlottenburg. S. 1133.

Die Arbeitsleistung der Verbrennungsvorgänge.
Von *Prof. Dr. O. Sackur*, *z. Zt. Berlin-Dahlem.*
S. 1137.

Kausale und konditionale Weltanschauung. Von
Dr. M. Kronenberg, Berlin. S. 1143.

Über die bei der Blütenbildung wirkenden
mechanischen Faktoren. Von *Prof. Dr. Günthart*,
Leipzig. S. 1147.

Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung.
Von *Prof. Dr. Adolf Steuer, Innsbruck.* S. 1151.

Besprechungen. S. 1156.

Astronomische Mitteilungen. S. 1158.

Kleine Mitteilungen. S. 1160.

DAS JAHR 1913

EIN GESAMTBILD DER KULTURENTWICKLUNG

[VII und 549 Seiten.]
Lexikon-Oktav. 1913.

Herausgegeben von **DR. D. SARASON**

In Leinw. geb. M. 15.—
In Halbf. geb. M. 18.—

Die Fortschritte des Jahres auf allen Kulturgebieten und in allen Wissenszweigen in knapper, fesselnder Darstellung zusammengefaßt von führenden Geistern der Zeit, dem Gelehrten wie dem im praktischen Leben Tätigen, jedem Gebildeten ein gleich unentbehrlicher Führer in der verwirrenden Mannigfaltigkeit unserer Kultur.

INHALT: Politik: vom konservativen — sozialdemokr. — freisinnigen — nationallib. Standpunkte — vom Standpunkte des Zentrums — Welt- u. Kolonialpolitik — Österr. Politik. — Heer. Flotte. — Zivilrecht. Strafrecht und Kriminologie. Öffentl. Recht. Verwaltung. — Sozialpolitik. — Gewerkschaftsbewegung. — Fürsorgewesen. — Frauenbewegung. — Erziehungs- u. Bildungswesen: Höh. Schulen u. Hochschulbildung. Volks-, Mittel- u. Fortbild.-Schul. Volkswirtschaft, allg. Finanzwesen. Handel u. Industrie. Verkehr. Landwirtschaft. — Technik: Maschinentechnik — Technik des Lokomotivbaues — Automobilbaues — Schiffbaues — Flugtechnik — Elektro-

technik — Bearbeitung der techn. Rohstoffe: Metalle, Hölzer, Steine, Papier u. Fasern — Bauingenieurwesen — Bergbau. Hüttenwesen — Graphik. — Astronomie. — Chemie. Physik. — Botanik. Zoologie. Physiologie. Heilkunde. Öffentl. Gesundheitswesen. — Geophysik. Erd- und Länderkunde. Völkerkunde. — Psychologie. Soziologie. — Kulturgeschichte: Die altorientalische Kultur nebst ihren Beziehungen zum Westen — Die antike Kultur — Die Kultur vom Ausgang der Antike an. — Literarische Kunst. — Bildende Kunst: Architektur und Kunstgewerbe, Garten u. Landschaft — Malerei und Plastik, Kunstforschung. — Musik. Theaterwesen. — Philosophie. Religion.

Ausführliche Prospekte

umsonst und postfrei vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig und Berlin.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

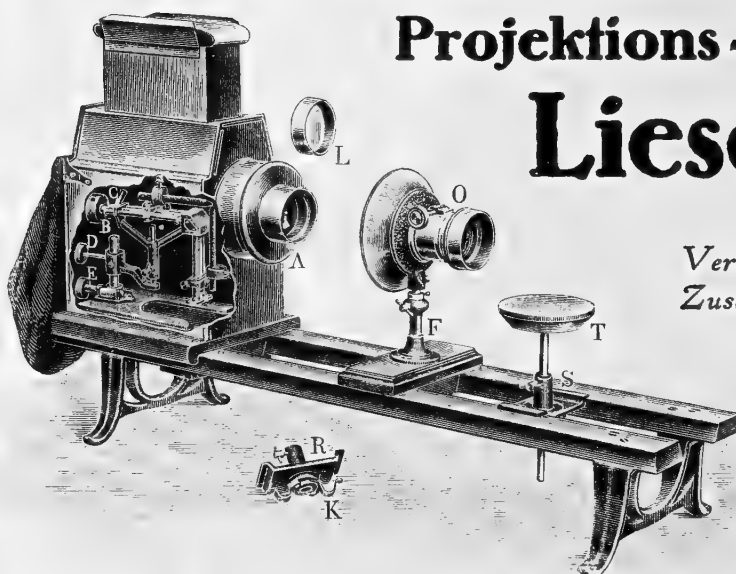
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



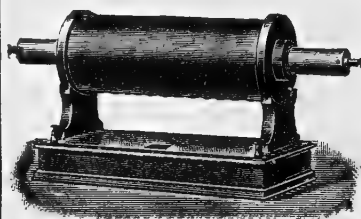
Projektions-Apparate Liesegang

*Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.*

Ed. Liesegang * Düsseldorf
Brieffach 124.

Induktorien mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser
als alle anderen
für physikalische
Arbeiten, gehen
mit jedem Unter-
brecher, sind
durchschlag-
sicher, zu be-
ziehen durch alle
Lehrmittelhand-
lungen, andern-
falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungs-
bedingungen bildet eine Spezialität meiner
Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit
durch sorgfältige Bedienung und
Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Über Rassenhygiene.

Von **Dr. Kurt Goldstein**,
Universitätsprofessor in Königsberg i. Pr.
Preis M. 2.80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite I, —
Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite II

Pendeluhrn einst und jetzt.

Von Prof. Dr. F. Göpel, Berlin-Charlottenburg.

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften haben in die Ehrentafel ihres Kataloges neuerdings als 192. Band *Huygens' Pendeluhr* (*Horologium oscillatorium*) aufgenommen. Den Herausgebern des Werkes A. Heckscher und A. v. Oettingen gebührt dafür besonderer Dank. Nächst *Keplers Dioptrik* von 1611 (Bd. 144) und *Galileis Unterredungen* von 1638 (Bd. 11 und 24) sind *Huygens' Werke* die ältesten Arbeiten aus dem Gebiete der Physik, welche uns *Engelmanns* Verlag darbietet.

Zwischen dem ersten Erscheinen des *Horologium* und der vorliegenden deutschen Ausgabe liegen 240 Jahre. Und wie über alle Maßen modern mutet uns *Huygens' schöne Schrift* an! Auch wenn wir berücksichtigen, daß die Herausgeber die mathematischen Ableitungen in Gleichungsform statt in der umständlichen wörtlichen Umschreibung der Urschrift bringen. Das wird sogar die Bewunderung vor *Huygens' Arbeit* noch erhöhen müssen, denn das teilweise Fehlen des formalen Rüstzeuges unserer heutigen Mathematik wird dem exakten Denker von damals manche Fessel angelegt haben.

Das *Horologium* zerfällt in fünf Teile. Im ersten Teil wird eingehend die Pendeluhr Huygenscher Konstruktion beschrieben und zwar schon in der zweiten verbesserten Form. Die beistehende Fig. 1¹⁾ gibt eine Vorstellung von dieser Uhr. Bei ihr hat *Huygens* besonderen Wert gelegt auf die Einrichtung, welche dem Pendel gleiche Schwingungszeit (*Isochronismus*) bei verschiedenen Schwingungsweiten (*Amplituden*) geben soll. Der doppelte Aufhängefaden des Pendels ist durch zwei zu seiner Ruhelage symmetrische Blechstreifen, *T* in Fig. 1, flankiert, die vom Pendeldrehpunkt nach außen nach dem Gesetz der Cykloide gekrümmt sind. Beim Hin- und Hergang des Pendels legt sich der Aufhängefaden gegen diese Krümmungsflächen, und der Schwingungsmittelpunkt des Pendels ist dann gezwungen, ebenfalls die Bahn einer Cykloide zu beschreiben. *Huygens* war der Entdecker des *Tautochronismus* dieser Kurve; er bewies — das geschieht im zweiten Teil des *Horologium* —, daß ein Körper Cykloidenbögen verschiedener Länge in gleichen Zeiten durchfällt. Der dritte Teil gibt vor allem eine damals vollkommen neue Theorie der Kurvenabwicklungen. Im vierten Teil wird die von *Mersenne* gestellte Aufgabe gelöst, den Schwingungsmittelpunkt eines Pendels zu bestimmen; im letzten Teile ist das Bewegungsgesetz des konischen Pendels behandelt und seine Anwendung als Gangregler von Uhren beschrieben.

¹⁾ Die Fig. 1 u. 2 sind dem hier besprochenen Werke entnommen. Fig. 3 entstammt dem Buche H. Bock, Kritische Theorie der freien Riefler-Hemmung (Verlag von Julius Springer, Berlin). Fig. 4 hat die Firma Clemens Riefler in Nesselwang zur Verfügung gestellt.

Betrachten wir zunächst die Uhr von *Huygens* noch näher. Der wesentliche Fortschritt vom Standpunkt der damaligen Zeit bestand darin, daß das Pendel auf die Dauer in Bewegung gehalten wurde, während bis dahin die Astronomen für ihre Sternbeobachtungen Pendel benutzten, welche von Hand in Schwingungen versetzt wurden und daher von Zeit zu Zeit eines neuen Anstoßes bedurften. Noch 1654 benutzte *Hevelius* ein solches freischwingendes Pendel, welches in der Minute 39 Schwingungen machte. *Huygens* vereinigte vor allem in geschickter Weise das Pendel mit der damals schon bekannt-

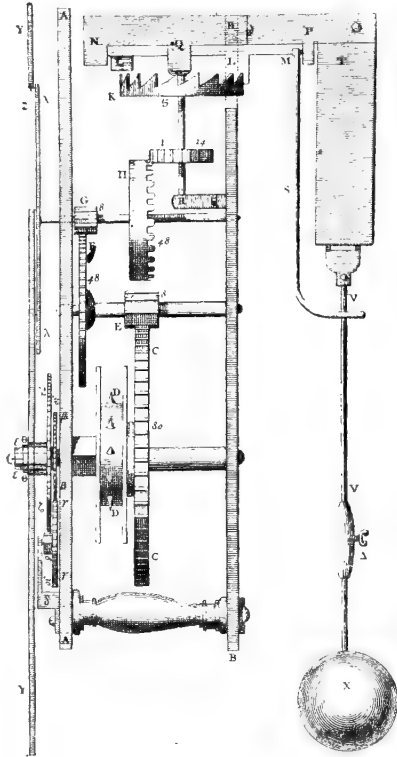


Fig. 1. Pendeluhr von *Huygens*. (Werkansicht.)

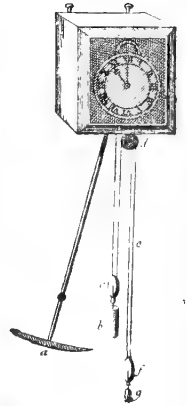


Fig. 2. Pendeluhr von *Huygens*. (Außenansicht.)

ten Spindelhemmung, die ursprünglich von der *Unrast* (Unruhe) als Gangregler begleitet war. Diese Hemmung, deren Einrichtung und Wirkungsweise aus Fig. 1 genügend hervorgeht, hat trotz vieler Mängel die Zeitmesser lange beherrscht. Ein Hauptnachteil ist, daß der Spindelgang mit „Rückfall“ arbeitet, d. h. während einer gewissen Schwingungsphase des Pendels müssen die Spindellappen *LL* (Fig. 1) das Hemmungsrad *K* und mit diesem das ganze übrige Räderwerk der Uhr etwas rückwärts drehen; hierzu muß das Pendel einen guten Teil seiner Schwingungsenergie verwenden. Außerdem ist der Spindelgang besonders empfindlich gegen kleine Änderungen der Antriebskraft und endlich wird zwischen Räderwerk und Hemmungsrad die Einschaltung eines Kronrades (*H* in Fig. 1) nötig,

das seiner ganzen Natur nach ungünstige Eingriffsverhältnisse gibt. Trotzdem hat man im Laufe der Zeit die Spindelhemmung zu großer Vollendung gebracht, wovon namentlich die noch zahlreich vorhandenen alten Taschenuhren zeugen. Bei diesen ist bekanntlich die Empfindlichkeit des Spindellanges gegen die Kraftänderungen der Triebfeder besonders Rechnung getragen durch Einfügung der Schnecke, welche die Kraft der Triebfeder zunächst aufnimmt und als *konstantes* Drehmoment an die Hemmung abgibt.

An der Spindelachse *M* ist ein senkrecht nach unten führender Draht *S* befestigt; das ist die „Gabel“, welche die Pendelstange umfaßt und die vom Zuggewicht über die Hemmung verlaufenden Impulse dem Pendel zuführt. Das Pendel, hier verkürzt gezeichnet, ist ein Sekundenpendel mit Bleikugel. *Huygens* macht bei der Beschreibung den Vorschlag, das Sekundenpendel unter der Bezeichnung „Stundenfuß“ als reproduzierbare Längeneinheit zu benutzen; daß dieser Vorschlag wegen der Veränderlichkeit der Gravitationskonstante und damit der Pendellänge mit der geographischen Breite undurchführbar ist, hat, etwas später *Richer* durch seinen klassischen Versuch erwiesen.

Die wichtige Rolle, welche der Luftwiderstand bei dem Pendel spielt, war *Huygens* wohl bekannt; er wendet, wie Fig. 2 zeigt, schon andere Formen der Pendellinse an. Charakteristisch ist ferner das Laufgewicht Δ (Fig. 1) auf der Pendelstange, dessen Höhenverschiebung zur Feinregulierung der Schwingungsdauer des Pendels dient. Als „Huygensscher Laufer“ ist es lange an Pendeln verwendet worden.

Fig. 2 macht noch zwei weitere Eigentümlichkeiten der Huygensschen Uhr ersichtlich. Die eine ist die Anwendung des Zuggewichtes an einer endlosen Schnur in der Absicht, beim Aufziehen jede Unterbrechung der Kraftzufuhr zu vermeiden. Hierzu läuft die Schnur einmal über das Zackenrad *D* (Fig. 1) und außerdem über eine, ebenfalls mit Zacken versehene, Leitrolle *d* (Fig. 2) außerhalb des Gehäuses. Diese Rolle ist dergestalt mit einem einseitigen Gesperr versehen, daß sie sich nur drehen kann, wenn man an Schnurende *a* nach unten zieht. *b* ist das eigentliche Zuggewicht; *g* dient nur als Spannungsgewicht, um der Schnur die nötige Reibung auf den Zackenrädern zu geben. Auf *D* und *d* wirkt je die Hälfte der Zugkraft $b-g$. Wird also *b* durch Abwärtsziehen von *e* gehoben, so hört die Wirkung der Triebkraft $\frac{b-g}{2}$ an *D* nicht auf.

Die zweite Eigentümlichkeit beruht in der Anordnung des Sekundenzeigers. Die Sekundenwelle ist jene mit dem Kronrad *G* (Fig. 1). Sie trägt am linken Ende eine Kreisscheibe λ mit 60-Teilung, die in einem Ausschnitt des eigentlichen Ziffernblattes *Y* erscheint. Bei *Z* trägt der Ausschnitt einen festen Zeiger zum Ablesen der Sekunden-teilung.

Für die Verwendung auf dem Schiffe traf *Huygens* die bekannte nach *Cardano* benannte Kreuzgelenkanordnung.

Über die Ganggenauigkeit dieser alten Uhren

enthält das *Horologium* nur sehr unsichere Angaben. Das erklärt sich, wenn man liest, daß *Huygens* vor allem Auf- und Untergang der Sonne als Zeitmarken benutzte, also Phänomene, welche an sich nur eine begrenzte Genauigkeit der Zeitbestimmung zulassen. Man darf wohl verallgemeinernd sagen, daß vor allem die damalige Unsicherheit der Zeitbestimmungsmethoden auch der Entwicklung der Pendeluhr eine Grenze setzte. Die wissenschaftlichen Grundlagen, wie sie *Huygens* in seinem *Horologium* bietet, hätten jedenfalls die Erreichung beträchtlicher Ganggenauigkeit erlaubt.

Gerade weil das vorliegende Huygenssche Werk eine Fülle unveralteter Ideen bietet, die zum Teil jetzt noch die Konstruktionsbedingungen der Zeitmesser beherrschen — nicht um *Huygens'* Leistungen in den Schatten zu stellen, sondern weil die Antithese reizt —, wollen wir einen Blick auf unsere jetzigen Pendeluhrn höchster Genauigkeit werfen.

Man wird niemandes Ruhm beeinträchtigen, wenn man als Standard einer solchen Uhr eine

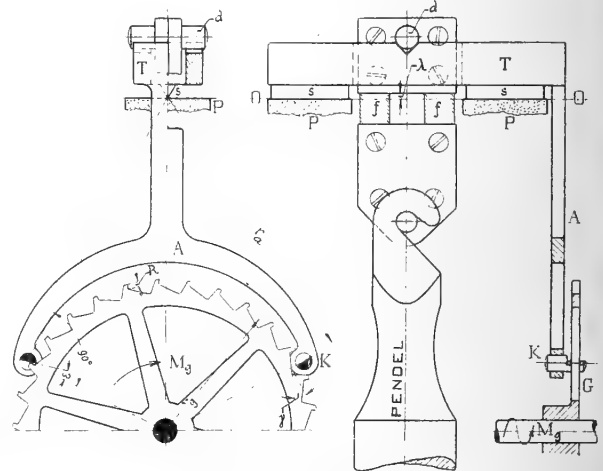


Fig. 3. Schema der freien Riefler-Hemmung.

astronomische Präzisions-Pendeluhr von *Riefler* zur Betrachtung zieht; verdanken wir doch dem im vorigen Jahr verstorbenen *Siegfried Riefler*, dem ausgezeichneten Ingenieur, die größten Fortschritte in der Theorie und im Bau der Pendeluhr.

Es soll zunächst wieder die Seele der Uhr, die Hemmung zusammen mit dem Pendel betrachtet werden. Der Sprachgebrauch nennt diese Hemmung eine freie. In Fig. 3 ist ihre Anordnung in schematischer Form gegeben. Der Anker *A* ist mit einem kräftigen Träger *T* verbunden, der mit zwei fein geschliffenen Stahlschneiden *SS* auf ebenen Achatpfannen *PP* ruht und somit um diese Schneiden wie ein Wagebalken schwingen kann. Außerdem trägt *T* in der Mitte zwischen den Schneiden unter Vermittlung des Querstückes *d* das Pendel, welches an zwei sehr feinen, stählernen Blattfedern *ff* hängt und um diese Schwingungsbewegungen ausführen kann. Die Biegungsachse liegt etwa um die Strecke λ unter der oberen Einspannungsstelle und somit in gleicher Linie (*OO*) mit den Schneiden-

achsen. Das Pendel — bei den astronomischen Uhren ein Sekundenpendel — befindet sich im Ruhezustand im stabilen Gleichgewicht, balanciert also auf den Schneiden. Stellen wir uns jetzt vor, daß wir dem Anker *A* und mit ihm *T* eine einmalige kleine Ablenkung aus der Gleichgewichtslage geben, so wird das Pendel zunächst für das unbewaffnete Auge in Ruhe bleiben. Wiederholen wir aber diese Ankerablenkungen alle Sekunden systematisch nach links und rechts, so wird das Pendel durch Superposition aller der kleinen, lediglich von der Biegungselastizität der Federn *ff* ausgehenden Impulse allmählich in sichtbare Schwingungen geraten. Hören die Ankerbewegungen auf, so wird das Pendel nach geraumer Zeit wieder zur Ruhe kommen. Es ist also nicht schwer, sich den Mechanismus in dem stationären Zustand zu denken, in dem durch die Federimpulse dem Pendel gerade soviel Schwingungsenergie zugeführt wird, als nötig ist, um es dauernd in Schwingungen gleicher Weite zu halten. Akkumulator der Schwingungsenergie ist das Triebgewicht der Uhr, die Dosierung der Impulse besorgt das Hemmungsrad unter Vermittlung des Ankers, dessen beide halbzylindrischen Steinpaletten abwechselnd mit dem Gangrad *G* in Eingriff kommen. Wird *G* durch die Zugkraft der Uhr im Sinne des Pfeiles (Fig. 3) angetrieben, so wird das Uhrwerk in der hier gezeichneten Stellung tatsächlich gehemmt sein, da das Rad mit der kleinen Fläche *R* (der Ruhefläche) auf der Palette aufliegt. Schwingt *A*, dem Weg des Pendels folgend, nach links, so legt sich *K* in dem Augenblick, wo das Rad frei wird und durch die übrigen Räder die Zeigerbewegung veranlaßt, gegen die schräge Fläche von *G*, welche je zwei Zähne verbindet. Die Lage dieser Fläche veranlaßt aber bei dem Vorübergleiten an *K* eine Ankerbewegung nach rechts, die sogenannte Hebung, bis auch hier die Ruhefläche von der Palette abgefangen wird. Während dieser Hebung schwingt das Pendel ungestört nach links. Die Federn *ff* müssen also unter Wirkung der Ankerdrehung jene oben erwähnte kleine Biegungsspannung erhalten, welche alsbald auf das umkehrende, also rechts nach der Mitte zu schwingende, Pendel einen Impuls ausübt. Charakteristisch gegenüber dem alten Spindelgang ist demnach das Fehlen der Gabel; hier schwingt das Pendel praktisch vollkommen frei und unbeeinflußt. Man spricht daher im übertragenen Sinn von einer *freien* Federhemmung. In der praktischen Ausführung hat die *Riefler*-Hemmung zwei Räder nebeneinander auf gleicher Achse, eines für die Ruhe, und eines für die Hebung; ersteres wirkt auf die Abflachung, letzteres auf den zylindrischen Fuß der Paletten.

Besonders wichtig für die Gangleistungen der *Riefler*-Uhren ist die Anordnung des Pendels. *Huygens* konnte den Einfluß wechselnder Temperaturen auf die Pendellänge und damit auf die Schwingungsdauer noch nicht berücksichtigen, obwohl diese Einflüsse zu damaliger Zeit schon bekannt waren.

Graham war wohl der erste, der sich bemühte, der Wärmewirkung auf das Pendel zu begegnen,

indem er die Kompensation erfand (1726). Er lehrte, wie man durch geeignete Verbindung von Metallen verschiedener Wärmeausdehnung die reduzierte Pendellänge bei wechselnden Temperaturen konstant halten kann. Die Zahl der zu diesem Zweck erdachten Einrichtungen ist sehr groß. Wir beschränken uns der Kürze wegen auf die Betrachtung der *Riefler*-Pendel. Diese Pendel hatten ursprünglich eine Quecksilberkompensation. Die Pendelstange bestand aus Mannesmann-Stahlrohr, das bis zu einer berechneten Höhe mit Quecksilber gefüllt ist, so, daß die Kompensationsbedingung erfüllt war. *Riefler* hat diese Pendel durch zweckmäßige Konstruktion und vor allem durch genaue Berechnung zur größten Vollkommenheit gebracht. Er begnügte sich nicht mit der traditionellen Berücksichtigung eines mittleren Ausdehnungskoeffizienten für seine Stahlrohre, sondern ließ für jedes Rohr diese Größe auf das genaueste experimentell feststellen.

Die Auffindung des *Invar* durch *Guillaume* (1897), einer Nickelstahllegierung mit ca. 36 % Ni und der außerordentlich niedrigen Wärmeausdehnung von etwa 0,0009 mm für 1 m Länge und 1 ° C. Temperaturzunahme, veranlaßte *Riefler* zur Konstruktion seines Nickelstahl-Kompensationspendels. Es besteht aus einer Invarstange mit einer Reguliermutter am unteren Ende. Auf der Mutter sitzt, die Pendelstange umschließend, ein Metallrohr größerer Wärmeausdehnung, auf dessen oberem Rande die Pendellinse derart aufruhrt, daß sie in ihrem Schwerpunkt unterstützt ist. Denken wir uns das Kompensationsrohr aus Messing, dessen Ausdehnung etwa 20 mal größer ist als diejenige des Invar, so würde eine Rohrlänge von rd. 50 mm genügen, um die Ausdehnung der Pendelstange zu kompensieren, d. h. die Linse bei steigender und fallender Temperatur gesetzmäßig zu heben und zu senken. Zur genauesten Durchführung dieses sehr einfachen Konstruktionsgedankens waren große Schwierigkeiten zu überwinden. Störend waren vor allem die thermischen Nachwirkungserscheinungen des Invar, kleine langsam verlaufende Längenänderungen, die erst durch systematisches Erwärmen und Abkühlen des Materials sowie durch Erschütterungen (künstliches Altern) beseitigt werden konnten.

Der Präzisionsgrad der *Riefler*-Pendel wuchs allmählich derart, daß es sich verlohnte, noch auf einen sekundären Temperatureinfluß konstruktive Rücksicht zu nehmen. Die vollkommene Kompensationswirkung der beschriebenen Einrichtung kann nämlich noch durch *Temperaturschichtungen* im Schwingungsraum des Pendels beeinträchtigt werden. *Riefler* hat deshalb ein besonderes *Schichtungspendel* gebaut, bei welchem der Kompensationskörper nicht unter der Linse, sondern in der oberen Hälfte des Pendelkopfes in einer berechneten Höhe angebracht ist, die abhängig ist von anderen Konstruktionselementen des Pendels, unter anderem auch davon, ob das Pendel in freier Luft oder im luftdicht abgeschlossenen Raum schwingt. Ein solches Schichtungspendel ist im *Kgl. Preuß. Geodätischen Institut* zu Potsdam seit geraumer Zeit in Betrieb und hat sich, wie Prof. *Wanach* im Jahres-

bericht dieser Behörde erwähnt, auf das beste bewährt.

Es mag darauf hingewiesen werden, daß man neuerdings auch an die Konstruktion von Pendeln aus Quarz herangegangen ist¹⁾, weil dieses Material eine noch geringere Ausdehnung als Invar hat (etwa 0,0005 mm mittlerer Ausdehnung zwischen 0° und 100° C. pro 1 m und 1° C.), und vor allem innerhalb des bei Uhren in Frage kommenden Temperaturbereiches nachwirkungsfrei zu sein scheint. Es bietet natürlich Vorteile, mit Material von möglichst geringer Wärmeausdehnung zu arbeiten, weil dann auch die Größenordnung der möglichen Kompensationsfehler herabgedrückt wird, obwohl auch hier theoretisch Grenzen gegeben sind. Erfahrungen mit Quarzpendeln sind noch nicht veröffentlicht.

Die Einstellung der absolut richtigen Pendellänge durch Heben und Senken der Linse mittels der Reguliermutter ist ein mathematischer, also nur in Annäherung erreichbarer Grenzfall. Auch wenn diese Regulierung mit größter Sorgfalt erfolgt, wird das Pendel in längeren Zwischenräumen Gangabweichungen zeigen, die nicht mehr mit der Reguliermutter ausgleichbar sind, auch deshalb nicht, weil man hierzu das Pendel anhalten müßte. Bei Huygens' Uhr diente der „Laufer“ dieser Feinregulierung. An unseren neueren Pendeln arbeitet man mit *Zulagegewichten*. Die Pendelstange trägt deshalb in der mittleren Höhe — das ist die wirksamste Stelle — ein kleines Tischchen, auf welches nach Bedarf streifenförmige Gewichtchen während des Ganges aufgelegt werden können. Ihre Massen sind so berechnet, daß sie je nach Wunsch eine bestimmte tägliche Beschleunigung nach ganzen Sekunden oder Bruchteilen davon herbeiführen.

Riefler hat auch diese Einrichtung noch verbessert, indem er die Einrichtung traf, daß zwei an Kokonfäden hängende Zulagegewichte je durch einen elektromagnetisch betätigten Hebel auf das Tischchen aufgesetzt oder von ihm abgehoben werden können. Die Pendellänge ist so reguliert, daß sein Gang in engen Grenzen richtig ist, wenn das eine Gewichtchen dauernd aufliegt. Um eine Beschleunigung von 0,1 Sekunden pro Stunde herbeizuführen, wird das andere Gewicht aufgesetzt; um die gleiche Verzögerung zu erzielen, müssen beide Zulagegewichte abgehoben werden. Es ist einleuchtend, daß damit die immerhin Geschick voraussetzende Bedienung von Hand entfällt und daß es auch möglich wird, die Feinregulierung aus der Ferne vorzunehmen, bzw. an einem Pendel, welches dauernd unter luftdichtem Abschluß steht.

Unsere feinen Pendeluhren sind aber nicht nur gegen Temperatureinflüsse gewappnet, sondern auch gegen die Störungen durch Änderungen des Luftdruckes. Beschränkt man sich auf Anbringung der Wärmekompensation, so zeigt eine solche Uhr noch kleine Gangänderungen, die sich als Funktion des Luftdruckes darstellen. Je höher der Luftdruck steigt, um so mehr Widerstand findet das Pendel, und um so langsamer schwingt es; zudem muß sein

Auftrieb wachsen. Ein Sekundenpendel geht pro Tag um ca. 0,015 Sek. langsamer, wenn der Luftdruck um 1 mm Quecksilber steigt. Diese *Barometerkonstante* ist etwas von der Linsenform des Pendels abhängig.

Die Luftdruckänderungen suchte man früher dadurch unschädlich zu machen, daß man die Uhr mit einem Glasgehäuse umgab und dieses möglichst luftleer pumpte. Die Dichtung solcher Gehäuse machte beträchtliche Schwierigkeiten. Da es aber nur darauf ankommt, den Luftdruck im Pendelraum konstant zu halten, so genügt die von Riefler getroffene Anordnung, bei der im Glasgehäuse nur ein

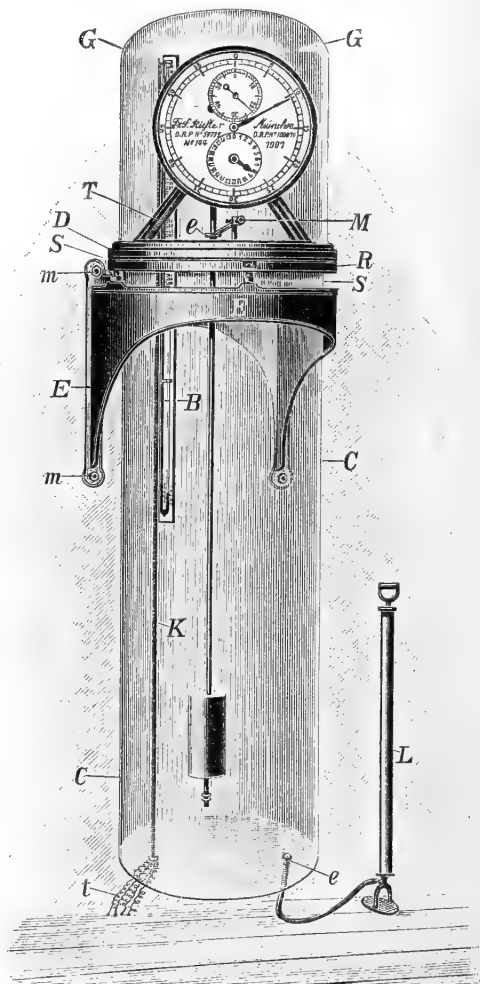


Fig. 4. Gesamtansicht einer Riefleruhr.

Unterdruck von ca. 650 mm Quecksilber gehalten wird. Damit entfallen die Dichtungsschwierigkeiten, und man gewinnt den Vorteil, durch Erhöhung des Druckes im Gehäuse mittels Luftpumpe oder durch Erniedrigung (Ausströmenlassen) ein überaus zartes Mittel zur Feinregulierung des Uhrganges an der Hand zu haben.

Fig. 4 läßt die Anordnung des Glasgehäuses erkennen. Auf einem kräftigen, gußeisernen Wandkonsol *E* hängt mit seinem Glasring *D* unter Vermittlung dreier Schrauben *s* im Gußeisenring *R* der unten geschlossene Glaszylinder *C*. Auf *D* sitzt der obere Glaszylinder *G* und der Bock des Uhrwerkes *T*.

¹⁾ Vgl. z. B. das Quarzpendel von K. Satori in Wien, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 33, S. 277, 1913.

Die Berührungsflächen von *C* und *D* sind zum Zweck der Dichtung plan geschliffen. Bei *l* befindet sich der Hahn zur Regulierung des Innendruckes, *L* ist die Luftpumpe. Das Barometer *B* erlaubt den Innendruck zu verfolgen.

Von dieser Einkapselung kann man sich frei machen, wenn man am Pendel die gleichfalls von *Riefler* erdachte Barometerkompensation anbringt. Sie beruht auf folgendem Gedanken:

Der reagierende Teil unserer Aneroidbarometer ist bekanntlich eine luftleer gemachte Dose aus feinem Wellblech, die bei steigendem Luftdruck etwas zusammengedrückt wird und umgekehrt. Befestigt man nun eine solche Dose etwa im oberen ersten Viertel des Pendels dergestalt, daß ihre Luftdruckbewegungen parallel zur Pendelstange nach oben erfolgen und setzt auf die obere Dosenfläche ein berechnetes Gewicht, so muß dieses je nach den Druckvariationen gehoben und gesenkt werden, also den Pendelgang gesetzmäßig beeinflussen. Es ist mit dieser Einrichtung möglich, die Luftdruckänderungen des Pendels unter 0,001 Sek. pro Tag zu halten.

Daneben scheint es aber noch Einflüsse auf das Pendel zu geben, die kaum vermeidbar sind, vor allem, weil sie nicht die Eigenschaft der Stetigkeit haben. Dahin rechnen z. B. die plötzlichen, aber vorübergehenden Gangänderungen, die man durch seismische Einflüsse auf die feine, verhältnismäßig schwer belastete Pendelfeder zu erklären sucht.

Die Vervollkommenung der Pendeluhr durch *Riefler* ist auch dem Aufzug zugute gekommen. Seine Uhren sind mit einem höchst einfachen, erschütterungsfrei und konstant wirkenden *elektrischen* Aufzug versehen. Ein Gewichthebel von nur 10 g Gewicht ist mit einem Ende konzentrisch drehbar zu einem Sperrad gelagert, während sein anderes Ende sich mit einem Finger in dies Rad einlegt. Sperrad und Hebel sitzen auf gleicher Achse mit einem Trieb, welcher direkt auf die Gangradwelle wirkt. Der Hebel dreht durch seine Schwere das Gangrad im Antriebsinne. Hat er seine tiefste Lage erreicht, so schließt er einen Kontakt, und ein Elektromagnethebel hebt ihn rasch in die Anfangslage. Das geschieht etwa alle 33 Sekunden. Vorteilhaft ist dabei noch, daß die Zahl der eigentlichen Uhrenräder damit auf zwei beschränkt ist. In Fig. 4 ist bei *t* die Stromzuführung zu sehen.

Endlich mag noch hinzugefügt werden, daß das Mikroskop *M* in Fig. 4 dazu dient, an dem mit dem Pendel verbundenen Schwingungsmaß *e* die Amplituden des Pendels zu messen und zu kontrollieren.

So ist man mit der Verfeinerung der Pendeluhr allmählich so weit gekommen, daß die täglichen zufälligen Gangänderungen nur $\pm 0,01$ bis $\pm 0,02$ Sekunden betragen.

Um ein Bild zu geben von der mathematischen Form, in welcher sich die Gangleistungen einer astronomischen Pendeluhr auf Grund längerer Beobachtungen bringen lassen, sei hier die Gangformel für die *Riefleruhr* R 204 wiedergegeben, die den *Veröffentlichungen der Großherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg-Königstuhl* (Bd. 6, Nr. 7,

S. 80, 1913) entnommen ist, in deren Besitz sich die Uhr befindet. R 204 hat Nickelstahlpendel und elektrischen Aufzug, aber keine Barometerkompensation. Die Formel lautet

$$G = +0,8240251 - 0,8063550 (\text{Datum} - 1910,02) - 0,8029040 (12,00_0 - \tau) - 0,8014903 (712,00 \text{ mm} - p).$$

Das erste Glied der rechten Seite stellt den Gang der Uhr dar für das Anfangsdatum ihrer Betriebssetzung (1910,02), und zwar für eine Anfangstemperatur 12° C. und 712 mm Druck. Das zweite Glied ist die *Gangänderung*, multipliziert mit dem Zeitunterschied zwischen dem Anfangsdatum und der Mitte des Beobachtungsintervalles in Bruchteilen des Jahres. Dann folgen die Temperaturkonstante, multipliziert mit dem mittleren Luftdruck des gleichen Intervalles, und die Barometerkonstante, multipliziert mit dem mittleren Luftdruck des gleichen Intervalles.

Es ist selbstverständlich, daß die hier kurz geschilderten Fortschritte eine hohe Entwicklung der Theorie und Praxis der Beobachtungskunst zur Voraussetzung gehabt haben. Sie war auch in *Rieflers* glücklicher Hand eine Vorbedingung der großartigen Erfolge, welche der Bau astronomischer Pendeluhrn durch diesen seltenen Mann gezeitigt hat, Erfolge, die es wohl verdienen, neben denen *Huygens'* als Marksteine der Chronometrie zu gelten.

Die Arbeitsleistung der Verbrennungsvorgänge.

Von Prof. Dr. O. Sackur, z. Z. Berlin-Dahlem.

„Die Arbeitsleistung der Verbrennungsvorgänge“ lautete das Thema, welches die Deutsche Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie auf ihrer diesjährigen Hauptversammlung zu Breslau¹⁾ in den Mittelpunkt ihrer Verhandlungen gestellt hatte. Um den Gegenstand von den verschiedensten Seiten zu erörtern, hatte der Vorstand der Gesellschaft die folgenden Vorträge veranlaßt:

1. W. Nernst (Berlin): Über den maximalen Nutzeffekt der Verbrennungsmotoren.
2. K. Neumann (Dresden): Die Arbeit der Gasmotoren.
3. C. Cranz (Charlottenburg): Die Arbeitsleistung der Sprengstoffe und Geschoßtreibmittel.
4. R. Höber (Kiel): Die Arbeitsleistung der Verbrennungsvorgänge in den Organismen²⁾ (Physiologie der Muskelwirkung).

Bei der großen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Bedeutung des Gegenstandes dürfte der Inhalt dieser zusammenfassenden Vorträge auch bei den Lesern dieser Zeitschrift Interesse

1) 3.—6. August.

2) Veröffentlicht in der Zeitschr. f. Elektrochemie vom 15. September und 1. Oktober.

erwecken. Um das Verständnis einem größeren Kreise zu erleichtern, hat der Berichtersteller die theoretischen Grundlagen etwas ausführlicher dargestellt als der Vortragende, der sich ja nur an seine engeren Fachgenossen zu richten hatte.

Alle unsere Arbeitsmaschinen, soweit sie nicht direkt durch Wasserkraft betrieben werden, setzen die bei der Verbrennung von Kohle oder von Kohlenstoffverbindungen (Leuchtgas, Benzin, Petroleum, Öl, Hochofen- und Generatorgas) entwickelte Wärmeenergie in nutzbare mechanische Arbeit um. Der in mechanischem Maße gemessene Betrag dieser Arbeit entspricht aber erfahrungsgemäß niemals demjenigen Werte, den man bei restloser Umwandlung der entwickelten Wärme in Arbeit erwarten sollte, vielmehr geht stets ein sehr erheblicher Bruchteil der Verbrennungsenergie durch Strahlung und Leitung an die kältere Umgebung, durch Ausstoßen der noch heißen Verbrennungsprodukte usw. für die Arbeitsleistung verloren. Für die Beurteilung der verschiedenen Arbeitsmotoren hat man daher in der Technik den Begriff des Nutzeffektes eingeführt und versteht unter dieser Bezeichnung das Verhältnis der tatsächlich gewonnenen Arbeit zu der in mechanischem Maße gemessenen bei der Verbrennung entwickelten Energiemenge. Wissenschaftlich streng begründet ist jedoch diese Berechnungsweise eigentlich nicht. Denn nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik ist es gänzlich ausgeschlossen, daß eine kontinuierlich arbeitende Maschine auch bei sorgfältigster Konstruktion genau die bei einer chemischen Reaktion entwickelte Wärme in Arbeit umzusetzen vermag. Wollte man die Verluste durch Strahlung und Leitung ausschalten, so müßte man die Maschine bei konstanter Temperatur laufen lassen; aber auch dann ist der erwünschte Erfolg nicht zu erzielen. Denn die gesamte Energie, die ein Körper besitzt und deren Änderung durch seine Reaktionswärme gemessen wird, ist nach *Helmholtz* in die sogenannte freie und die gebundene Energie zu zerlegen; nur die erstere kann bei isothermen, d. h. bei konstanter Temperatur verlaufenden Vorgängen in Arbeit verwandelt und zum Antrieb von Maschinen verwendet werden.

Aus diesen Erörterungen ergibt sich, daß man vom wissenschaftlichen Standpunkte aus den Nutzeffekt einer Arbeitsmaschine definieren müßte als das Verhältnis der tatsächlich geleisteten Arbeit zu dem der maximal möglichen, d. h. zu der Abnahme der freien Energie, welche die an der Verbrennung teilnehmenden Stoffe (Brennstoff und Sauerstoff) erleiden. Tatsächlich ergibt sich jedoch, daß diese Unterscheidung praktisch belanglos ist, weil bei allen wichtigen Brennstoffen die freie Energie der gesamten Energie nahezu gleich kommt, so daß der wissenschaftliche Nutzeffekt von dem technischen sich nur um wenige Prozent unterscheidet.

Während die Messung der gesamten Energieänderung, d. h. der bei der Verbrennung entwickelten Wärme, in einem Kalorimeter relativ leicht ausgeführt werden kann, stellen sich der Bestim-

mung der freien Energie meist recht erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Die direkte quantitative Überführung in nutzbare Arbeit ist nämlich nur dann ausführbar, wenn die reagierenden Stoffe zum Betriebe eines galvanischen Elementes verwendet werden können. Dies ist bei zahlreichen chemischen Reaktionen, die zwischen Metallen und ihren Salzen stattfinden, möglich. So gibt z. B. die elektromotorische Kraft des bekannten Daniellschen Elementes unmittelbar ein Maß für die Änderung der freien Energie, die während der Stromentnahme im Element auftritt, nämlich bei der Reaktion



Aber gerade für die technisch wichtigen Verbrennungsreaktionen ist diese Methode bisher nicht gangbar. Denn es ist trotz zahlreicher Versuche bisher noch nicht gelungen, galvanische Elemente zu konstruieren, in denen in technisch brauchbarem Maßstabe Kohle oder Kohlenstoffverbindungen bei gleichzeitiger Stromerzeugung oxydiert werden (sogenannte Brennstoffelemente). Gerade bei den Verbrennungsreaktionen ist man daher vorläufig darauf angewiesen, ihren maximalen Nutzeffekt auf einem indirekten Wege zu ermitteln. Hierzu dienen nach den Ausführungen *Nernsts* im wesentlichen zwei Wege:

1. Durch experimentelle Bestimmung des *chemischen Gleichgewichtes*, welches sich bei der Verbrennung einstellt. Wie die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte gelehrt haben, verlaufen chemische Reaktionen zwischen Gasen niemals vollständig, d. h. bis zum völligen Verschwinden der Reaktionsteilnehmer, sondern die Reaktion kommt bereits vorher zum Stillstand, wenn das Verhältnis der Konzentrationen aller an der Reaktion teilnehmenden Stoffe einen bestimmten, für jede Reaktion charakteristischen und außerdem noch von der Temperatur abhängigen Wert angenommen hat. Für die Verbrennung von Wasserstoff z. B. gilt das Gesetz, daß die Verbrennung aufhört, also Gleichgewicht zwischen Wasserstoff, Sauerstoff und Wasserdampf eingetreten ist, wenn der Aus-

druck $\frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$ einen bestimmten Wert K angenommen hat. (Die eckigen Klammern bedeuten die molekularen Konzentrationen, d. h. die in einem Liter enthaltenen Gramm-Molekeln der betr. Gase.) Diese Größe K bezeichnet man als die Gleichgewichtskonstante oder auch als die Konstante des Massenwirkungsgesetzes. Dieses Gesetz besagt also auch, daß reiner Wasserdampf, der keine Spuren von Wasserstoff oder Sauerstoff enthält, nicht beständig ist, sondern sich in seine Bestandteile dissoziieren muß, bis der Ausdruck $\frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$

den für die betreffende Temperatur gültigen Wert von K erreicht hat. *Van 't Hoff* hat nun auf rein thermodynamischem Wege bewiesen, daß die maximale Arbeitsfähigkeit einer chemischen Reaktion, an der verdünnte Gase teilnehmen, durch den Zahlenwert ihrer Gleichgewichtskonstanten gegeben ist. Verwandelt man Wasserstoff und Sauer-

stoff von der beliebigen Konzentration c_{H_2} und c_{O_2} in Wasserdampf von der beliebigen Konzentration c_{H_2O} , bei der absoluten Temperatur T , so nimmt die freie Energie des Systems pro Mol um die Größe

$$A = RT \left(\ln K - \ln \frac{c_{H_2}^2 O}{c_{H_2}^2 \cdot c_{O_2}} \right)$$

ab¹⁾.

Die Bestimmung der maximalen Arbeitsfähigkeit ist somit auf die der Gleichgewichtskonstanten K zurückgeführt; diese ist jedoch nur dann möglich, wenn im Gleichgewicht alle Reaktionsteilnehmer in endlichen, analytisch nachweisbaren Konzentrationen vorhanden sind, was durchaus nicht immer der Fall ist. Führt man z. B. die Vereinigung von H_2 und O_2 möglichst bei Zimmertemperatur durch, oder nur wenig über dem Siedepunkte des Wassers, so erhält man reinen Wasserdampf, in welchem man mit den heute zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln keine Spur von den freien Reaktionsteilnehmern entdecken kann. Erst bei wesentlich höheren Temperaturen, oberhalb $1000^\circ C$, wird die Dissociation des Wasserdampfes merklich und das Gleichgewicht daher analytisch bestimmbar. Aus den bei hohen Temperaturen bestimmten Gleichgewichtsverhältnissen kann man jedoch ohne prinzipielle Schwierigkeiten auch auf die bei tieferen Temperaturen herrschenden Verhältnisse schließen und daher Gleichgewichtskonstanten für alle Temperaturen berechnen.

Die folgende kleine Tabelle, die der Referent an anderer Stelle²⁾ berechnet, zeigt, daß, wie oben schon erwähnt, bei gewöhnlicher Temperatur die Arbeitsfähigkeit A dieser Reaktion nahezu der Reaktionswärme Q entspricht, daß aber bei hohen Temperaturen recht erhebliche Unterschiede auftreten können.

Arbeitsfähigkeit und Reaktionswärme der Wasserstoffverbrennung³⁾.

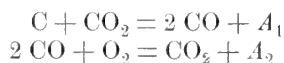
$t^\circ C$	A	Q
227	109 600 cal	116 400 cal
727	102 200 „	117 900 „
1227	94 000 „	119 400 „
1727	85 300 „	120 900 „
2227	76 300 „	122 400 „

Nun bestehen aber die technisch wichtigen Brennstoffe nicht aus reinem Wasserstoff, sondern aus Kohlenstoff oder aus Verbindungen von Kohlenstoff mit Wasserstoff oder aus Kohlenoxyd, denen nur in einzelnen Fällen freier Wasserstoff beigemengt ist (Leuchtgas, Wassergas). Die Arbeitsfähigkeit der Kohlenoxydverbrennung kann man zwar genau so bestimmen, wie die der H_2 -Verbrennung, da sich ebenfalls ein Gleichgewicht bei der Reaktion $2 CO + O_2 = 2 CO_2$ ein-

stellt, welches bei hohen Temperaturen experimentell bestimmt und bei tieferen Temperaturen entsprechend berechnet werden konnte. Bei der Verbrennung des Kohlenstoffs selbst aber, d. h. bei der Reaktion $C + O_2 = CO_2$, ist das Gleichgewicht bisher noch bei keiner einzigen Temperatur experimentell faßbar geworden, weil diese Verbrennung auch bei den höchsten erreichbaren Temperaturen praktisch vollständig verläuft.

In diesem und anderen ähnlichen Fällen kann man sich jedoch durch einen Kunstgriff helfen, indem man die zu untersuchende, praktisch vollständig verlaufende Reaktion in zwei oder mehr Teilreaktionen zerlegt, deren jede einzelne zu einem experimentell bestimmbar Gleichgewicht führt. Bei der Kohlenstoffverbrennung gelingt dies z. B. durch die folgende Zerlegung:

Man reduziert Kohlendioxyd durch Kohlenstoff zu Kohlenoxyd und oxydiert dieses Kohlenoxyd wieder zu Kohlendioxyd. Bezeichnet man die Arbeitsfähigkeiten dieser beiden Reaktionen mit A_1 und A_2 , so erhält man also die Gleichungen



und durch Addition dieser beiden Gleichungen die gesuchte Arbeitsfähigkeit der Kohlenstoffverbrennung



Auf diese Weise berechnet sich nach *Nernst* $A_1 + A_2$ bei $1000^\circ C$. = 94 660 cal, während die Verbrennungswärme des C bei Zimmertemperatur nur wenig mehr, nämlich 97 560 cal beträgt. Man sieht also auch aus diesem Beispiel, daß bei den wichtigen Brennstoffen die freie Energie der Gesamtenergie sehr nahe gleich kommt.

Um die Arbeitsfähigkeit der Kohlenwasserstoff-Verbrennungen zu berechnen, wie sie für den Betrieb der Benzin- und Ölmotoren usw. maßgebend ist, müßte man zunächst die maximale Arbeit berechnen, die zur Zerlegung des Kohlenwasserstoffs in elementaren Kohlenstoff und Wasserstoff notwendig ist und diese Arbeitsgröße von der freien Energie der Kohlenstoff- und Wasserstoffverbrennung in Abzug bringen. Nach unseren bisherigen Kenntnissen ist diese Größe, die im allgemeinen nicht quantitativ bekannt ist, jedoch relativ klein gegen die bei der Verbrennung zu gewinnende Arbeit, da die gegenseitige Affinität des Wasserstoffs und Kohlenstoffs viel kleiner ist als die Affinität beider Elemente zum Sauerstoff. Man wird daher schätzungsweise für die Berechnung des Nutzeffekts von mit Kohlenwasserstoffen betriebenen Motoren so verfahren dürfen, als wenn der verwendete Brennstoff aus einer Mischung von Kohlenstoff und Wasserstoff bestände.

Einen zweiten Weg zur Berechnung der maximalen Arbeitsfähigkeit chemischer Reaktionen bietet das von *Nernst* vor einigen Jahren aufgestellte neue Wärmeththeorem, welches die Bestimmung eines Gleichgewichtes überflüssig machen und die Berechnung der freien Energie aus der Gesamtenergie und ihrer Temperaturabhängigkeit, bzw. aus den spezifischen Wärmen der an der Reaktion teilneh-

¹⁾ R ist die sogenannte Gaskonstante, in der natürliche Logarithmus.

²⁾ Lehrb. d. Thermochemie und Thermodynamik, Berlin. Verlag von Jul. Springer 1912, S. 247.

³⁾ Bei der Berechnung von A ist angenommen worden, daß H_2 und O_2 von je 1 at Druck sich zu Wasserdampf von 1 at Druck vereinigen.

menden Stoffe ermöglichen soll. Das Theorem beruht kurz auf folgendem Gedankengange: Wie der zweite Hauptsatz der Thermodynamik lehrt, ist die Arbeitsfähigkeit einer chemischen Reaktion im allgemeinen nicht gleich seiner Reaktionswärme, wie es das *Berthelotsche* Prinzip irrtümlich verlangt hatte. Erfahrungsgemäß sind jedoch bei vielen Stoffen beide Größen, freie Energie und Gesamtenergie, nur wenig voneinander verschieden; und diese Übereinstimmung ist um so besser, je tiefer die Temperatur ist. Man kann daher die Hypothese aufstellen, daß bei sinkender Temperatur beide Größen einander immer näher kommen und bei Annäherung an den absoluten Nullpunkt der Temperatur kontinuierlich ineinander übergehen. Auf Grund dieser Hypothese hat *Nernst* eine Reihe von Gleichungen aufgestellt, die für feste, flüssige und gasförmige Stoffe die freie Energie der Reaktion aus calorimetrisch bestimmbaren Größen zu berechnen gestatten. Bei denjenigen Reaktionen, deren Gleichgewicht direkt bestimmt werden kann, hat die Berechnung zur völlig befriedigenden Übereinstimmung mit der Erfahrung geführt, so daß ihre Anwendung auf sämtliche anderen Reaktionen durchaus berechtigt ist.

Diese maximale Arbeit, die der während der Reaktion eintretenden Änderung der freien Energie entspricht, könnte von einer Maschine geleistet werden, welche in allen ihren Teilen völlig umkehrbar arbeitet und jeglichen irreversiblen Vorgang, also jeden Wärmeübergang durch Strahlung oder Leitung, jede explosionsartig verlaufende chemische Reaktion, jede Diffusion von Gasen und Lösungen usw. vermeidet. Es ist ohne weiteres klar, daß alle unsere Wärmekraftmaschinen von diesem Ideal recht weit entfernt sind, da sie durchweg auf folgendem Prinzip beruhen: Durch die Verbrennung des Brennstoffes, sei es, daß diese im Kessel der Dampfmaschine oder im Zylinder des Explosionsmotors vor sich geht, wird zunächst eine ziemlich hohe Temperatur erzielt. Diese bewirkt, daß die im Zylinder befindlichen, durch einen beweglichen Kolben abgeschlossenen Dämpfe oder Gase einen erhöhten Druck erhalten, der den Kolben fortschiebt und durch Übertragung auf das Schwungrad der Maschine die gewünschte Arbeit leistet. Sowohl die Verbrennung selbst wie die von den hoch erhitzten Räumen ausgehende Strahlung und Leitung sind irreversible Vorgänge; ihr Auftreten in der Maschine setzt also deren Nutzeffekt herab und bewirkt, daß dieser bei allen technisch gebräuchlichen Maschinen weit unter 100 % liegt.

Nernst hat in seinem Vortrage eine allerdings hypothetische Maschine skizziert, die nahezu den vollen wissenschaftlichen Nutzeffekt von 100 % geben sollte. Man komprimiert Wasserstoff und Sauerstoff getrennt adiabatisch, d. h. in für Wärme undurchlässigen Gefäßen, und zwar so stark, daß sie sich durch die Kompressionswärme bis weit oberhalb der Dissociationstemperatur des Wasserdampfes erhitzen (ca. 4500 ° C.). Dann vermischt man die beiden hoch erhitzten Gase; hierbei tritt aus dem eben angegebenen Grunde keine chemische Reak-

tion, d. h. keine Wasserdampfbildung ein. Nunmehr expandiert man dieses Gemisch wiederum adiabatisch; seine Temperatur sinkt, und es tritt daher allmähliche Vereinigung der beiden Gase zu Wasserdampf ein. Die hierbei auftretende Reaktionswärme bewirkt aber, daß die Temperatur und der Druck langsamer sinken, als dies bei einem nicht reagierenden Gase der Fall sein würde; also auch langsamer, als sie bei der Kompression gestiegen waren. Bei der Expansion des reagierenden Gases kann also ein größerer Druck überwunden und daher mehr Arbeit geleistet werden, als zur Kompression der einzelnen Gase Wasserstoff und Sauerstoff aufgewendet wurde.

Der Wirkungsgrad aller technisch ausgeführten Wärmekraftmaschinen ist, wie bereits oben ausgeführt, viel kleiner als der dieses hypothetischen Modells, in welchem alle irreversiblen Vorgänge, mit Ausnahme der mit nur geringem Arbeitsverlust verknüpften Diffusion der beiden komprimierten Gase, ausgeschaltet sind. Will man den Nutzeffekt der gebräuchlichen Arbeitsmaschinen theoretisch berechnen, so muß man die in ihnen auftretenden typisch irreversiblen Vorgänge bei der Berechnung außer acht lassen und darf nur die wenigsten angenähert reversibel verlaufenden berücksichtigen. Um dies an einem Beispiel zu erläutern, wollen wir einen typischen im Viertakt arbeitenden Gas- oder Benzinmotor ins Auge fassen.

Während des ersten Kolbenhubes wird in den Zylinder ein Gemisch von Luft mit dem brennbaren Gase (Leuchtgas, Benzindampf usw.) hineingesaugt. Beim Rückgang des Kolbens wird dieses Gemisch komprimiert und erhitzt, und wenn der Kolben seine Anfangsstellung erreicht hat, durch einen Funken zur Explosion gebracht. Hierbei steigt die Temperatur auf den hohen Wert T_1 und der Druck des hoch erhitzten Gasgemenges drückt den Kolben unter Arbeitsleistung heraus. Während dieser Phase kühlt sich das Gas sowohl durch seine eigene Arbeitsleistung wie durch die Wirkung des dauernd fließenden Kühlwassers auf eine niedrigere Temperatur T_2 ab. Dieses abgekühlte Gas wird in der 4. Phase durch den Rückgang des Kolbens zum Auspuff herausgestoßen, und das Spiel beginnt mit dem Ansaugen eines frischen Gasgemisches von neuem. Wenn wir von der irreversibel verlaufenden Explosion absehen, besteht also der in der Maschine verlaufende Vorgang darin, daß der Wärmeinhalt des auf T_1 hocheerhitzten Gases teils in Arbeit verwandelt, teils bei T_2 an das Kühlwasser abgegeben wird. Bezeichnen wir die durch die Explosion erzeugte Wärmemenge mit Q_1 , die an das Kühlwasser abgegebene durch Q_2 und die geleistete Arbeit mit $A = Q_1 - Q_2$, so kann eine derartige Maschine bei Ausschaltung der Verluste durch Strahlung, Leitung und Reibung nach dem 2. Hauptsatz maximal die Arbeit $A = Q_1 \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ leisten.

Die Thermodynamik weist uns also den Weg, den man einschlagen muß, um diesen Nutzeffekt möglichst zu vergrößern. Man muß die Temperatur T_1 so hoch und die Temperatur T_2 so niedrig wie irgend möglich machen.

Die niedrigere Temperatur T_2 ist im allgemeinen durch die Temperatur des Kühlwassers als nahe der gewöhnlichen Zimmertemperatur liegend gegeben, der höheren Temperatur T_1 ist durch konstruktive Gesichtspunkte und die Rücksicht auf die Betriebssicherheit eine obere Grenze gesetzt. Aus der obigen thermodynamischen Grundgleichung erkennt man, daß die Dampfmaschine einen äußerst geringen Nutzeffekt besitzt. Denn als arbeitsliefernde Temperatur ist nicht die des Feuerungsraumes, sondern die des Kessels, d. h. des siedenden Wassers in Rechnung zu setzen, weil der Wärmeübergang von der Feuerung zum Kessel irreversibel erfolgt, also für Niederdruckmaschinen etwa 100°C . Setzt man die Temperatur des Kondenswassers $= 30^\circ \text{C}$., so erhält man als maximalen Nutzeffekt $A/Q = \frac{100 - 30}{100 + 273} = 18,8\%$.

Der tatsächliche Nutzeffekt ist naturgemäß stets viel geringer.

Bei den Verbrennungsmotoren herrscht innerhalb des arbeitenden Zylinders die Temperatur der Verbrennungsgase, die wenigstens momentan viele Hundert Grad Celsius beträgt, ihr Nutzeffekt muß daher viel größer sein als der der Dampfmaschinen. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß ein großer Teil der während der Explosion erzeugten Wärme an die Wandung des Zylinders abgegeben wird und daher für die Arbeitsleistung verloren geht.

Um die Temperatur innerhalb des Zylinders möglichst hoch kommen zu lassen, müßte man theoretisch folgendermaßen verfahren: 1. müßte man das brennbare Gas mit der zur Verbrennung gerade notwendigen Menge Luft vollständig vermischen, damit die Verbrennung möglichst momentan restlos eintritt und damit keine überflüssige Luftmenge mit erhitzt wird; 2. müßte man das Reaktionsgemisch vor der Zündung möglichst stark komprimieren, damit die Zündung in einem stark vorgewärmten Gas vor sich geht. Die strikte Befolgung dieser Richtlinien ist jedoch praktisch nicht durchführbar. Die Kompression vor der Zündung darf nämlich, besonders bei den leicht entflammaren Brennstoffen, wie Benzin und an Wasserstoff reichen Heizgasen, nicht sehr hoch getrieben werden, damit nicht eine vorzeitige Spontanzündung eintritt, und die völlige Durchmischung der „Ladung“ ist wegen der Kürze der Zeit, während welcher sich ihre Komponenten vor der Zündung im Zylinder befinden, eine technische Unmöglichkeit. Deswegen muß man dafür sorgen, daß wenigstens jedes Brennstoffteilchen genügend Sauerstoff zur raschen Verbrennung zur Verfügung hat und einen beträchtlichen Überschuß an Luft verwenden, der allerdings dann als Ballast dient und die Arbeitstemperatur herabsetzt.

Wie man aus diesen Überlegungen sieht, muß es der Geschicklichkeit des Konstrukteurs überlassen werden, für jeden speziellen Zweck die günstigsten Arbeitsbedingungen auszuarbeiten. Im besonderen ist darauf zu achten, daß ortsfeste und Fahrzeugmaschinen, Maschinen mit niederer oder hoher Tourenzahl dem Maschinenbauer gänzlich verschiedene Aufgaben stellen, ebenso die älteren Viertakt- und die neueren Zweitaktmaschinen, bei denen die ver-

brannte Ladung unmittelbar nach dem Arbeitshube durch besondere Hilfspumpen ausgespült und durch die frische Ladung ersetzt wird.

Vom thermodynamischen Standpunkt besitzt der Dieselmotor den besten Wirkungsgrad (ca. 30 %), da er die höchsten Arbeitstemperaturen benutzt. Bei dieser Maschine wird während der ersten beiden Phasen des oben beschriebenen Viertaktes nur Luft eingesaugt und komprimiert. Da auf diese Weise die Gefahr einer vorzeitigen Explosion vermieden wird, kann die Kompression und Erhitzung viel höher getrieben werden als bei den anderen Verbrennungsmotoren. In den hoch erhitzten Raum wird dann durch ein oder mehrere Düsen flüssiger Brennstoff (Petroleum, schwere Öle) mittels Druckluft eingespritzt und hierdurch zur Selbstentzündung gebracht. Die enorme Temperatursteigerung konnte allerdings erst technisch nutzbar gemacht werden, nachdem die Überwindung zahlreicher konstruktiver Schwierigkeiten gelungen war.

Während die älteren Wärmekraftmaschinen durchweg die hin und her gehende Bewegung des Kolbens durch eine Kurbel in die Rotationsbewegung des Schwungrades umsetzen, beruhen die sogenannten „Turbinen“ auf einem anderen Prinzip: In ihnen wird die strömende Energie des sich ausdehnenden Gases oder Dampfes ähnlich wie die des fließenden Wassers unmittelbar auf ein Laufrad übertragen. Vom thermodynamischen Standpunkte bieten die Turbinen keine Vorteile gegenüber den Kolbenmaschinen, sondern höchstens solche konstruktiver Art. So hat die Dampfturbine ja bekanntlich besonders für große Anlagen den Wettbewerb mit dem älteren Typ erfolgreich aufgenommen, während der Gasturbine dies bisher noch nicht in nennenswertem Maße gelungen zu sein scheint.

Neben den Wärmekraftmaschinen kennt die Technik noch ein anderes Verfahren, chemische Energie von brennbaren Stoffen in Bewegungsenergie umzusetzen, nämlich das Abbrennen von Sprengstoffen und Schießpulvern verschiedenster Art. Auf den ersten Blick scheint auch der in einem Gewehr oder Geschütz sich abspielende Vorgang eine weitgehende Ähnlichkeit mit der Arbeitsweise eines Explosionsmotors zu besitzen. Die Seele des Geschützes entspricht dem Zylinderraum des Motors, die Pulverladung der explosiblen Mischung von Brennstoff und Luft, das Geschloß dem vorgehenden Kolben. Bei der Beurteilung des thermisch-mechanischen Wirkungsgrades ist jedoch der gänzlich verschiedene Zweck beider Maschinen zu berücksichtigen. Vom Motor verlangt man dauernde gleichmäßige Leistung von Arbeit, vom Geschütz dagegen einmalige oder wenigstens nur in bestimmten größeren Intervallen wiederkehrende Wirkung größtmöglicher Intensität.

Trotz dieser Unterschiede scheint zunächst der Nutzeffekt z. B. eines modernen Infanteriegewehres angenähert gleich groß zu sein wie der eines guten Dieselmotors, wenn man den Nutzeffekt definiert als das Verhältnis der Mündungsenergie zu der Wärmemenge, die beim Abbrennen der Pulverladung

entwickelt wird. Beim Infanteriegewehr M 98 besitzt die Pulverladung von 3,2 g einen Energieinhalt von 2762 cal = 1170 mkg. Das Geschöß besitzt beim Austritt aus der Mündung eine kinetische Energie von 386 mkg = 32,5 %. Etwa zwei Drittel dieses Betrages geht ferner als Wärme und Rückstoßenergie an das Gewehr selbst, der übrige Teil der Energie wird mit den Pulvergasen ausgestoßen. Weit ungünstiger wird allerdings diese Bilanz, wenn man berücksichtigt, daß es ja bei einem Geschöß nicht auf die Energie ankommt, die es beim Austritt aus der Mündung des Geschützes besitzt, sondern auf die, die es beim Auftreffen noch übertragen kann. Beim Infanteriegewehr verliert die Kugel während einer Flugbahn von 1100 m in einer Zeit von 2,4 Sekunden infolge des Luftwiderstandes aber 90 % ihrer Energie, so daß der wirkliche Nutzeffekt des Infanteriegewehres in dieser Entfernung nur 3,5 % und seine Aufschlagsenergie nur noch 40 mkg beträgt. Allerdings genügt dieser Wert noch, um Mensch und Pferd zu töten.

Wesentlich andere Zahlen erhält man natürlich für die großkalibrigen Geschütze. Welch ungeheure Energiemengen in den modernen Schiffsgeschützen ausgelöst werden, erkennt man z. B. aus folgendem Beispiel. Das 620 kg schwere Geschütz einer 35,5-cm-Marinekanone, das mit einer Pulverladung von 255 kg abgefeuert wird, besitzt an der Mündung etwa dreimal so viel Energie wie ein D-Zug, bestehend aus Lokomotive mit Tender, Gepäckwagen und vier 6-achsigen D-Wagen, der mit einer Geschwindigkeit von 90 km in der Stunde fährt. Diese Energie wird von den Pulvergasen in $\frac{1}{100}$ Sek. erzeugt. Denken wir uns, daß eine Arbeitsmaschine dieselbe Wirkung dauernd hervorbringen könnte, so müßte sie eine Leistungsfähigkeit von 17 Millionen Pferdestärken besitzen. Da jedoch das Geschützrohr nach etwa 100 Schüssen unbrauchbar wird, so hat es, als Arbeitsmaschine betrachtet, nur 1 Sekunde gearbeitet. Diese 100 Schuß kosten 300 000 Mark. Dieselbe Arbeit wird von einer 100 pferdigen Dampfmaschine in 44 Stunden geleistet, was bei Kohlefeuerung nur etwa 70 Mark kostet. Außerdem bleibt die Dampfmaschine nach dieser Leistung erhalten. Dieses Beispiel zeigt deutlich, daß für die Beurteilung der Leistung von Geschößtreibmitteln und Sprengstoffen ganz andere Gesichtspunkte maßgebend sein müssen als bei den Wärmekraftmaschinen.

Auf zahlreiche interessante Einzelheiten des Cranzschen Vortrages, der durch kinematographische Vorführungen von Geschößwirkungen erläutert wurde, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Auch die Arbeitsleistung der Menschen und Tiere ist die Folgewirkung chemischer Reaktionen, und zwar ähnlich wie die der Wärmekraftmaschinen die Folge von Verbrennungen oder Oxydationen, die im lebenden Organismus vor sich gehen. Auf Grund dieser Erkenntnis hat man schon vor längerer Zeit versucht, den thermisch-mechanischen Wirkungsgrad des Muskels zu bestimmen. *Fick* hat zu diesem Zwecke die bei der Kontraktion geleistete Arbeit und gleichzeitig die frei werdende Wärme gemessen

und einen Wirkungsgrad von etwa 30 % gefunden, was durch neuere Arbeiten von *Zuntz* wenigstens ungefähr bestätigt wurde. Dieser Betrag kommt dem Nutzeffekt der besten neueren Verbrennungsmotoren etwa gleich. Tatsächlich ist jedoch die Wirkungsweise des Muskels noch eine viel günstigere. Es konnte nämlich festgestellt werden, daß Arbeitsleistung und Wärmeentwicklung im tätigen Muskel nicht gleichzeitig eintreten, sondern daß ein zum mindesten sehr erheblicher Anteil der Wärmeentwicklung erst nach erfolgter Kontraktion einsetzt, sodaß der Wirkungsgrad des arbeitenden Muskels zweifellos viel größer als 30 %, möglicherweise also nahezu 100 % ist, oder mit anderen Worten, daß im arbeitenden Muskel nahezu die ganze abgegebene Energie in Arbeit verwandelt wird. Dies beweist, daß der Muskel nicht als thermodynamische Maschine aufzufassen und den Wärmekraftmaschinen an die Seite zu stellen ist. Denn wie die thermodynamische Grundgleichung (S. 1140) lehrt, sind nur Erzielung eines so großen Nutzeffektes extrem hohe Temperaturen erforderlich, wie sie im lebenden Organismus auch an lokal eng begrenzten Stellen niemals auftreten können. Der arbeitende Muskel ist vielmehr eher einem galvanischen Element zu vergleichen, in welchem die chemische Energie der den Strom erzeugenden chemischen Umsetzungen gleichzeitig teils in Arbeit, teils in Wärme verwandelt wird. *Höber* bezeichnet daher mit *Fick* den Muskel als eine chemodynamische Maschine.

Es entsteht nun die Frage, welche chemischen Vorgänge die Kontraktion und daher die Arbeitsleistung des Muskels hervorrufen. Zweifellos ist die Hauptarbeitsreaktion in der Bildung von Milchsäure zu sehen, man weiß allerdings noch nicht genau, woraus die Milchsäure entsteht; Traubenzucker oder Glykogen kommen als direkte Vorstufe nicht in Frage. Während der Erholung (Erschlaffung) des Muskels verschwindet die Milchsäure wieder, unter gleichzeitiger Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlendioxyd. Es ist jedoch nicht anzunehmen, daß die Erholung in einer einfachen Verbrennung der Milchsäure besteht; wahrscheinlich wird der Milchsäurebildner, wenigstens zum Teil, zurückgebildet, und die hierzu notwendige Energie wird von einer gleichzeitig verlaufenden Oxydation geliefert. Die Regeneration des Milchsäurebildners ist also mit einer noch nicht näher bekannten Oxydationsreaktion „gekoppelt“.

Die soeben entwickelten Anschauungen können jedoch nur als eine Erklärung des Muskelvorganges betrachtet werden, wenn man physikalisch glaubhaft machen kann, daß die Bildung der Milchsäure eine Kontraktion des Muskels verursachen muß. Hier setzt nun die schon vor 40 Jahren von *Engelmann* vertretene Quellungstheorie der Muskelkontraktion ein. *Engelmann* bewies experimentell, daß jede optisch isotrope Gallerte bei der Quellung, d. h. bei der Wasseraufnahme, nach allen Dimensionen gleichmäßig wächst; ein solcher Faden verlängert sich und verdickt sich also zugleich. Ein durch Spannung optisch anisotrop gemachter Faden aber verkürzt sich bei der Quellung unter Verdickung, wobei seine Anisotropie abnimmt. Da nun die

Muskelfasern anisotrop sind, so müssen sie sich bei der Wasseraufnahme verkürzen. Ferner wurde gezeigt, daß Erwärmung und Ansäuerung eine derartige Quellung in reversibler Weise hervorrufen, daß man also die Mittel, deren sich die Natur bei der Muskelaktion bedient, in willkürlicher Weise im Laboratorium mit gleichem Erfolge anwenden kann.

Als weitere Stütze der Quellungstheorie führt Höber die folgenden Tatsachen an: Wie Pauli nachgewiesen hat, nimmt die Quellung mit wachsender Säurekonzentration erst zu und dann wieder ab. Diese Erscheinung beobachten wir bei der Totenstarre. Während nämlich im ruhenden lebenden Muskel die stets in geringem Maße gebildete Milchsäure durch den Blutkreislauf und durch Oxydation fortgeschafft wird, sodaß es nicht zu einer merklichen Kontraktion kommt, häuft sie sich im abgestorbenen Muskel an, bis Kontraktion und Starre einsetzt. Schließlich wird ihre Menge jedoch so groß, daß wieder Entquellung und Ausflockung des Muskeleiweißes eintritt.

Auch die energetischen Verhältnisse des Muskels stehen mit dieser Quellungstheorie im Einklang. Wie besonders Katz neuerdings nachgewiesen hat, gelten für die gegenseitige Durchdringung von Wasser und Kolloid bei der Quellung die gleichen Gesetze wie bei der Vermischung zweier mischbarer Flüssigkeiten, z. B. Schwefelsäure und Wasser. Die gequollenen Kolloide sind daher als konzentrierte Lösungen anzusprechen und kommen als solche den idealen konzentrierten Lösungen (nach Nernst) nahe. Diese sind aber dadurch gekennzeichnet, daß bei ihrer Verdünnung ihre gesamte Energie ohne Wärmeentwicklung in Arbeit umgesetzt werden kann. Wäre also der Muskel exakt eine ideale konzentrierte Lösung und würde die Quellung (Kontraktion) vollkommen reversibel vor sich gehen, so dürfte sie von gar keiner Wärmeentwicklung begleitet sein und müßte den Nutzeffekt 100 % geben. Jedenfalls wird der hohe tatsächlich beobachtete Nutzeffekt der Muskeltätigkeit dadurch, daß man sie als Quellung anspricht, befriedigend erklärt. Allerdings muß natürlich ausdrücklich betont werden, daß wir trotz dieser Erfolge noch keine lückenlose Erkenntnis vom Wesen der Muskeltätigkeit und ihrer einzelnen Phasen besitzen.

Kausale und konditionale Weltanschauung.

Von Dr. M. Kronenberg, Berlin.

Wenn der Geist der Menschen, sagt Seneca einmal, von gewissen Dingen lebhaft beschäftigt wird, so gehen oft zunächst nur Worte um (Si res animi occupavere, verba ambiunt). Solche Worte deuten dann nur wie von ferne auf die Sache selbst hin, ohne sie klar zu bezeichnen, sie sind aus der Unruhe geboren, welche das noch unklar verworrene Neue, das man mehr ahnt als begreift, erzeugt, sie bilden aber so eine erste, oftmals nicht unwichtige,

Etappe, dieses Neue allmählich aufzuhellen, zu klären und im Geiste zu befestigen.

An das Wort *Senecas* wird man lebhaft erinnert, wenn man sich etwas näher mit einem Gelehrtenstreit befaßt, der schon seit geraumer Zeit um die sogenannte kausale und konditionale Weltanschauung geführt wird. Dieser Streit hat ja seine Wellen auch schon bis in die Spalten der vorliegenden Zeitschrift geworfen — denn die Kontroverse über „Ursachen und Bedingungen“, an der die Herren *Tendeloo*, *Finkelstein*, *Seyler* und *Kronenberg* teilnahmen, hat eben dasselbe Thema zum Gegenstand¹⁾. Allerdings wird es hier nur von einer gewissen Seite her, hauptsächlich unter dem Gesichtspunkte einer begrifflichen Bestimmung von „kausal“ und „konditional“, berührt, aber doch, namentlich in dem ersten, die Kontroverse einleitenden Aufsätze von Prof. *Tendeloo* nicht ohne Ausblick auf die Gesamtheit der hier in Frage kommenden Probleme. Um so interessanter aber ist es jedenfalls für die Leser dieser Zeitschrift, von der Streitfrage in ihrer gesamten Ausdehnung und auch nach ihrem Ursprung ein deutliches Bild zu gewinnen. Und dazu bietet sich Gelegenheit durch eine soeben erschienene kleine Schrift von *Wilhelm Roux*, dem Hallenser Physiologen, welche unter dem Titel „Kausale und konditionale Weltanschauung“ sich in scharfer Abwehr gegen eine im vorigen Jahre erschienene gleichbetiteltete Schrift des Bonner Physiologen *Max Verworn* richtet²⁾. Offenbar hängen mit diesem Streite auch die Ausführungen von Prof. *Tendeloo* in Heft 7 dieser Zeitschrift vielfach eng zusammen.

Den deutlich erkennbaren Ursprung dieses Streites hat man wohl in einem Schriftchen über die Erforschung des Lebens zu erblicken, das *Verworn* im Jahre 1907 veröffentlicht hat³⁾. Hier heißt es gleich im Vorwort: „Es war meine Absicht, zu zeigen, daß es nötig ist, den unklaren Kausalbegriff, der nicht weniger Mystik in sich birgt als der Zweckbegriff, ganz aus der Betrachtung der Lebensäußerungen, wie überhaupt aus dem wissenschaftlichen Denken, zu entfernen, und die Lebensvorgänge lediglich unter dem Gesichtspunkte eines konsequenten „Konditionismus“, wenn ich dieses Wort bilden darf, zu analysieren. Die konditionale Betrachtungsweise der Welt scheint mir die einzige wissenschaftliche Betrachtungsweise zu sein, weil wir ja die Dinge nur in der Gestalt von gegenseitigen Abhängigkeitsbeziehungen, also in der Form von Bedingungskomplexen, wahrnehmen.“ Und weiter auf Seite 9 derselben Schrift: „Es hat etwas Beruhigendes, wenn man glaubt, „die Ursache“ eines Vorganges nachgewiesen zu haben. So war es auch beim Vitalismus. Man sah „die Ursache“ der Lebensäußerungen in der Lebenskraft. Das war

¹⁾ Vgl. Heft 7 sowie Heft 15, S. 360, u. Heft 21, S. 504 der „Naturwissenschaften“.

²⁾ Kausale und konditionale Weltanschauung. Von *Max Verworn*, Bonn. (Jena 1912, Gustav Fischer.) — Über kausale und konditionale Weltanschauung und deren Stellung zur Entwicklungsmechanik. Von *Wilhelm Roux*, Halle a. S. (Leipzig 1913, Wihl. Engelmann.)

³⁾ Die Erforschung des Lebens. Ein Vortrag von *Max Verworn*. 2. Aufl. 1911. (Jena, Gustav Fischer.)

einfach, bequem und beruhigend. Man macht sich aber nicht klar, daß man Mystik treibt, wenn man sich vorstellt, daß jeder Vorgang „eine Ursache“ haben müsse. In Wahrheit gibt es keinen Vorgang in der Welt, der nur durch einen einzigen anderen bestimmt wäre. Jeder Vorgang ist stets von einer größeren Zahl anderer Vorgänge abhängig, und es liegt eine unberechtigte Willkür darin, einen von diesen als etwas Besonderes hervorzuheben und ihm die geheimnisvolle Bedeutung einer „Ursache“ beizulegen.“ —

Die in vorstehenden Worten bereits programmatisch skizzierte Auffassung hat nun *Verworn* in der Schrift „Kausale und konditionale Weltanschauung“ ausführlicher entwickelt, zugleich in einer erweiterten Bedeutung und Anwendung auf gewisse Fragen der Naturerkenntnis und der Weltanschauung. Wenn man von dieser spezielleren Anwendung hier zunächst absieht, so läßt sich die Grundanschauung *Verworns* in ein paar Thesen etwa so kurz formulieren:

1. Der Begriff der Ursache ist *mystischen*¹⁾ Ursprungs, entstanden auf prähistorischer Kulturstufe, namentlich im Zusammenhang mit den ersten Regungen spekulativen Geistes am Ausgang des Paläolithikums und Neolithikums. Der Begriff der Ursache steht so, nach diesem seinem Ursprung, in einer Reihe und hängt aufs engste zusammen mit dem Seelen- und dem Gottesbegriff.

2. Das eigentliche Kriterium des Begriffs der Ursache ist, daß diese nur in der *Einzahl* vorkommt. Jeder Vorgang hat „seine Ursache“, wir suchen „die“ Ursache eines Vorgangs oder einer Erscheinung.

3. Der so beschaffene Begriff der Ursache würde voraussetzen, daß die Wirklichkeit in isolierte Teilsysteme zerfiele, daß sie diskontinuierlich wäre. In Wahrheit aber ist an der durchgängigen *Kontinuität* alles Wirklichen ein Zweifel nicht möglich. „Jeder Zustand oder Vorgang in der Welt wird daher in seiner spezifischen Existenz durch zahlreiche andere Zustände und Vorgänge bestimmt und würde beim Fehlen auch nur eines der Faktoren, von denen er abhängig ist, in seiner spezifischen Form nicht vorhanden sein.“

4. Die Gesamtheit der Faktoren, welche in kontinuierlicher Verknüpfung einem Vorgang zugeordnet sind, bezeichnen wir als seine *Bedingungen*.

5. Von den Bedingungen ist nun nicht die eine (in diesem Sinne „die“ Ursache) besonders ausgezeichnet und den anderen übergeordnet, vielmehr sind alle Bedingungen *äquivalent*.

6. Ein Vorgang ist gleich der Summe seiner Bedingungen. Ihn wissenschaftlich erklären heißt also, *alle* seine Bedingungen erkennen.

* * *

Gegen diese Darlegungen *Verworns* nun wendet sich *Wilhelm Roux* in sehr entschiedener Weise. Am wenigsten befällt der letztere sich zunächst mit dem behaupteten *mystischen* Ursprung und Charakter des Ursachen-Begriffs, am allerwenigsten

mit der so beneidenswert sicheren chronologischen Fixierung dieses Begriffs, dessen Ursprung *Verworn* in das Neolithikon setzt. Gegen diese letztere Behauptung, auch wenn man sie als richtig annehmen wollte, hätte sich von vornherein schon der Einwand richten können, daß sie in keiner Richtung etwas beweist. Denn ein Anderes sind die zeitlichen Entwicklungsstufen eines Begriffs, ein Anderes der allen diesen Entwicklungsstufen immanente zeitlose Inhalt. Gilt dies schon für zahlreiche empirische Begriffe, so erst recht für einen Erkenntnisbegriff wie den der Ursache, der aller Erkenntnis, also auch allen zeitlichen Erkenntnisformen, vorausgeht, also von diesen so wenig abhängig und durch sie erklärbar ist, daß, gerade umgekehrt, diese durch ihn erst möglich und erklärbar werden. Denn, wie *Kant* in den Eingangsworten seiner „Kritik der reinen Vernunft“ sagt, wenn auch alle Erkenntnis mit der Erfahrung anhebt, so entspringt doch eben nicht alle aus der Erfahrung. Gesetzt also auch, die Zeiten des Neolithikons hätten den Ursachen-Begriff mystisch aufgefaßt, so ist damit noch in keiner Weise ausgemacht, daß er in der Tat auch seinem Wesen nach mystisch sei und bleiben müsse.

Wichtiger aber als diese geschichtlich-genetische Frage, der *Roux* keine wesentliche Aufmerksamkeit widmet, ist in der Tat die Prüfung dessen, worin *Verworn* das eigentliche Kriterium des Mystischen im Ursachen-Begriff, auch dem, der heute noch gehandhabt wird, zu finden meint: daß nämlich überall nur nach „der“ Ursache gefragt werde, diese also nur in der Einzahl gegeben sei. Dieses „nur“ ist freilich eine durchaus irrtümliche Supposition *Verworns*, wie sich noch weiterhin zeigen wird. Aber allerdings *kann* der Begriff der Ursache als bloßer Singularis gebraucht werden und wird sehr oft so gebraucht. Indessen geschieht das auf sehr verschiedene Arten, deren Differenz *Verworn* ganz vernachlässigt, übrigens auch *Roux* nicht hinreichend genug beachtet und betont hat.

Zunächst freilich gibt es, darin muß man *Verworn* zustimmen, eine noch unentwickelte, naive Vorstellungsweise, welche zu einer Erscheinung „die“ Ursache, ausschließlich im Singularis, zu haben wünscht; die beide gleichsam durch einen Vorhang voneinander getrennt denkt. In dieser Art stellt sich etwa der Gläubige Gott als „die“ Ursache der Welt, der Laie einen scharfen Luftzug als „die“ Ursache einer Erkältung vor. Aber es wäre überflüssig, gegen eine solche Vorstellungsweise zu polemisieren, da sie mit dem wissenschaftlichen Denken nichts zu tun hat und innerhalb der wissenschaftlichen Arbeit nicht vorkommt, abgesehen von der — nur scheinbaren — Ausnahme, daß der Erkenntnistheoretiker da, wo er den Begriff der Ursache selbst zu bestimmen und zu analysieren hat, sich genötigt sehen kann, ihn zunächst, wie der Chemiker sein Metall, von allen Beimengungen zu befreien, ihn also, theoretisch wie in Beispielen, auf jene einfache singularische Form zu reduzieren, die sich in dem Verhältnis Ursache — Wirkung darstellt.

Etwas anderes ist es schon mit jener Auffassung

¹⁾ Gemeint ist offenbar: *mythischen* Ursprungs — eine nicht gerade seltene Verwechslung.

von „der“ Ursache als bloßem Singularis, die, unter Beiseiteschiebung oder Vernachlässigung aller anderen mitbestimmenden Faktoren, lediglich den zeitlich letzten herausgreift und, unter dem Namen „die Ursache“, gleichsam zu einer höheren Dignität und Würde erhebt. Allein auch das ist im Bereiche des wissenschaftlichen Denkens nicht möglich. Oder welcher Historiker wäre etwa naiv genug, um die Szene, die sich zwischen Wilhelm I. und Benedetti auf der Kurpromenade abspielte, als „die Ursache“ des Krieges von 1870 anzusehen? Noch weniger versteht man es, daß *Verworn* diese seine Auffassung für die heutige Wissenschaft sogar als die *allgemein* geltende annimmt. Er sagt ausdrücklich: „Man findet *allgemein*, daß derjenige Faktor unter den zahlreichen Faktoren, von denen der Vorgang abhängig ist, als Ursache gilt, der zeitlich zuletzt zu den übrigen hinzutritt.“ Dazu bemerkt *Roux* ganz mit Recht: „Es wird vom Verfasser dargetan, daß diese letzte Auffassung nicht berechtigt ist. Das war allerdings für die Naturwissenschaft schon lange nicht mehr nötig. Ich glaube nicht, daß es einen kausalen Zweig der Naturwissenschaft gibt, in dem diese veraltete populäre Auffassung noch im Ernste Verwendung fände, auf den also des Autors obige Äußerung zuträfe, daß die heutige „Naturwissenschaft“ der „Ursache“ unter den sonstigen beteiligten Faktoren noch immer eine Sonderstellung einräumt und damit auch auf ihren exaktesten Gebieten noch immer einen Rest des alten Mystizismus fortzucht. Wohl kein verständiger Handwerker, geschweige denn ein Naturforscher oder Jurist, welcher letzterem *Verworn* auch solche falschen Urteile unterstellt, denkt mehr in solcher Weise.“

Endlich aber kann nun der Singularis „die Ursache“ noch die Bedeutung haben, lediglich einheitlich — zusammenfassend eine Vielheit wirkender Faktoren zu bezeichnen. Daß ein solcher Gebrauch des Begriffs der Ursache auch in der Wissenschaft nicht nur zulässig, sondern auch unentbehrlich ist, wird wohl ernsthaft nicht bestritten werden können. Und so wie viele wirkenden Faktoren als „die“ Ursache zusammengefaßt werden können, so kann man letztere wieder in ihre Komponenten, also die vielen Ursachen, zerlegen. Jedenfalls also ist dieser Pluralis ebenso zulässig, wie der Singularis, und es ist schlechterdings nicht einzusehen, was zur Beschränkung auf den letzteren zwingen sollte.

Noch weniger aber ist nun einzusehen, warum, wenn der Begriff der Ursache im Pluralis angewandt wird, er durch den der Bedingung ersetzt werden müßte. Vielmehr läßt sich umgekehrt leicht zeigen, wie es *Roux* tut, daß der Begriff der Bedingung dem der Ursache nicht über-, sondern untergeordnet ist, daß er also nicht wissenschaftlich mehr leistet, sondern weniger, und nicht größere Klarheit bringt, sondern Verwirrung stiftet. Denn Bedingung, kann man sagen, ist die Ursache unter einer gewissen Einschränkung: daß nämlich der Effekt, die Wirkung, bereits *voraus gedacht* ist, daher mit dem Begriffe der Bedingung in der Regel auch der Charakter des Negativen verknüpft ist (*conditio sine qua*

non). Wo aber diese Einschränkung wegfällt, indem man vom vorausgedachten Effekt zum tatsächlichen Geschehen sich wendet, da tritt auch der ursprüngliche Ursachen-Begriff wieder in seine Rechte. „Die Bedingungslehre“, sagt *Roux* mit Recht, „ist somit gleichsam nur eine chronologische Modifikation der Ursachenlehre: sie setzt zuerst ein bestimmtes Geschehen und fragt, welche Faktoren auf Grund der Kausalität zu ihm als Bewirkendes nötig sind; die Ursachenlehre setzt die Faktoren und ermittelt, welches Geschehen sie bewirken. Die Bedingungslehre ist daher bloß möglich auf Grund der Ursachenlehre; und sobald sie nicht *bloß* nach dem, was nötig ist, fragt, sondern auch die Hauptsache ermitteln will, wie dieses Nötige wirkt, schreitet sie zur Ursachenforschung fort, und ihr Ergebnis ist Ursachenlehre. . . . Die Konditionalität, das Bedingtsein, ist, wie die Gesetzmäßigkeit, bloß die Folge der Kausalität: Ohne Kausalität gäbe es auch keine Konditionalität! Dies macht die sekundäre Natur der Bedingung erst recht klar. . . . Wie soll bei dieser Sachlage die Bedingungslehre die tiefer eindringende Erkenntnis gewähren können als die Ursachenlehre, da das Bedingtsein bloß die Folge der Ursächlichkeit ist und alles Geschehen durch die Ursachen geschieht, da Bedingung bloß die Formulierung der Ursache bei rückwärtiger Betrachtung des Geschehens ist, da die Bedingungslehre somit bloß eine chronologische Modifikation der Ursachenlehre ist? Wo soll da eine Superiorität der Konditionalität über die Kausalität herkommen? Die Bedingungslehre ist nur angewandte Kausalität, und zwar auf die Herstellung von uns vorher gedachter, also bestimmter Vorgänge oder Ergebnisse angewandte Kausalität.“ „Indem unser Autor sagt, die wissenschaftliche Erforschung alles Seins und Geschehens kann lediglich bestehen in der Ermittlung seiner Bedingungen, sagt er damit weder etwas Neues, da es sich bei dieser Fassung eben nur um Vorgedachtes, Gegebenes handelt, noch aber, wie er glaubt, etwas gegen die Ursachenlehre Gerichtetes, diese Verwerfendes.“ „*Verworn*s Lehre beruht in ihrer Bevorzugung der Bedingungslehre also einerseits auf einer veralteten, längst aus der Naturwissenschaft eliminierten, Mystisches enthaltenden Definition von Ursache, außerdem aber auf dem Verkennen der wahren Beziehung von Ursache und Bedingung.“

Nun stattet *Verworn* aber schließlich seine Lehre, den „Konditionismus“, wie er sie nennt, noch mit einer These aus, die, wenn sie zu Recht bestände, auch den „Kausalismus“ von Grund auf ändern müßte: er behauptet nämlich die *Äquivalenz* aller Bedingungen eines Geschehens und stellt diesen Satz von der effektiven Äquivalenz der Bedingungen mit Nachdruck in den Mittelpunkt seiner Darlegungen. „Der äußere Reiz“, so führt *Verworn* erläuternd aus, „der eine reflektorische Muskelkontraktion hervorruft, gilt als die Ursache für diese Reaktion; die Irritabilität der nervösen und muskulären Elemente, die schon existieren muß, ist nur eine Bedingung usf. Aber liegt denn in dem bloßen Umstande, daß einer der Faktoren, von denen

ein Vorgang abhängig ist, als letzter zu den anderen hinzutritt, ein Grund, diesem für das Zustandekommen des Vorgangs eine größere Bedeutung zuzumessen als den anderen? Ich meine, hiervon kann gar nicht die Rede sein. Es ist völlig gleichgültig, in welcher zeitlichen Reihenfolge sich die einzelnen Faktoren zusammenfinden, wenn sie nur sämtlich zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Ort vorhanden sind. . . . Jeder Vorgang oder Zustand ist bestimmt durch zahlreiche Bedingungen. Diese Bedingungen können sich zu sehr verschiedenen Zeiten an dem gegebenen Orte zusammenfinden, aber diese Bedingungen sind für das Zustandekommen des Vorgangs alle gleichwertig. . . . Die Unterscheidung von verschiedenwertigen Arten unter den bestimmenden Faktoren eines Vorgangs oder Zustandes, wie sie vielfach in der Gegenüberstellung von notwendigen und akzessorischen oder von wesentlichen und unterstützenden Bedingungen oder von eigentlichen Ursachen und Hilfsursachen zum Ausdruck kommt, beruht auf einer ungenauen und oberflächlichen Betrachtung der Dinge und führt zu einer gänzlich falschen Auffassung des Seins und Geschehens.“

Was hat es mit dieser Äquivalenz der Bedingungen für eine Bewandnis? Roux ist geneigt, diese These *Verworns* auf eine bloße Unklarheit, ja Konfusion des Denkens zurückzuführen. Der letztere habe sich vor allem einer Verwechslung und Konfundierung von Äquivalenz und *Äquinecessitas* schuldig gemacht: alle Faktoren eines Geschehens sind natürlich gleich *notwendig* — aber folgt daraus, daß sie auch *gleichwertig* sind? Ist es nicht gerade die Aufgabe aller wissenschaftlichen Erkenntnis, innerhalb der kausalen Verknüpfung so viel als möglich zu differenzieren, oder, anders ausgedrückt, die tatsächliche Differenzierung der wirkenden Faktoren anzuerkennen und zur Geltung zu bringen? In diesem Sinne erörtert auch Roux z. B. die spezifisch biologischen Kausalzusammenhänge in ihrer Differenzierung, und diese sind, wie er dazu bemerkt, „nur erst ein kleiner Teil der von mir als nötig erachteten und daher vorgenommenen allgemeinen kausalen Analyse des Entwicklungsgeschehens. Denn wir „oberflächlichen“ kausalen Forscher müssen alle nur irgend etwas verschieden wirkenden Arten von Faktoren voneinander zu sondern suchen, obgleich diese Sonderungen für den „Konditionisten“ „keine wahren Probleme“ einschließen. Es kommen so zu den genannten Faktoren noch hinzu einmal die verschiedenartigen Faktoren jedes Geschehens überhaupt, auch des anorganischen Geschehens. Das sind die Faktoren des Orts, der Zeit des Beginns, der Dauer, der Größe, Intensität, Richtung und sonstigen Qualität des einzelnen Geschehens, und eventuell noch die Faktoren der Zahl der Vorgänge und ihrer Produkte. . . . Wir haben also noch Zeit-, Orts-, Größe-, Richtungs- und sonstige Qualitäts- sowie Zahlfaktoren zu unterscheiden. Und von jeder dieser Faktorengruppen ist wieder ihr Sitz und weiterhin ihre Beschaffenheit und eventuell ihre Aktivierung zu ermitteln. . . . Die kausale Forschung kann keine dieser Kategorien entbehren.“

„Wenn die an einem Geschehen beteiligten verschiedenen Faktoren oder sogenannten Bedingungen nach *Verworn* in bezug auf ihren Effekt, also in ihrer Wirkungsweise, wirklich ‚äquivalent‘ wären, dann könnten wir sie überhaupt nicht ermitteln. Denn wir können die Faktoren nur ermitteln, *so weit* sie verschieden wirken, und nur *dadurch*, daß sie nach ihrer Art, ihrem Ort, ihrer Richtung, Größe *verschieden* wirken.“

Roux resumiert sich also seinem Gegner gegenüber in scharfen Worten: „*Verworns neue strahlend helle Erkenntnis* des sogenannten ‚Konditionismus‘ ist, da sie infolge der angeblichen ‚effektiven Äquivalenz‘ der Faktoren auf die Erkenntnis der Wirkungsweisen und damit auch des Wirkenden selber, also der Faktoren, verzichten muß, das *absolute Dunkel*, in dem nichts erkennbar ist.“ Und weiterhin: „Da der ‚Konditionismus‘, wie der Autor mitteilt, bereits eine Gemeinde hat, so ist dies eine Gemeinde der Getäuschten, eine Gemeinde der durch die unrichtigen Angaben und Argumentationen des Autors Irreführten.“

* * *

Ist nun mit diesem scharfen Verdikt das letzte Wort gesprochen? Ich meine, nein! Vielmehr kann, ja es muß das negative Ergebnis, die Antikritik, hinsichtlich deren Roux ja in den Hauptpunkten beizustimmen ist, ergänzt werden durch ein positives Ergebnis. Daß es daran nicht fehlen wird, ist bei einem Forscher von der Bedeutung *Verworns* ja von vornherein anzunehmen. Und man findet es unschwer, wenn man zum Ausgangspunkte der Argumentationen zurückkehrt, die ihn zu den Thesen des sogenannten Konditionismus geführt haben.

Dieser Ausgangspunkt ist doch wohl die Beobachtung, daß der Kausalbegriff, so wie er heute in der Regel innerhalb der naturwissenschaftlichen Forschung aufgefaßt und angewandt wird, den Anforderungen eben dieser Forschung vielfach nicht genügt, daß er zu vielen Inkongruenzen, Unsicherheiten und Schwankungen, ja zu direkten Irrtümern Veranlassung gibt. Diese Tatsache kann ernsthaft nicht bestritten werden, und gäbe es keinen anderen Beweis, so wäre eben die ganze ablehnende Stellungnahme gegenüber dem Kausalbegriffe, zu der *Verworn* eben deshalb sich genötigt zu sehen glaubt, schon dafür hinreichend. Aber sein Irrtum liegt nun eben in der Interpretation jener Tatsache und den Folgerungen, die er daraus gezogen hat.

Die irrtümliche Interpretation *Verworns* besteht darin, daß er dem Kausalbegriffe selbst zur Last legte, was doch nur durch unzulängliche Auffassung und Handhabung dieses Begriffes, vor allem durch mangelnde erkenntnistheoretische Kritik verschuldet war. Was hat es mit der wissenschaftlichen Bewertung des Kausalbegriffs — der immer einer der Fundamentalbegriffe aller Erkenntnis war und bleiben wird — zu tun, wenn viele Naturforscher, denen Erkenntniskritik fern liegt, ihn auf gut Glück aufzunehmen pflegen, ohne scharfe

Fixierung, ohne Ausscheidung unklarer populärer Nebenvorstellungen und ohne genaue kritische Sondernung von den nächstverwandten Erkenntnisbegriffen? Wie verhängnisvoll auch gerade letztgenannte Unterlassung werden kann, zeigt das Beispiel *Verworns* selbst. Für seinen Konditionismus wäre es die erste und wichtigste Aufgabe gewesen, die Begriffe Ursache und Bedingung von anderen nächstverwandten Erkenntnisbegriffen klar zu sondern. Aber davon ist gar keine Rede. Vom Begriffe der Substanz z. B., einem der wichtigsten hierher gehörenden Begriffe, ist überhaupt keine Rede; über das Verhältnis von „Bedingung“ und „Wesen“ stellt er beiläufig den völlig falschen Satz auf: „Jeder Vorgang oder Zustand ist identisch mit der Summe seiner Bedingungen. Seine Bedingungen sind sein Wesen“; anderseits gründet er seinen „Konditionismus“ auch auf den Satz von der „Kontinuität der Erscheinungen, ohne zu wissen, daß die Begriffe kontinuierlich und diskontinuierlich (diskret) ganz ebenso reine Erkenntnisbegriffe sind, wie Ursache, Bedingung, Substanz, Wesen usw. Und es bedarf kaum noch der besonderen Hervorhebung, daß die solchergestalt sich ergebende Verwirrung der wichtigsten Erkenntnisbegriffe auch, und ganz besonders, da sich in ihren Folgen bemerkbar macht, wo, wie es auch bei *Verworn* geschieht, schwierigere metaphysische Probleme, wie Unsterblichkeit, Willensfreiheit, Verhältnis von Körper und Seele usw. berührt werden.

Nicht darum also handelt es sich, den Kausalbegriff aufzugeben, sondern ihn für die wissenschaftliche Forschung kritisch schärfer als bisher erkenntnistheoretisch zu fassen. Es wäre unnötig, diese fast selbstverständliche Forderung zu betonen, wären nicht eben auch heute noch, wenngleich in immer geringer werdendem Maße, die Vorurteile gegen die philosophische und insbesondere die erkenntnistheoretische Arbeit unter den Vertretern der exakten Naturforschung weit verbreitet. Nur so erklärt es sich, daß man zwar für die Instrumente, deren man beim Experimentieren bedarf, größtmögliche Verfeinerung fordert, aber die wichtigsten Instrumente, die tragenden Erkenntnisbegriffe, ohne weiteres in ihrer rohesten, d. h. kritisch ungeprüften Form hinnimmt und anwendet; daß man zwar auf die Vorarbeit des Präzisionsmechanikers den größten Wert legt, dagegen die begriffliche Präzisionsarbeit des Erkenntniskritikers für überflüssig, wenn nicht gar für schädlich hält.

Erst auf dem gesicherten Boden erkenntnistheoretischer Arbeit also kann die Frage „Kausale oder konditionale Weltanschauung?“, die dann freilich als Frage größtenteils nicht mehr fortbesteht, ernsthaft behandelt werden. Ohne diese Grundlage sind die Ausdrücke „Kausalismus“ und „Konditionismus“ nichts als Worte; die, nach dem oben angeführten Worte *Senecas*, indem sie umherschwirren, wohl anzeigen, daß man mit der zugrunde liegenden Frage beschäftigt, daß man ihres Inhalts helldunkel sich bewußt ist — die aber auf keinen klaren Erkenntnisweg wirklich hinweisen.

Über die bei der Blütenbildung wirkenden mechanischen Faktoren¹⁾.

Von Prof. Dr. Günthart, Leipzig.

I.

Zwei Wege stehen unserm Denken zur begrifflichen Verbindung der gegebenen Realitäten offen: die *physikalische* Forschung, welche nach Ursachen sucht und die *ökologische*, die eine eindeutige Verbindung von Mittel und Zweck erstrebt. Zum Schaden der Wissenschaft bekämpfen sich beide Methoden noch oft: sie können ja, weil sie ganz verschiedene logische Grundlagen haben, gar nicht aneinander gemessen werden und sind beide gleich notwendig und nützlich. Gerade ihre *kombinierte Anwendung* auf ein und denselben Naturgegenstand zeitigt erfahrungsgemäß den größten Erfolg. Es ist darum sehr zu wünschen, daß kein Arbeitsgebiet unter der ausschließlichen Herrschaft der einen der beiden Forschungsmethoden stehen bleibt.

Die *Blütenbiologie* war lange Zeit ausschließliche Domäne der ökologischen Betrachtung. Erst in neuester Zeit werden die verschiedenen Probleme der Blütengestaltung von allen Seiten her auch mit dem Mittel der physikalischen Fragestellung in Angriff genommen: die Entstehung kleistogamer Blüten (*Goebel*), die Einwirkung von Licht- und Schwerereizen auf die Bewegungen der Blüten und ihrer einzelnen Organe (*Pfeffer*, *Jost*, *Schwendener-Krabbe*, *Oltmanns* u. a.), die Abhängigkeit der Farbe und Größe (*Vöchting* u. a.), der Nektarausscheidung, der Antherenöffnung (*Burck*) von der Umwelt, der Einfluß der Ernährung auf die Geschlechterverteilung (*Correns*) — das sind einige der in letzter Zeit mit besonderem Erfolg untersuchten ursächlichen Beziehungen, die mit einem Schlage die gesamte Lehre vom Lebenshaushalt der Phanerogamenblüte auf neuen Boden gerückt und auch der ökologischen Forschung ganz neue Fragestellungen ermöglicht haben.

Auf die Gestaltung der Blüte wirken zunächst *äußere Kräfte*. Sie beeinflussen namentlich das zeitliche Verhältnis zwischen den Fortpflanzungsorganen. Es ist beispielsweise gelungen, durch Änderung der äußeren Bedingungen die Dichogamie vollständig umzukehren; extrem stark protandrische Pflanzen wurden ebenso stark protogynisch dichogam.

Dann aber auch *innere Kräfte*. Wenn wir von Ernährungseinflüssen hier absehen, so sind dies namentlich gegenseitige *Kontaktwirkungen der Blütenteile*. Sie sind teils *chemischer* Natur — ich erinnere daran, daß Haare im Innern der Blüte fast immer im Kontakt mit den Staubbeuteln entstehen — teils sind es *mechanische* Kontakterscheinungen.

Von diesen letzteren möchte ich hier ausschließlich sprechen. Sie sind von besonderer Bedeutung, weil durch sie alle jene Blüteneingänge und -verschlüsse, jene zahllosen Verknöpfungen, Falten und Kanäle an den Kronblättern und Leisten an den Filamenten entstehen, also gerade diejenigen Merkmale, aus denen sich zum größten Teile die ganze so überaus mannigfaltige *Blütenplastik* der Phanerogamen zusammensetzt, jene Merkmale, die vor allen andern auch *ökologischen Wert* haben, da sie den Insekten beim Blütenbesuch gewisse Dienste leisten.

Ich möchte hier diese Verhältnisse zunächst am Bau der *Cruciferenblüte*, die ich in den letzten Jahren vorzugsweise untersucht habe, darlegen, und zwar möchte ich da nur wenige besonders auffallende Merkmale her-

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

ausgreifen: die *Blüteneingänge* im Zusammenhang mit den *Staubblattdrehungen* und die *Filamentleisten*. Da wir alle noch zu sehr daran gewöhnt sind, derartige Merkmale nur ökologisch zu betrachten, so sei zunächst kurz an die *Funktion der erwähnten Merkmale im Lebenshaushalt der Cruciferenblüte* erinnert.

Die vier inneren Staubblätter, die bekanntlich die beiden äußern, seitlich stehenden an Länge übertreffen, liegen dem Fruchtknoten dicht an und bilden mit demselben zusammen eine die ganze Blüte durchziehende Längsscheidewand, welche die Kronöffnung in zwei „*Blüteneingänge*“ zerlegt. Nirgend anders als an diesen

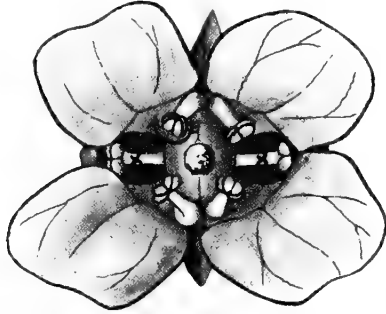


Fig. 1. Eine Cruciferenblüte von oben, die beiden „Blüteneingänge“ und die Drehung der innern Staubblätter zeigend.

beiden Stellen kann das Insekt zur Honigausbeute in die Blüte eindringen. Jeder dieser Eingänge wird aber von den stäubenden Innenseiten je dreier Antheren flankiert. Die inneren Staubblätter drehen sich nämlich im Verlaufe der Anthese in dem aus Fig. 1 ersichtlichen Sinne gegen die benachbarten äußern hin und ihre Beutel neigen oft überdies stark vornüber. Für eine gründliche Bepuderung des Insektenkörpers ist also bestens gesorgt.

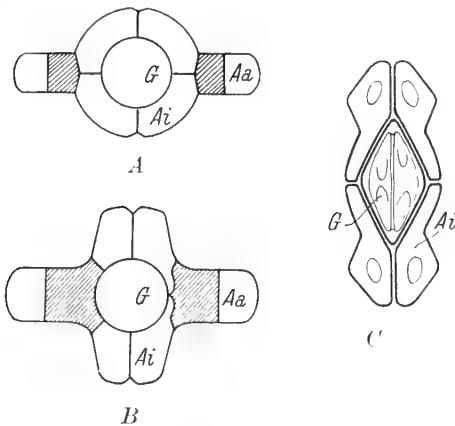


Fig. 2. Schematische Querschnitte durch den Blütengrund der Cruciferen. G Stempel, Ai innere, Aa äußere Staubblätter, Kelch und Krone sind weggelassen.

Und nun die *physikalische Betrachtung* desselben Materials! — Führen wir am Grunde des Stempels einen Schnitt quer durch eine Cruciferenblüte, so sehen wir dem Diagramm entsprechend die kürzeren seitlichen Stamina beträchtlich weiter außen liegen als die Wurzeln der vier längeren Staubblätter. Zwischen ihnen und dem Stempel bleiben darum die in Fig. 2 A schraffierten seitlichen Gewebepartien des Blütenbodens frei. — Diese Darstellung entspricht nun allerdings der Wirklichkeit noch nicht: die Wurzeln der inneren Staubblätter liegen nämlich nicht diagonal, sondern sie sind gegen die Medianachse hin zusammengeschoben, so daß

die genannten seitlichen Gewebepartien bis zum Stempel hinreichen (Fig. 2 B). — Allerdings gilt dies nur für die unterste Region der Blüte: schon ganz wenig höher oben *überwallen* im Laufe der Entwicklung die Wurzeln der inneren Staubblätter den innersten, dem Stempel benachbarten Teil der seitlichen Gewebepartien (Fig. 2 B rechts). — In den Diagonalregionen liegen nun die vier Kronwurzeln. Aber sie füllen die Räume, die ihnen hier zur Verfügung zu stehen scheinen, nicht ganz aus, wie aus der nach einem Mikrotomschnitt gezeichneten Figur 3 A zu entnehmen ist, sondern sie sind sehr stark nach vorne und hinten verschoben, so daß zwischen ihnen weite *Höhlen* offen bleiben. Diese Höhlen werden verständlich, sobald wir dieses Bild vergleichen mit einem in derselben Höhe durch eine Knospe geführten Schnitt (Fig. 3 B): Hier sehen wir diese Höhlen ganz exakt ausgefüllt von den beiden schon sehr früh mächtig entwickelten, aber noch ganz filamentlosen Beuteln der seitlichen Staubblätter, und sie stellen auch später in allen Einzelheiten ihrer Form getreue Abgüsse dieser Beutel dar. Wenn sich die beiden *Beutel-*

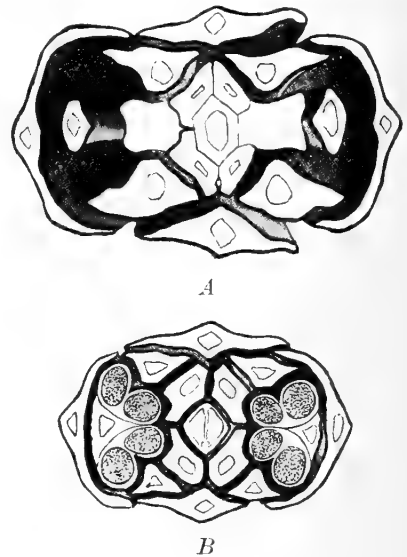


Fig. 3. Querschnitt durch eine Blüte und eine Knospe von *Raphanus sativus*. Nach der Natur.

höhlen später durch Wachstum der Blütenteile, die ihre Umgrenzungen bilden, in die Länge strecken, so gehen aus ihnen die beiden dem besuchenden Insekt als Zufahrten dienenden „*Blüteneingänge*“ hervor, von denen wir am Anfang sprachen.

Die überwallenden Fortsätze der Wurzeln der inneren Staubblätter strecken sich später zu langen *Filamentleisten*, die sich bei manchen Arten außerordentlich stark entwickeln. Namentlich bei den breitwandigen *Siliculosae*, denn hier werden die eigentlichen Filamentwurzeln wegen der starken dorsoventralen Entwicklung des Stempelquerschnittes sehr weit nach vorn und hinten verschoben, so daß für die genannten Leisten sehr viel Raum disponibel wird (Fig. 2 C). Die Vogelperspektive der Blüte von *Alyssum montanum* Fig. 4 A zeigt diese Leisten, und zwar kommen dieselben hier nicht nur an den längeren, sondern auch an den kurzen Stamina vor. Die Außenseiten der Leisten zeigen hier spiralg verlaufende Furchen (Fig. 4 B), welche oft von den Insekten als Führungskanal für ihren zum Nektar vordringenden Saugrüssel benutzt werden. Aber die Entwicklungsgeschichte zeigt, wie alle diese oft so komplizierten Formen durch mechanische Beeinflussung seitens der benachbarten Blütenteile entstanden sind.

Auch die *Drehungen der inneren Staubblätter*, die wir am Anfang noch erwähnten, sind durch mechanische Faktoren bedingt, die sich aus der Entwicklungsgeschichte ganz eindeutig bestimmen lassen. Ich habe alle diese Verhältnisse in meiner Schrift „*Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie*“ (Jena 1910) eingehend dargelegt, hier muß ich

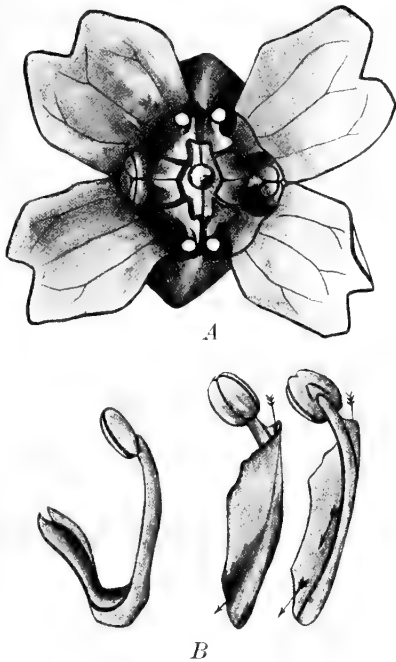


Fig. 4. *Alyssum montanum*. A Blüte von oben, B die Filamentleiten eines kürzern und eines längern Staubblattes, letztere von außen und innen gesehen. Nach der Natur. Die Pfeile bezeichnen den Weg des Saugapparates des besuchenden Insektes.

mich auf einige Andeutungen beschränken: Die Beutel der vier inneren Staubblätter werden später durch Streckung der Filamente sehr rasch gehoben. Sie treffen auf das fest geschlossene Kelchdach und werden von diesem vornüber in die über den kürzern seitlichen Staubblättern noch offenen Hohlräume hineingedrückt. Das Drehungsmoment entsteht namentlich dadurch, daß

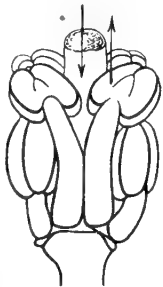


Fig. 5. Stempel und Staubblätter einer Cruciferenknospe von vorne gesehen. Die relative Bewegung der inneren Staubblätter gegen den Stempel ist durch Pfeile angedeutet. Schema.

der Stempel langsamer gehoben wird als die vier genannten Staubbeutel: seine relative Bewegung in bezug auf diese Beutel ist daher eine abwärtsgerichtete (s. Fig. 5) und da er nun den Beuteln reibend angepreßt ist, so übt er auf den inneren, nach der Medianachse gewendeten Rand derselben eine abwärts gerichtete Kraft aus,

welche eben die Drehung der Beutel gegen die benachbarten seitlichen Staubblätter hin bewirkt.

*

Bei andern Familien von verhältnismäßig noch einfachem Blütenbau zeitigt die gegenseitige mechanische Beeinflussung der Teile ähnliche Resultate. So entstehen die wohlbekannten Umkrepelungen an den Petalen der *Umbelliferen* durch Festklemmen der Kronblattspitze und gleichzeitigen zentrifugalen Druck der Beutel auf die ihnen opponierten Ränder der Kronblätter. Mit steigender Kompliziertheit des Blütenbaues werden die mechanischen Probleme stets reizvoller. Die Falten und Verknüpfungen der *Papilionaceenkronen* sind kürzlich von Schüpp (Beihefte zum Bot. Zentralbl. XXVIII. Abt. I) zum Gegenstand einer besonderen Untersuchung gemacht worden, die sehr interessante Resultate ergab. In einer soeben erschienenen Arbeit weist Baumgartner (Beihefte zum Bot. Zentralbl. XXX. Abt. I) die Bedeutung mechanischer Faktoren für die Blütengestaltung der *Bananen* nach. Die Unterschiede in der Blütenplastik der verschiedenen *Labianten* sind zu einem großen Teile mechanisch bestimmt: *Lamium* hat eine breit ausladende Oberlippe, ein „Regendach“,

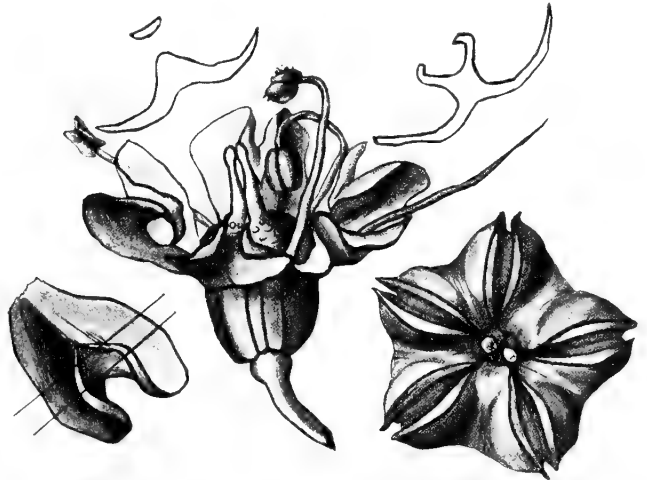


Fig. 6. Blüte und Knospe von *Aegopodium podagraria*, letztere von oben gesehen, isoliertes Kronblatt und zwei Querschnitte durch dasselbe. Nach der Natur.

weil die Knospe unter der mechanischen Einwirkung der vier großen Staubbeutel steht, während die schmale zusammengefallene Oberlippe von *Salvia* durch den im spätern Knospenleben hier außerordentlich stark wachsenden Griffel bedingt ist, der, weil er mit der Spitze im Blütengrunde aufstößt, in seiner mittleren Partie mit großer Kraft nach außen drängt. Interessant ist namentlich auch die Entstehung der „*Führungskanäle*“, wie sie bei *Dianthus*, *Lilium bulbiferum* und *Martagon* und zahlreichen andern Phanerogamen vorkommen, und der Blüteneingänge von *Iris*. Und selbst ganz verwickelte Blütenkonstruktionen, wie z. B. diejenige einer *Dicentra*, sind durch das Studium der Entwicklungsgeschichte auf wenige eindeutig bestimmte mechanische Erscheinungen zurückzuführen.

*

Bekanntlich hat schon vor längerer Zeit Schumann, von der mechanischen Blattstellungstheorie Schwendeners ausgehend, die Bedeutung mechanischer Faktoren für die Blütengestaltung nachzuweisen gesucht. Während aber unsere Beobachtungen lediglich der Ausbildung der Form der einzelnen Organe während des späteren Knospenlebens galten, beschäftigt sich Schumann mit den früheren Anlagen der Blüten, und nicht nur die

Formen, sondern namentlich die Stellung der Blütenteile, d. h. die gesamten *diagrammatischen Stellungsverhältnisse*, sollten nach ihm durch gegenseitigen Druck der Teile bedingt sein. *Schumann* fand sehr bald Widerspruch und heute sind die von ihm betretenen Wege ganz verlassen. Es war namentlich *Vöchting*, der, von theoretischen Erwägungen und neuen sorgfältigen Untersuchungen ausgehend, die fehlerhaften Grundlagen der

mehrere Atmosphären belaufen. Aus diesen Tatsachen ergibt sich mit aller Sicherheit, daß die ersten Anlagen der Blütenteile nicht einfach passiv an Stellen niederen Druckes entstehen, daß ihr Ort überhaupt nicht durch mechanische Einwirkungen von außen, sondern lediglich durch innere, durch die Vererbung an bestimmte Stellen lokalisierte Kräfte bedingt ist.

Die Folgerungen, die wir aus *Schumanns* Lehre ziehen müßten, treffen denn auch im allgemeinen gar nicht zu. Zunächst müßten ja wirklich die diagramma-

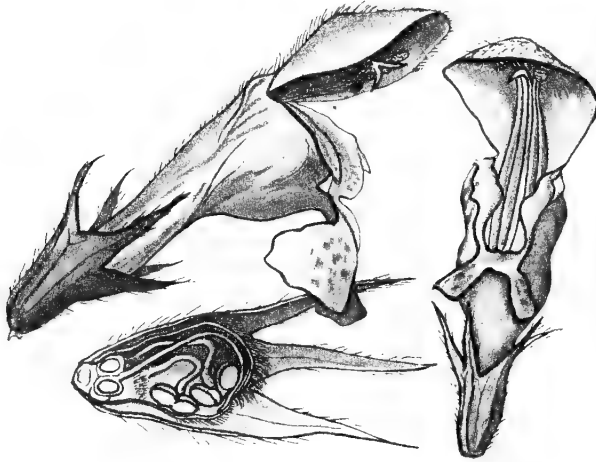


Fig. 7. Blüte von *Lamium purpureum* von der Seite und von vorn gesehen sowie Längsschnitt durch die Knospe. Vorderansicht nach *Kirchner*, übriges nach der Natur.

Schumanns Auffassung rasch erkannte: Die notwendigste Voraussetzung einer gegenseitigen mechanischen Beeinflussung der jungen Anlagen ist natürlich, daß sich diese Anlagen tatsächlich berühren. Dieser „lückenlose Kontakt“ *Schumanns* besteht aber in Wirklichkeit nicht, die Anlagen der einzelnen Blütenteile sind stets durch kleine Zwischenräume voneinander getrennt. „Und es ist wohl zu bedenken, daß auch eine

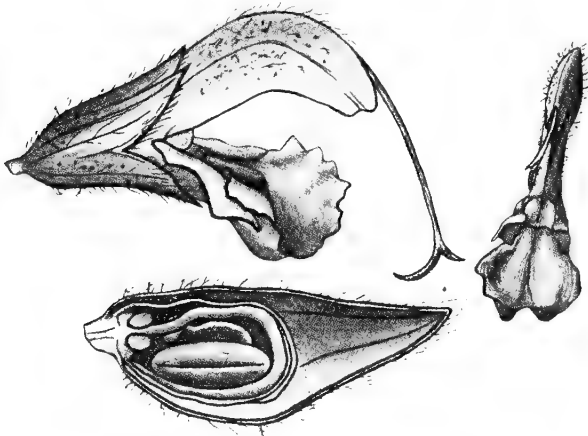


Fig. 8. *Salvia pratensis* ebenso. Nach der Natur.

vollständige Berührung noch keinen Beweis für einen wirklich vorhandenen Druck liefert. Auf diesen dürften wir erst schließen, wenn ihm entsprechende Formänderungen einträten, und diese sind hier nicht zu beobachten.“ So gering also jedenfalls die Druckeinwirkung, die eine Anlage von außen her, von den benachbarten Blütenteilen erfährt, so groß ist andererseits der innere Gewebedruck, unter dessen Einwirkung sie selbst entsteht. Alle Vegetationspunkte entwickeln ja während ihres ersten Wachstums in ihrem Innern Drucke, die sich auf

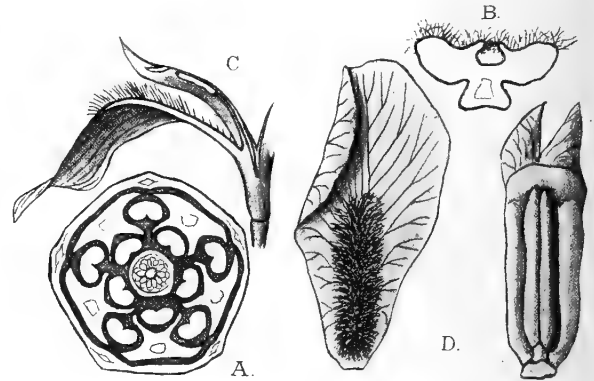


Fig. 9. A Querschnitt durch die Knospe von *Dianthus carthusianorum*, halbschematisch. B Querschnitt durch den Perigonblattnagel von *Lilium bulbiferum* nach *Kirchner*. C Längsschnitt durch einen der drei „Blüteneingänge“ bei *Iris* nach *Kirchner*. D äußeres Perigonblatt und Narbenblatt von *Iris* samt Staubbeutel zur Knospenzeit, die Entstehung des Blüteneinganges als Abguß des Beutels zeigend. Nach der Natur.

tischen Stellungsverhältnisse alle mechanisch erklärbar sein. Ein Blick auf die prächtigen Tafeln in *Payers* „Organogénie des fleurs“ zeigt, daß dies nicht der Fall ist. Und die andere und äußerste Konsequenz aus

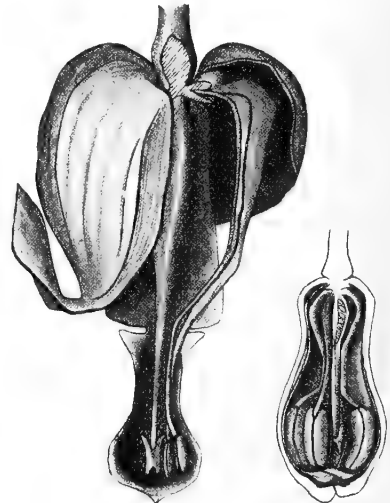


Fig. 10. Blüte und Knospe von *Dicentra spectabilis* im Längsschnitt. Nach der Natur.

Schumanns Lehre wäre dann die, daß durch künstliche Erhöhung oder Erniedrigung des Druckes von außen her auf einzelne Blütenteile die Zahl derselben abgeändert oder ihre Insertionen verschoben werden müßten. *Schumann* hat dieses Postulat folgerichtig selbst aufgestellt, aber es ist selbstverständlich weder ihm noch andern gelungen, es zu erfüllen.

Im späteren Verlauf der Anthese liegen nun aber die

Verhältnisse ganz anders: bald füllen die Organe durch ihr fortgesetztes Wachstum die Lücken, die anfangs noch zwischen ihnen bestanden, aus, so daß nun wirklich in radialer und tangentialer Richtung lückenloser Kontakt der Teile besteht. Vor allem aber vereinigen sich die Kelchblätter, deren Wachstum von Anfang an dem der übrigen Blütenteile stark voraneilt, früh zu einem geschlossenen Dach. Die Untersuchungen von *Raciborsky* zeigten, daß dabei die Kelchränder durch Haare, Papillen und mannigfache Verzahnung so fest ineinander greifen, daß ein außerordentlich solides Gewölbe entsteht. Später nimmt das Wachstum des Kelches rasch ab; dafür steigt sich aber der Längenzuwachs der innern Teile, so daß diese schließlich das anfangs noch leere Kelchgewölbe ausfüllen. Von diesem Moment an entstehen Druckwirkungen nicht nur in radialer und tangentialer, sondern namentlich auch in der Längsrichtung der Blüte. Diese Kräfte erzeugen nun jene Formveränderungen, die wir eingangs bei Cruciferen und andern Phanerogamen konstatiert haben.

*

Es sei noch in Kürze zweier Entwicklungsgesetze gedacht, welche die Art der gegenseitigen mechanischen Beeinflussung der Blütenteile im Einzelfalle bestimmen und uns erklären, wieso das Resultat dieser Beeinflussung nun innerhalb der gesamten Phanerogamenwelt ein so außerordentlich verschiedenartiges ist.

Zunächst fallen, wie bereits erwähnt wurde, die Zeiten maximalen Wachstums der verschiedenen Blütenteile nicht zusammen: Anfangs ein starkes Voreilen des Kelches und der Staubblätter, dann später eine rapide Streckung der Petala, die auch nach der Kronöffnung noch andauert, und endlich, etwas später noch, ein ebenso rasches Nachwachsen der Staubblätter; der Stempel zeigt meist zwei Perioden rascheren Wachstums, die erste unmittelbar vor der Reifung, die andere bald nach der eingetretenen Befruchtung. Schon aus der Tatsache, daß die Blütenteile sich nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit strecken, sondern daß gelegentlich einzelne Organe zurückbleiben und andere an ihnen vorbeigleiten, resultieren natürlich eine Menge Möglichkeiten mechanischer Beeinflussungen; ich erinnere nur an die besprochenen Drehungen der Cruciferenbeutel. Und nun liegen die geschilderten Zuwachsverhältnisse bei anderen Familien wieder ganz anders und schwanken oft sogar innerhalb der Gattung stark, und daher ist das Resultat der mechanischen Beeinflussung der Teile im gesamten Reiche der Phanerogamen eine ungeheuer mannigfaltige.

Das andere Entwicklungsgesetz ist schon durch *Payers* Arbeiten bekannt geworden: Ein Organ, einmal angelegt, streckt sich nicht in seiner ganzen Länge gleichmäßig weiter, sondern die Zone größten Längenzuwachses liegt lediglich an der Basis des Organes. Sehr schön ist dies aus der Vergleichung der Knospe von *Dicentra* mit der ausgewachsenen Blüte zu entnehmen (Fig. 10): Der basale Teil der Blüte vergrößert sich im Laufe der Entwicklung gewaltig und schiebt dabei den obern Teil, der seine Form und Größe nur noch sehr wenig ändert, einfach vor sich her. Auf die allgemeine Bedeutung dieses Gesetzes für die Blütengestaltung kann hier nicht näher eingegangen werden, dagegen sei noch auf die besondere Form hingewiesen, in welcher es sich in der Entwicklungsgeschichte der Staubblätter manifestiert. Auch hier bildet sich nämlich der basale Teil, das ist in diesem Falle das Filament, erst spät. Am Anfang sind die Beutel noch ganz filamentlos. Mächtig entwickelt füllen sie den größten Teil der jungen Knospe aus. Da sie sehr turgeszent und infolgedessen äußerst widerstandsfähig sind, prägen sie unter dem Einfluß des

Knospendruckes allen benachbarten Blütenteilen ihre Formen auf. So sahen wir ja die Beutelhöhlen der Cruciferen, die später als die beiden „Blüteneingänge“ funktionieren, entstehen. Indem sich die Teile, welche die Wandungen dieser Höhle bilden, später noch stärker strecken, entstehen die verschiedenartigen röhrenförmigen Bildungen, welche wir bei Iris und *Dianthus* erwähnten. Es versteht sich ferner von selbst, daß die widerstandsfähigen Staubbeutel, namentlich dann, wenn sie später infolge der Einschaltung und Streckung der Filamente, gegen die benachbarten Blütenorgane gehoben werden, sehr energisch auf ihre ganze Umgebung, besonders auf die weiche Krone einwirken müssen: Auf diese Weise sah *Schüpp* die auffallenden Falten und Verzahnungen in der Krone der Papilionaceen entstehen.

*

Wir können das Ergebnis unserer bisherigen Darlegungen allgemein in den Satz zusammenfassen: *Die Blütengestalt ist nicht allein das Produkt freien Wachstums der Blütenteile, sondern sie ist zu einem großen Teil passiv, durch Einwirkung mechanischer Kräfte entstanden.*

Wenn dieser Satz der Wahrheit entspricht, so muß es auch möglich sein, die Blütenplastik durch künstlich hervorgerufene äußere Kräfte abzuändern. Diese experimentelle Nachprüfung ist sowohl von *Schüpp* wie von mir selbst durchgeführt worden, durch Aufreißen des Kelches und längeres Geschlossenhalten desselben durch Umschnürung, Lackverschlüsse und Gipsverpackungen der Knospen und durch Einführung von Hartkörpern. Groß ist die Zahl der Versuche noch nicht, aber die Resultate waren durchaus klar und bewiesen die Richtigkeit unserer Auffassung.

(Schluß folgt.)

Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung¹⁾.

Von Prof. Dr. Adolf Steuer, Innsbruck.

Wenn ein gewissenhafter Ökonom neue, ihm noch unbekannte Ländereien zur Bewirtschaftung erhält, wenn einem Forstmanne in fremdem Gebiet ein Wald zur Pflüge übergeben wird oder wenn ein Binnenlandfischer das Fischereirecht in einem See oder Fluß erwerben möchte, sie alle werden zunächst durch eine genaue „Vornahme des Lokalausgleiches“ sich die Frage zu beantworten suchen: Was für Feldfrüchte, bzw. Bäume oder — im letzten Falle — Fische kommen in dem betreffenden Gebiete vor? Erst nach einer derartigen, sorgfältigen Inventarisierung werden sie in der Lage sein, für ihre künftigen Arbeiten ein festes Programm aufzustellen.

Auch für eine solide biologische Meeresforschung müssen ähnliche Gesichtspunkte maßgebend sein: für eine großzügig gedachte biologische Erforschung der marinen Fauna und Flora ist ihre Inventarisierung, d. h. ihre systematische Bearbeitung eine unumgänglich notwendige Vorarbeit. Diese wird um so mühevoller und zeitraubender, je größer der Artenreichtum ist; sie ist daher viel schwieriger für das formenreiche Mittelmeergebiet als für die artenarme Lebewelt der Nordmeere durchzuführen. Die Veröffentlichung brauchbarer Bestimmungsbücher muß als eines der wichtigsten Ziele

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

einer planmäßig durchgeführten biologischen Mittelmeerforschung betrachtet werden¹⁾.

Der Mangel an den so unumgänglich notwendigen systematischen Vorarbeiten wird denn auch heute von jedem empfunden, der in irgendeinem Gebiete der mediterranen Hydrobiologie tätig und vielfach gezwungen ist, mit den so überaus artenreichen Biozönosen wie mit lauter unbekannten oder doch mangelhaft bekannten Größen zu operieren. So drängte sich mir schon vor reichlich zehn Jahren, gelegentlich meiner Studien über die Fauna des Triester Golfes, der Gedanke auf, wie förderlich es für die Mittelmeerforschung sein müßte, wenn alle Mittelmeerstationen — es gibt deren gegenwärtig etwa 15 — sich zu gemeinsamer planmäßiger Arbeit vereinen würden. Tatsächlich ist auch, auf meinen Vorschlag hin, die Frage bei der 74. Versammlung unserer Gesellschaft in Berlin im Jahre 1902 von anderer Seite²⁾ erörtert worden. Ein nachhaltiger Erfolg ist dieser Aktion aber leider nicht beschieden gewesen. Das ist sehr zu bedauern. Hätte in den seither verflossenen 10 Jahren an jeder Mittelmeerstation auch nur je ein Angestellter die eine oder andere wichtige Tiergruppe systematisch bearbeitet, so würden wir heute über eine stattliche Anzahl von Monographien und damit über einen Grundstock verfügen, auf dem wir mit mehr Aussicht auf Erfolg in größerem Maßstab weiter arbeiten könnten.

Da konstituierte sich nun beim Internationalen Geographentag in Genf 1908 unter dem Vorsitz des Fürsten von Monaco eine „Internationale Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Mittelmeeres“, welche in ihrer im Frühling des Jahres 1910 in Monaco abgehaltenen Sitzung ungefähr nach dem Muster der seit Jahren von den europäischen Nordstaaten mit schönem Erfolg unternommenen „Internationalen Meeresforschung“ zwei Programme ausarbeitete; das eine betrifft die vorzunehmenden Forschungen auf hoher See, das andere ebensolche in Küstennähe. Diese hätten von den Mittelmeerstationen ausgeführt werden sollen, von denen aber leider nur ein Drittel (nämlich 5) in der betreffenden Subkommission vertreten waren; vor allem fehlte die älteste und leistungsfähigste, die Neapler Station.

Die systematische, nach einem einheitlichen, vorgezeichneten Programm in Szene gesetzte Erforschung küstennaher Gebiete, die ja ohnehin in den Aufgabenkreis jeder Meeresstation gehört oder doch gehören sollte, ist jedenfalls das Naheliegendste und außerdem mit geringeren Kosten verbunden. Das Küstengebiet ist die beste Vorschule für den Biologen sowohl wie für eine internationale Forschungskommission; was sich dort bewährt, wird auch auf hoher See leistungsfähig sein und — umgekehrt. Es ist für das ganze Unternehmen viel-

¹⁾ Als Anton Dohrn, der geniale Gründer der zoologischen Station in Neapel, im Jahre 1872 nach Berlin ging, um für sein Unternehmen Propaganda zu machen, war bekanntlich dort von maßgebender Seite der Einspruch erhoben worden, die Neapler Fauna werde, wenn man mit solch großen Mitteln arbeiten wolle, in 5—10 Jahren erforscht sein. Seither sind, neben ungezählten anderen Arbeiten, 33 umfangreiche Monographien von der Neapler Station herausgegeben worden und doch ist damit erst ein verschwindender Bruchteil der Tier- und Pflanzenwelt des Golfes „inventarisiert“.

²⁾ Cori, C. I., Anregung und Vorschlag zu einem Zusammenschluß der zoologischen und biologischen Meeresstationen, insbesondere zum Zwecke gemeinsamer Erforschung des Meeres. (Verh. Ges. d. Nat. u. Ärzte. 74. Vers. 1902. Berlin.) Vgl. auch Joubin, L., Projet d'entente entre les stations maritimes de la Méditerranée pour l'établissement d'un plan commun de travaux océanographiques. (Bull. Inst. Océan. Monaco, Nr. 164, 1910.)

leicht von symptomatischer Bedeutung, daß sich just zur Vornahme der kostspieligen Hochseekreuzungen sofort zwei Mittelmeerstaaten bereit erklärten und mit den vereinbarten 4 jährlichen Terminfahrten begannen, nämlich Italien und Österreich im Bereiche des Adriatischen Meeres.

Die von der Mittelmeerkommission publizierten Programme sind inzwischen von Fachleuten (Lohmann, Woltreck, Schiller) diskutiert, besser gesagt kritisiert worden und zwar, wie ich glaube, nicht ohne Grund. Die Programme sind allzu umfangreich und daher in der

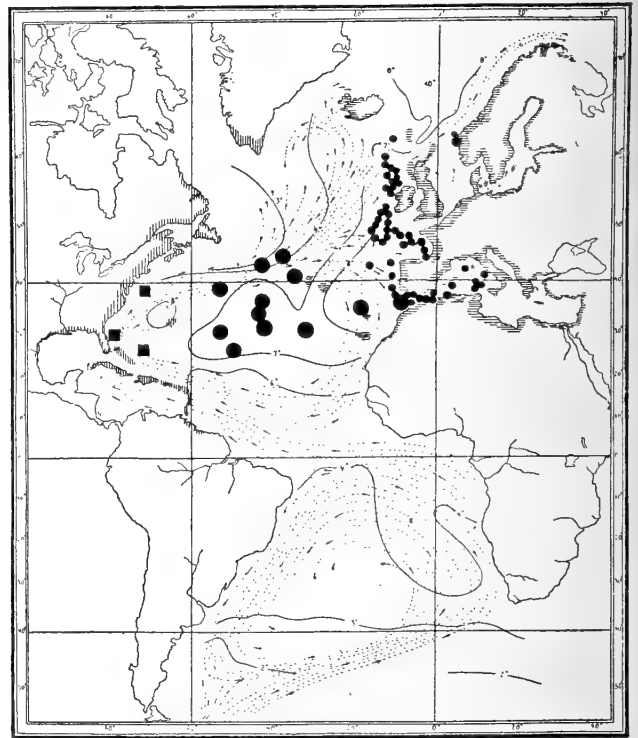


Fig. 1.

Verbreitung des Süßwasseraals (*Anguilla*) und seiner Larven im atlantischen Gebiet. Nach Johs. Schmidt, 1912.

Die Verbreitung des europäischen Aals (*Anguilla vulgaris*) und des amerikanischen Aals (*Anguilla rostrata*) sind mit verschiedener Schraffierung der Küsten angegeben, an denen sie vorkommen.

● Fundorte für jüngere Larven des europäischen Aals von 3,5 bis 6 cm Länge, größtenteils in der Sargassosee.

• Fundorte für ältere, über 6 cm große Larven derselben Art.

■ Fundorte für Larven des amerikanischen Aals.

Die ausgezogenen Linien mit beigefügter Zahl geben die Temperatur in der 1000-m-Tiefe an.

Die punktierten Linien mit Pfeilen geben die Haupt-Stromrichtungen an.

gegebenen Form undurchführbar, wenn nicht Legionen von wissenschaftlichen Arbeitern zur Verfügung stehen. Die Programme sagen nur, was alles geleistet werden könnte, aber nicht, wie es mit den vorhandenen Arbeitskräften bewältigt werden kann. Eine in so großem Stile, mit so bedeutenden Mitteln durchgeführte Materialaufsammlung muß jedem erfahrenen, wissenschaftlich tätigen Hydrobiologen verfrüht erscheinen. Nachdem damit aber bereits begonnen wurde, mögen im folgenden einige leitende Gesichtspunkte kurz besprochen werden.

Das Mittelmeer (Fig. 1) steht in hydrographischer wie in hydrobiologischer Hinsicht in starker Abhängigkeit vom Atlantischen Ozean, und zwar ist es die bis in größere Tiefen durchwärmte Sargassosee, der hydrographisch das Mittelmeer am meisten ähnelt. Es ist nun interessant, daß auch die pelagische, im freien Wasser schwebende Lebewelt da und dort gewisse unverkennbare Übereinstimmungen zeigt. Beide Gebiete, die Sargassosee wie die mediterrane Hochsee, sind verhältnismäßig arm an jenen größtenteils mikroskopischen Lebewesen, die heute unter dem Namen Plankton wohl allgemein bekannt sind. Nach Schütt liefert ein vertikaler Netzzug aus 200 m Tiefe in der Sargassosee wie im Neapler Golf pro 0,1 qm Oberfläche nur etwa 3,3 cm³ Plankton. Unter den sogenannten Zwerg- oder Nanoplanktonen ist einer, *Pontosphaera huxleyi* Lohmann (Fig. 2, 3), eine Charak-



Fig. 2.

Pontosphaera huxleyi
Lohmann.

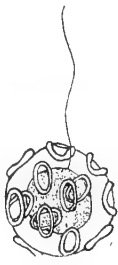


Fig. 3.

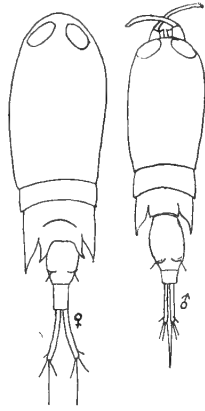


Fig. 4.

Corycaeus brehmi
Steuer nach Dahl.

terform der Sargassosee, zugleich die häufigste Cocco-lithophoride des Mittelmeeres. Überhaupt zeichnen sich nach Lohmann beide Meeresgebiete vor anderen durch ihren Reichtum an diesen winzigen Flagellaten aus. Ähnlich ist ferner da und dort nach Schütt die formenreiche Gruppe der Peridineen. Auf gewisse Parallelerscheinungen im Auftreten der Radiolarien, in besonderen der koloniebildenden, wies zuerst Brandt hin. Ein Radiolar, *Lithoptera fenestrata*, ist bisher überhaupt nur im Mittelmeer und in der Sargassosee gefunden worden. Ein Wurm, *Alciope contraini*, ist an beiden Orten am häufigsten anzutreffen, desgleichen unter den Krebsen die Cladocere *Evadne spinifera* (vgl. Fig. 14) und der Copepode *Copilia mediterranea*. Die hier nur angedeutete Ähnlichkeit des mediterranen Planktons mit dem der Sargassosee führt uns sogleich zu einer weiteren Frage: Haben wir überhaupt die mediterrane Lebewelt in biogeographischer Hinsicht als besondere Subregion aufzufassen oder ist sie lediglich eine vom Ozean ins Mittelmeerbecken transportierte, ausgewählte Mustersendung atlantischer Formen? Im allgemeinen beherbergt das Mittelmeer eine typische Warmwasserfauna und -flora mit einem unverkennbaren nordischen Einschlag, der im äußersten Osten so prädominiert, daß z. B. die Fauna und Flora des Schwarzen Meeres die dänischen Biologen auf ihrer letzten Thor-Expedition im Sommer 1910 geradezu an die Lebewelt ihrer heimischen, dänischen Gewässer gemahnte.

Noch kaum diskutiert ist die Frage, ob nicht vielleicht die ostmediterrane Fauna gewisse pontische Elemente beherbergt. So findet sich z. B. unter den Ascidier nach Hartmayer eine *Molgula*-Art, die einer nordatlantischen Formengruppe angehört und in ihrem Vorkommen auf die Adria und das östliche Mittelmeer

bzw. Schwarze Meer beschränkt ist, während eine nahe verwandte bisher nur aus dem westlichen Mittelmeer bekannt geworden ist.

Indopazifische Formen (die Krebse *Plagusia tuberculata* und *Neptunus sanguinolentus*) wurden in letzter Zeit von Stiasny und Babić in der Adria beobachtet, wohin sie aus dem Roten Meer als blinde Passagiere mit Dampfern verschleppt worden sein mögen. Eine nennenswerte Bereicherung mit indopazifischen Elementen hat die Mittelmeerfauna seit der Eröffnung des Suezkanals jedenfalls nicht erfahren. So steht das Mittelmeer gegenwärtig nur mit dem Atlantischen Ozean durch die enge und seichte Straße von Gibraltar in offener Verbindung, und zwar empfängt es seinen Zufluß aus einem Seitenzweig des Golfstromes. Auf dem Grunde der Meerenge fließt das salzreichere Mittelmeerwasser in den Ozean ab. Diese Einfallsporte, deren ständige biologische Bewachung von großem Werte wäre, ist aber für eine ausgiebigere Durchmischung namentlich der am Meeresgrunde und an den Küsten vorkommenden Lebewesen (Benthos und Nekton) des Mittelmeeres und Atlantik vermutlich viel zu klein. Ein genaues Studium der Mittelmeerfauna nach den modernen variations-statistischen Methoden wird gewiß zu überraschenden Resultaten führen. Wir können heute schon sagen, daß ein Teil der autochthonen Mittelmeerbewohner wenigstens sich infolge der Isolierung zu distinkten Varietäten oder Rassen ausgebildet hat, und daß jene mediterranen Arten mit den gleichen atlantischen Arten vollkommen im Bau übereinstimmen, deren Lebensweise eine ständige Vermischung mit den Ozeanformen zur Folge hat. So unterscheidet sich z. B. nach den glänzenden Untersuchungen des dänischen Zoologen Schmidt und seiner Mitarbeiter der Mittelmeeraal nicht im geringsten von seinen nord-europäischen Artgenossen, weil beide sich zum Laichgeschäft in den Tiefen der Sargassosee zusammenfinden (vgl. Fig. 1). Für die adriatischen Schollen dagegen konnte ich schon im Jahre 1905 den Nachweis erbringen, daß sie sich von denen der deutschen Meere morphologisch und trophologisch unterscheiden lassen. Da die Scholle nach Duncker eine „hochnördliche Form“ ist, müssen die Mittelmeerrassen die phyletisch jüngeren sein. Auch von den Anchovis konnte kürzlich Fage zeigen, daß sich deutlich zwei Rassen unterscheiden lassen: eine atlantische und eine mediterrane, und zwar ist in diesem Falle die Mittelmeerrasse die primitivere, da sie sich mehr den tropischen Formen nähert, von welchen sich die Art wohl ableiten läßt. Als drittes Beispiel führe ich endlich den bekannten Buchstabenkrebs oder Scampo (*Nephrops norvegicus*) an. Einer unserer Schüler, Herr H. Hofeneder, der gegenwärtig an einer Zusammenstellung der adriatischen Dekapodenlarven arbeitet, machte mich darauf aufmerksam, daß nach den vorliegenden Abbildungen die Larven des nordischen Scampo nicht unwesentlich von denen der adriatischen Formen abweichen.

Noch weniger geklärt ist die Frage, inwieweit Mittelmeerplanktonen zur Rassenbildung neigen, oder ob gar das Mittelmeerplankton über Vertreter verfügt, die nur hier und sonst nirgends vorkommen. Fast möchte man die letztere Frage bejahen, wenn nicht unsere allzu mangelhaften Erfahrungen zur Vorsicht mahnen würden. So war die Flügelschnecke *Cymbulia peroni* lange Zeit ausschließlich im Mittelmeer gefangen worden. Erst die Valdivia-Expedition fischte zwei Exemplare im Golf von Guinea.

Sicherlich sind einige Planktonen der Küstenzone in ihrer Verbreitung auf das Mittelmeer beschränkt. So findet z. B. Frau Dahl, daß die Copepoden-Unterart *Ditrichocorycaeus* im Mittelmeere durch eine besondere Form, den *Corycaeus brehmi* (Fig. 4), vertreten ist.

Typisch mediterran dürften ferner gewisse Brackwasserplanktonten sein, so z. B. der Copepode *Poppella guernei*, der allerdings auch noch das Schwarze Meer und den Kaspisee bewohnt. Nach unserer Schülerin A. Tollinger ist nämlich wohl das Mittelmeer das Dispersionszentrum dieser Art, „aber vielleicht nicht das Mittelmeer in seiner heutigen Ausdehnung, sondern das tertiäre, das sich viel weiter nach Osten erstreckte“. Dieses Beispiel, dem sich noch weitere anfügen ließen, muß genügen, um auf die zoogeographisch interessanten Beziehungen des heutigen Mittelmeeres zu dem ausgedehnteren der Tertiärzeit aufmerksam zu machen (Fig. 5).

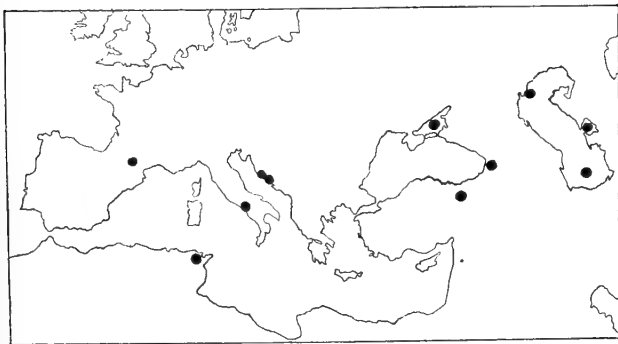


Fig. 5.

Verbreitung der *Poppella guernei* Richard
nach A. Tollinger.

Noch ungenügender als das mediterrane Küstenplankton und das Hochseep plankton der oberen Wasserschichten ist das Tiefenplankton des Mittelmeeres untersucht. Wenn die Straße von Gibraltar tatsächlich für die Bewohner der Tiefsee heute eine unüberbrückbare Schranke darstellt, ist es nicht ausgeschlossen, daß auch die mediterranen Tiefseep planktonen sich zum Teil zu besonderen Rassen umgebildet haben. Für das Hochseep plankton, das die oberflächlichen Wasserschichten bewohnt, ist jedenfalls die erwähnte Meerenge die einzige Einfalls- pforte. Im Vergleich zum Atlantischen Ozean steht das Mittelmeer viel mehr unter dem Einfluß des Terrestrials, die Amplitude der Temperatur- und Salz-

vor? Daraufhin wurden in letzter Zeit besonders die mediterranen Flügelschnecken und Salpen von Professor Meischner und unserer Schülerin A. Sigl untersucht. Es ergab sich, daß einige Eindringlinge aus dem Atlantik über die Eingangspforte nicht allzuweit vordringen, und daß für viele Planktonten eine Linie, die wir uns etwa von Ostsizilien zur Adria gelegt denken können, eine Verbreitungsgrenze bildet, die vielleicht nur ab und zu überschritten wird. Nun bildet nach den Ergebnissen der dänischen Thor-Expedition das von Gibraltar der afrikanischen Küste entlang fließende Wasser im Mittelmeerbecken in der Hauptsache zwei Zirkelströme, einen im westlichen und einen im östlichen Mittelmeer (Fig. 6). Es gibt offenbar Planktonten, die normalerweise immer nur im Westbecken kreisen, und nur ein Bruchteil von ihnen wird regelmäßig oder nur gelegentlich ins Ostbecken gelangen. Das leider Allzuwenige (siehe später), was bisher über die planktonische Erforschung des östlichen Mittelmeeres nach dem Materiale der österreichischen Pola-Expedition bekannt geworden ist, läßt jedenfalls auf große Armut schließen. Nach freundlicher schriftlicher Mitteilung von Dr. Schmidt fand auch die mehrfach erwähnte dänische Thor-Expedition, daß das pelagische Leben im Mittelmeer von der Straße von Gibraltar nach Osten ständig ärmer wird. Es scheint, daß aus dem westlichen Mittelmeer in den einzelnen Jahren sehr unregelmäßig bald mehr, bald weniger artenreiches Plankton in das Ostbecken abfließt. Vielleicht herrschen ähnliche Unregelmäßigkeiten schon in der Straße von Gibraltar im Zusammenhang mit der wechselnden Ausbreitung warmer und kühler Ströme im Atlantischen Ozean. Eine durch mehrere Jahre fortgesetzte Untersuchung dieser Verhältnisse könnte uns wertvolle Aufschlüsse über die wechselnden Fischereiergebnisse im gesamten Mittelmeergebiet liefern. Ähnliche Untersuchungen sind ja in mustergültiger Weise und mit bestem Erfolge bereits von Helland-Hansen und Nansen im norwegischen Nordmeer durchgeführt worden (Fig. 7).

Was bisher über die Hydrobiologie des Mittelmeeres gesagt wurde, gilt vielfach auch für die Adria, unser spezielles Arbeitsgebiet (Fig. 8). Nur steht die Adria als „Mittelmeer zweiter Ordnung“ in hydrographischer wie in biologischer Hinsicht noch viel mehr unter dem

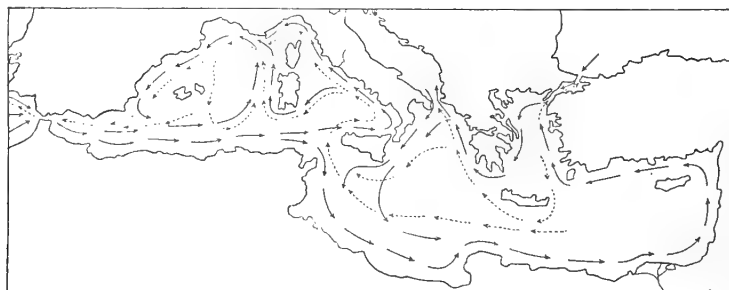


Fig. 6.

Strömungskarte des Mittelmeeres.
— Oberflächenströmungen,
--- Strömungen der Mittelschicht
(nach J. Schmidt, 1912).

gehaltsschwankungen des Oberflächenwassers ist viel größer als im freien, landfernen Wasser des Ozeans. Im allgemeinen nehmen im Mittelmeerbecken Salzgehalt und Temperatur von Westen nach Osten zu. Für den Planktologen wird sich aus diesen physikalischen Verhältnissen die folgende Frage ergeben: Wie weit dringen die einzelnen, durch die Straße von Gibraltar in das Mittelmeer eingeschwemmten Planktonten nach Osten

Einfluß des Terrestrials. Hier wie dort liegt der Schlüssel zur Lösung vieler biologischer Probleme an der Einfalls- pforte, hier der Straße von Otranto. Vergleichbar dem seichteren, kühleren und planktonreicheren westlichen und dem tieferen, wärmeren und planktonärmeren östlichen Mittelmeerbecken finden wir auch in der Adria zwei Bodensenkungen, das seichtere, kühlere, dabei planktonreichere nördliche oder Pomobecken und das

wärmere, tiefe südliche Becken, das bis zu 1132 m abfällt. Beide Becken sind durch den bis zu ca. 180 m ansteigenden Pelagosartücken voneinander getrennt. Dagegen ist in der Adria das seichtere Becken salzärmer und von der Meerenge am weitesten entfernt, und während im Mittelmeer das Thyrrenische Meer mit seinen hohen Temperaturen eine gewisse Sonderstellung einnimmt, würden in der Adria das Gebiet des Quarnero und Quarnerolo wegen ihrer tiefen Bodentemperatur und ihres geringen Salzgehaltes sowie auch wegen mehrfacher biologischer Eigentümlichkeiten eine besondere Darstellung erfordern.

Gerade die Kleinheit des Untersuchungsgebietes ließ hoffen, daß man in der Adria früher zu greifbaren Resultaten gelangen könne als anderswo, falls mit bestimmten Zielen an die Arbeit gegangen wird. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, über das von den beiden offiziellen Vertretern Italiens und Österreichs vereinbarte, biologische Programm Authentisches zu erfahren. So kann ich nur vermuten, daß man auch hier viel zu viel gewollt, als sich unter den gegebenen Umständen vorläufig durchführen ließ. Es scheint mir z. B. vorteilhafter, auf das zeitraubende Sammeln von Grundformen

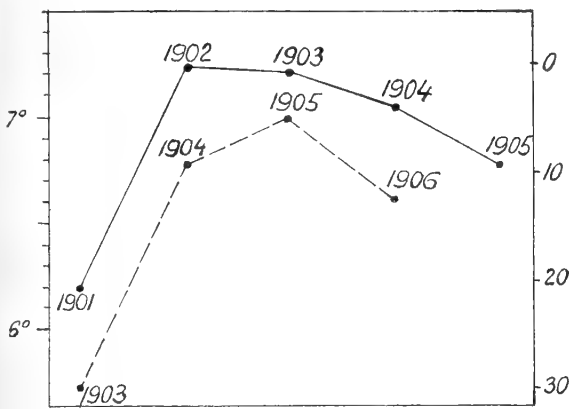


Fig. 7.

— — — Wassertemperatur und
- - - - - Durchschnittszahl gefangener kleiner Schellfische
im norwegischen Nordmeer
(nach B. Helland-Hansen und F. Nansen, 1909).

zunächst lieber ganz zu verzichten, als ohne erkennbaren Plan bald da bald dort zu dredgen und Inseln und Seegilien, weil sie gerade am Kurs liegen, allzu kurz bemessene biologische Höflichkeitsbesuche abzustatten. Nur für die — systematisch bereits gut durchforschte — Algenflora lassen sich auf diese Weise brauchbare Aufschlüsse erwarten.

Vorteilhafter erscheint es, auf von mehreren Staaten gleichzeitig veranstalteten Terminfahrten solche Fragen in Angriff zu nehmen, deren Lösung ohne vorherige internationale Vereinbarung kaum möglich ist; ich denke da z. B. an die bekannten Markierungsversuche mit Fischen, die uns über Wanderungen der Fische u. dgl. wertvolle Daten geben könnten.

Das Hauptgewicht scheint bei den adriatischen Terminfahrten jedenfalls auf die Planktonfischerei gelegt worden zu sein, die sich ja, wenn sie nicht handwerksmäßig betrieben wird, immer eng an die gleichzeitig an Bord ausgeführten hydrographischen Untersuchungen anschließen wird. Und wer sich an Bord mit derartigen Planktonuntersuchungen gewissenhaft beschäftigt, wird für andere Arbeiten kaum viel freie Zeit erübrigen, selbst wenn, wie es immer geschehen sollte, alle rein mechanischen Manipulationen dem Forscher abgenommen werden. Ein Biologe, der heute noch seine Tätigkeit an

Bord auf derartige Handlangerdienste beschränkt, ist der denkbar überflüssigste und kostspieligste Vergnü-



Fig. 8.
Tiefenkarte der Adria.

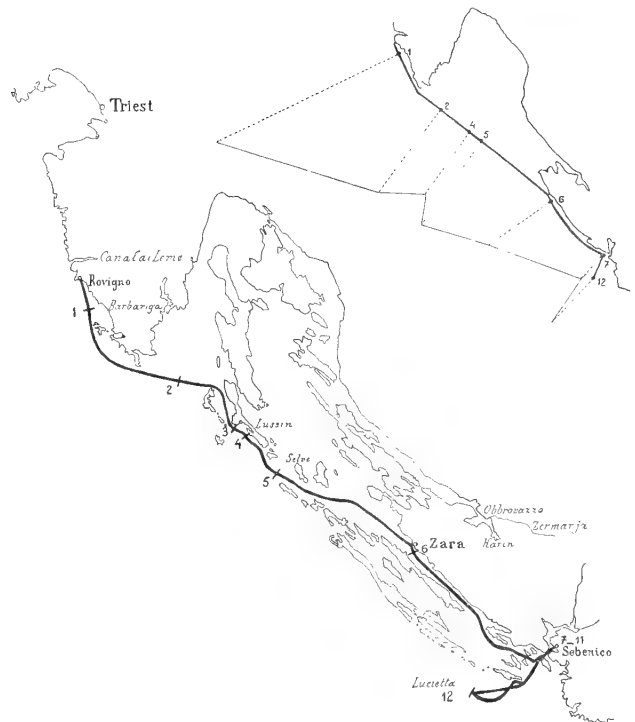


Fig. 9.

Reiseroute des „Rudolf Virchow“, rechts oben: Planktonrohvolume-Kurve.

gungsreisende. „Beobachten und Forschen ist seine Aufgabe, nicht Ausführung von Netzfängen oder Schlang-

fängen und Konservieren der Fänge“, sagt der ausgezeichnete deutsche Planktonforscher *Lohmann*.

Schon im Jahre 1905, gelegentlich einer Reise von Triest nach Ägypten, zeigten mir die mittels der Kühlwasserpumpe an Bord ausgeführten Fänge, daß der Planktongehalt der Adria nach dem Süden zu konstant abnimmt, ein Befund, der späterhin wiederholt bestätigt wurde, so auf den *Virchow*-Fahrten (Fig. 9). Diese lehrten u. a., daß in gleichem Maße die Artenzahl des Planktons nach dem Süden zunimmt. Erst die Terminfahrten auf S.M.S. *Najade* haben ergeben, daß ein dichtes Phytoplankton nahezu dauernd die adriatische Flachküste bewohnt. Um nun eine Übersicht über die Verteilung des Oberflächenplanktons der Adria zu ge-

schen Ernährung darstellt. Sie reicht in der Adria ungefähr bis zu 50 m Tiefe; in ihr lassen sich nach *Schußnig* eine obere Peridineenschicht und eine tiefere Diatomeenschicht unterscheiden.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Stark, J., Die Atomionen chemischer Elemente und ihre Kanalstrahlen-Spektren. Berlin, Julius Springer, 1913. 43 S. und 11 Fig. Preis M. 1,60.

Die vorliegende Broschüre enthält eine Zusammenstellung von Untersuchungen, die *Stark* und verschiedene

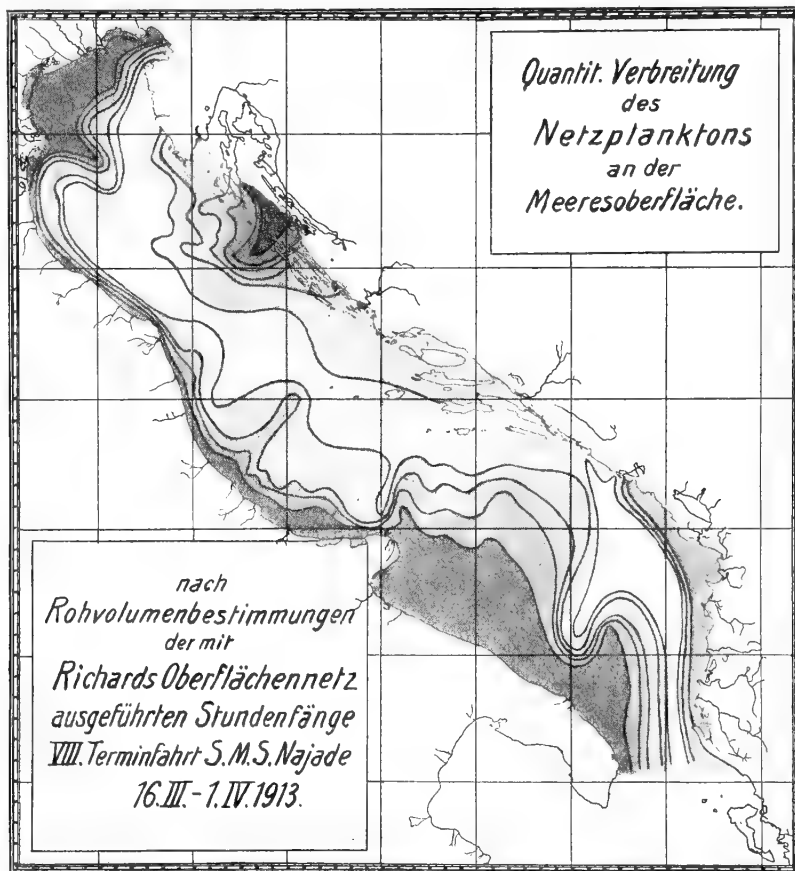


Fig. 10.

winnen, wurde im Frühjahr 1913 während des ganzen Verlaufs der Terminfahrt, Tag und Nacht, alle Stunden mit dem Oberflächennetz nach *Richard* Plankton gefischt und nach der Fahrt die Menge des in jedem Fange enthaltenen Planktons nach der sogenannten Rohvolumenmethode bestimmt. Die auf Grund dieser Beobachtungen entworfene Kartenskizze (Fig. 10) zeigt zunächst im salzreichsten und wärmsten Teil des östlichen Südbeckens ein ausgesprochenes Planktonminimum. Ein von der italienischen Küste von Brindisi nordwärts ziehender Strom treibt in dieses Hochseewasser einen Keil kühleren, salzärmeren und planktonreicheren Küstenwassers. Das planktonarme Hochseewasser streicht hierauf nordwärts. Ungemein planktonreiches Wasser schiebt sich aus den Gegenden des Quarnerolo und Quarnero gegen die Hochsee vor. Die oberste, hauptsächlich von pflanzlichem Plankton erfüllte Wasserschicht hat man treffend Nährschicht oder trophogene Region genannt, weil sie den Mutterboden der planktoni-

Mitarbeiter im Lauf der letzten Jahre über den sogenannten *Stark-Dopplereffekt* angestellt haben. Über diesen Effekt ist in den Naturwissenschaften bereits mehrfach berichtet worden, es sei auf den Artikel von Herrn *Buerwald* auf Seite 355 u. 384 und den des Referenten, S. 181, verwiesen. Er besteht, kurz wiederholt, darin, daß die Spektrallinien des von einem Kanalstrahlenbündel ausgesandten Lichtes nicht die normale Lage besitzen, sondern nach dem violetten oder roten Ende des Spektrums zu verschoben sind, je nachdem man die Kanalstrahlen in der Richtung auf den Spalt des Spektroskops zu laufen läßt oder von ihm weg. Die Erscheinung ist ähnlich wie bei der Verschiebung mancher Sternspektren und durch die schnelle Bewegung der Strahlungsquelle verursacht.

Die Entdeckung dieses Effektes durch *J. Stark* hat, ganz abgesehen von dem Interesse, das der Nachweis des *Dopplereffektes* an einer irdischen Lichtquelle an und für sich besitzt, eine Reihe wertvoller Ergebnisse für

unsere Anschauungen über die Struktur der Atome geliefert. Das Bild, das sich *Stark* auf Grund seiner langjährigen Versuche auf diesem Gebiet von den Atomen macht, ist kurz das folgende:

Ein Atom enthält positive und negative Elektrizität. Die negative Elektrizität ist in Form einer Reihe von Elektronen, die mehr oder minder fest an das Atom gebunden sind, verteilt. Die positive Elektrizität ist ebenfalls in einzelnen Quanten vorhanden, die aber im Gegensatz zu den Elektronen untrennbar an einzelne Teile des Atoms gebunden sind. Es kommen also positive unabtrennbare und negative abtrennbare elektrische Quanten sowohl im Innern als auch an der Oberfläche des Atoms vor. Das Ganze hat man sich nun nicht als ein kontinuierliches Gebilde vorzustellen. Das Atom besitzt vielmehr nach *Stark* eine weitmaschige Struktur, die allerdings außerordentlich fest zusammenhält. Wenn wir durch irgendeinen Eingriff ein Elektron entfernen, so bleibt ein positiv geladener Rest, ein sog. Atomion, und zwar ein einwertiges zurück. Nimmt man zwei oder mehrere Elektronen weg, so wird es zwei- oder mehrwertig. Die Zahl der abtrennbaren Elektronen ist gleich der chemischen Valenz. *Stark* nennt daher auch die abtrennbaren Elektronen Valenzelektronen. Die Kräfte, mit denen diese Elektronen am Atom festgehalten werden, stehen im engsten Zusammenhange mit den chemischen Eigenschaften der Elemente. Außer diesen abtrennbaren Valenzelektronen enthält das Atom noch andere Elektronen, die nicht abtrennbar sind durch die gleichen Mittel wie die Valenzelektronen. Sie stellen also, wie *Stark* für möglich hält, eine neue Art von Elektronen dar, insofern sie ganz anders im Atom gebunden sind und eine ganz andere Dynamik als die abtrennbaren Elektronen besitzen.

Die entwickelten Anschauungen führen *Stark* zu folgender Problemstellung: Man hat nachweisen können, daß es in der Tat möglich ist, in den Kanalstrahlen mehrwertige Atomionen zu erhalten. Unterscheiden sich nun die Eigenschaften eines solchen mehrwertigen Atomions von denjenigen eines einwertigen Atomions, abgesehen von der durch die Valenzänderung bedingten Verschiedenheit, mit andern Worten, ändert sich der Kern des Atoms bei Wegnahme eines Elektrons in bestimmter Weise und bei Wegnahme eines zweiten Elektrons abermals? Die einzigen Eigenschaften, die bisher der Untersuchung dieser Frage zugänglich waren, sind die optischen Eigenschaften. *Stark* wirft also die Frage auf: Sind die Spektre der einwertigen und mehrwertigen Ionen voneinander verschieden? Die sehr umfangreichen experimentellen Untersuchungen *Starks* und seiner Mitarbeiter haben nun erkennen lassen, daß solche Unterschiede in der Tat bestehen. Es ergibt sich z. B., daß das eine Spektrum des Argons, welches man als das rote bezeichnet, dem einwertigen Argon zugeschrieben werden muß, dagegen das blaue Argonspektrum dem zweiwertigen oder dreiwertigen Argon. Ähnliche Ergebnisse finden sich bei einer ganzen Reihe von anderen Elementen. Immer läßt sich ein Unterschied der Spektre der verschiedenen Wertigkeitsstufen erkennen.

Von den zahlreichen weiteren Ergebnissen der Experimente soll hier noch das eine hervorgehoben werden: Stoßen die schnellbewegten Kanalstrahlen auf andere Atome, so bringen sie diese zum Leuchten. Man sollte nun annehmen, daß gleichzeitig durch den Stoß ein gewisser Teil der Geschwindigkeit der Kanalstrahlenteilchen auf die gestoßenen Atome übertragen wird. Das Spektrum, das die getroffenen Atome aussenden, müßte daher ebenfalls einen *Dopplereffekt* aufweisen. Die Experimente zeigen, daß das im allgemeinen nicht der Fall ist. Lassen wir einen Wasserstoffkanalstrahl auf Sauerstoff stoßen, so zeigt sich das Spektrum des

Sauerstoffs, aber in seiner normalen Lage, keine Andeutung einer Dopplerverschiebung ist vorhanden. Daraus zieht *Stark* den Schluß, daß bei diesem Zusammenstoß das Sauerstoffmolekül von dem Wasserstoffion durchschlagen worden ist, und schließt daraus weiterhin auf die schon oben erwähnte weitmaschige Struktur der Atome. Dies Resultat ist nicht neu insofern, als die Beobachtungen an α -Strahlen und Kathodenstrahlen zu ähnlichen Folgerungen geführt haben und auch mit Hilfe elektromagnetischer Ablenkung ausgeführte Versuche an Kanalstrahlen das gleiche Resultat ergaben. Von Interesse ist aber, daß sich auch bei sehr viel langsameren Kanalstrahlen auf diesem Wege das Durchschlagen der Atome hat nachweisen lassen.

Diese kurzen Angaben über die wichtigsten experimentellen Resultate mögen genügen, um zu zeigen, welche wichtigen Probleme hier mit Erfolg in Angriff genommen sind. Die weiteren interessanten und anregenden Folgerungen und Anwendungen auf Probleme der Spektralanalyse, der chemischen Valenzlehre usw. können hier nicht alle mitgeteilt werden.

Die entwickelten Anschauungen über die Struktur der Atome machen keineswegs den Anspruch darauf, eine „Theorie“ der Atomstruktur zu sein. Von einer solchen verlangt man ja, daß sie sich in mathematischer Form darstellen läßt, um auf diese Weise eine viel strengere Kontrolle ihrer Ergebnisse zu ermöglichen. Die *Starkschen* Ansätze sind dazu noch zu unbestimmt gehalten. Sie geben nur den Kern einer solchen Theorie, der sich später möglicherweise zu einer genaueren Theorie verwerten läßt, wenn sich die Richtigkeit dieser Grundlage herausgestellt hat. Ihre Hauptbedeutung liegt in dem hohen heuristischen Wert und darin, daß sie viele der bisher bekannten Tatsachen in ein einheitliches Bild zusammenfaßt. Die experimentellen Ergebnisse behalten natürlich ihren Wert, ganz unabhängig davon, ob man ihre Deutung und die an sie anknüpfende Theorie aufrechterhalten kann oder nicht.

Die Darstellung des ganzen Materials ist klar und übersichtlich und hat unter anderm auch den Vorzug, keinerlei Ansprüche an die mathematische Ausbildung des Lesers zu stellen. Die grundlegenden Anschauungen sind einfache und daher die Ergebnisse ableitbar, ohne Rechnungen zu Hilfe nehmen zu müssen. Die Schrift ist jedem zu empfehlen, der sich für dies wichtige Gebiet interessiert. Da es sich dabei um die Grundlagen der Chemie handelt, ist ihr ganz besonders in den Kreisen der Chemiker Verbreitung zu wünschen.

H. v. Dechend, Freiburg i. B.

Böttger, Wilhelm, Qualitative Analyse vom Standpunkte der Ionenlehre. Dritte Auflage. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1913. XVII, 565 S., 26 Figuren, eine Spektraltafel und besondere Tabellen zum Gebrauche im Laboratorium. Preis geh. M. 11,20, geb. M. 12,50.

In *Wilhelm Ostwalds* kleiner Schrift „Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie“ (1894) wurde zum ersten Male systematisch gezeigt, welche Vereinfachung und Vertiefung in der Auffassung analytisch benutzter Reaktionen durch *Arrhenius'* Lösungstheorie und die Gleichgewichtslehre herbeigeführt wird. Das Werk übte einen weitreichenden Einfluß aus, der sich bald darin zeigte, daß seit jener Zeit nur wenige analytische Lehrbücher auf die Anwendung der Ionenlehre Verzicht leisteten. Zuerst freilich wurde die neuere Betrachtungsweise — wenn man von einigen ganz radikalen Leitfäden für das erste chemische Praktikum absieht — nur anhangsweise oder zur Ergänzung herangezogen, und dies Vorgehen erschien besonders bei der Neubearbeitung bestehender umfangreicher Werke durchaus

verständlich. — Deswegen war es eine wissenschaftliche Tat, als W. Böttger 1902 zum ersten Male die qualitative Analyse einheitlich vom Standpunkte der Ionenlehre für das Universitätspraktikum behandelte. Der Erfolg ist nicht ausgeblieben: Böttgers Werk erschien 1908 in sehr erweiterter und völlig umgearbeiteter Form in zweiter Auflage; es ist ins Italienische, Englische und Russische übersetzt und liegt jetzt als ein umfangreicher Band in dritter Auflage vor.

Wenngleich diese Schrift ursprünglich dazu bestimmt war, den Studierenden die erste Kenntnis der qualitativen Analyse zu vermitteln, so geht sie jetzt doch weit über diesen Rahmen hinaus und kann mit Recht als ein Lehrbuch dieser Disziplin, nicht nur dem Umfang des mitgeteilten Stoffes, sondern auch der Anlage nach, betrachtet werden.

Die Definitionen, Gesetze und Theorien, die die analytisch benutzten Erscheinungen beherrschen, im wesentlichen also Dissociations- und Gleichgewichtslehre, bilden die Einführung (Seite 1 bis 123); die klaren Darlegungen werden durch zahlreiche Versuche belebt, die das Verständnis wesentlich erleichtern. Der zweite Abschnitt (Seite 124 bis 164) umfaßt die praktischen Anweisungen; hier werden alle Apparate, Handgriffe und die allgemeinen Methoden, die für die qualitative Analyse in Betracht kommen, beschrieben. — Es folgen nun als dritter Abschnitt (Seite 165 bis 348) die charakteristischen Reaktionen der wichtigsten Kationen und Anionen in der üblichen Einteilung nach analytisch zusammengehörigen Gruppen; hierbei werden auch überall die mikrochemischen Reaktionen herangezogen, vor deren Überschätzung berechtigterweise der Verfasser warnt.

Der systematische Gang der qualitativen Analyse beliebiger, zusammengesetzter anorganischer Substanzen ist im vierten Abschnitt (Seite 352 bis 500) geschildert, wo auch ausführlich die Vorprüfungen auf trockenem Wege sowie die vorbereitenden Operationen (Auflösen und Aufschließen) zur Sprache kommen.

Ein fünfter Abschnitt (S. 505 bis 537) enthält endlich die Reaktionen der weniger häufig vorkommenden Elemente sowie die Verfahren zu ihrer Trennung. Einige Tabellen über die Löslichkeit von Salzen und die Empfindlichkeit von Reaktionen bilden den Schluß.

Die einheitliche Behandlung des gesamten Stoffes vom Standpunkte der Dissociations- und Gleichgewichtslehre und die dadurch bedingte Unterordnung aller Einzelheiten unter allgemeine Gesichtspunkte bildet das wesentliche Merkmal dieses Werkes und zugleich seinen größten Vorzug. Mag auch der Chemiker in der Fabrik oder im Handelslaboratorium die Analyse als Handwerk betreiben; bei ihrer Erlernung auf der Hochschule soll sie wesentlich als Mittel zur Vertiefung der allgemeinen chemischen Bildung dienen, und das kann sie nur, wenn überall der Zusammenhang der Einzelerscheinung mit den beherrschenden Gesetzen klargelegt wird.

Über diesen pädagogisch und wissenschaftlich wichtigen Gesichtspunkt hat Böttger nun keineswegs die sorgfältige Behandlung der Einzelheiten vernachlässigt; er verzichtet freilich im allgemeinen darauf, wie es dem Zweck des Werkes auch durchaus entspricht, nach Art eines Handbuches verschiedenartige Methoden nebeneinander anzuführen, aber die mitgeteilten Verfahren sind mit großer Sorgfalt nach allen Richtungen hin durchgearbeitet und erwogen. Wie aus zahlreichen Bemerkungen hervorgeht, hat Herr Böttger mehrere seiner Schüler veranlaßt, Grenzen der Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit der einzelnen Methoden in besonderen Fällen zu prüfen, und hat die Ergebnisse hier verwertet; es ist somit anzunehmen, daß der vorgeschlagene Analysengang auch bei ungewöhnlichen Konstellationen kaum versagen wird.

Nur bei den selteneren Elementen (z. B. Vanadium, Wolfram, Thorium) sind mir einige Punkte aufgefallen, wo noch Ergänzungen erforderlich erscheinen. Diese Elemente sind ja inzwischen zum großen Teil in die Technik derart eingedrungen (z. B. Tantal, Wolfram und Thorium in die Beleuchtungsindustrie, Wolfram, Molybdän, Vanadium und Titan in die Stahlfabrikation), daß ihre genauere Kenntnis keinem Chemiker erspart bleiben kann.

Trotzdem dieses Werk direkt für den Unterricht der Studierenden geschrieben ist, kann es doch nicht wohl ohne weiteres als „Lehrgang“ für das Laboratorium benutzt werden, es bleibt vielmehr dem Ermessen des Lehrers überlassen, wie er den ersten allgemeinen theoretischen Teil mit dem speziellen Teil in Zusammenhang bringen will, wobei übrigens zahlreiche Hinweise ihn unterstützen.

Die Ansprüche, die dies Buch an die Intelligenz und den guten Willen des Schülers stellt, sind nicht gering, jedenfalls viel höher als bei den üblichen „Einführungen“ in die qualitative Analyse; daß es aber möglich ist, diese Ansprüche durchzusetzen, zeigt außer den Erfahrungen des Verfassers auch die rasche Folge der Auflagen.

J. Koppcl, Berlin.

Hoppe, Johannes, Analytische Chemie I. Qualitative Analyse. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Berlin und Leipzig, G. J. Göschen, 1913. 147 S. und 7 Tabellen. Preis M. 0,90.

Abweichend von dem sonst üblichen Verfahren behandelt Hoppe in diesem Heft unter dem Titel „Qualitative Analyse“ den eigentlichen Analysengang, unter Ausschluß der „Reaktionen der einzelnen Ionen“ sowie unter Verzicht auf die theoretischen Grundlagen der Analyse (Ionen- und Gleichgewichtslehre), die in einem besonderen Bändchen besprochen werden sollen. — Daß der Verfasser — er ist Leiter des chemischen Laboratoriums von Dr. Bender und Dr. Hobein (München) — tüchtige Erfahrungen im Unterricht hat, lassen die einleitenden „praktischen Winke“ erkennen, die die Beschreibung der wichtigen Handgriffe enthalten und auf die üblichen Anfängerfehler hinweisen. Recht eingehend sind erfreulicherweise die „Vorprüfungen“ behandelt, worunter im erweiterten Sinne außer den Trockenreaktionen alle die vorbereitenden Operationen verstanden werden, mit denen der erfahrene Analytiker sich die systematische Analyse erleichtern und vervollständigen kann. — Der Gang der Analyse folgt in der Hauptsache den klassischen Methoden, von denen meist mehrere zur Auswahl gestellt werden; es sind aber auch manche der neueren Abänderungsvorschläge berücksichtigt, und nach Möglichkeit wird darauf hingewiesen, welches von den beschriebenen Verfahren unter besonderen Umständen vorzuziehen ist.

Im Verhältnis zu dem geringen Umfange des Werkes bietet der Verfasser ein sehr reiches Material in übersichtlicher Form und es ist anzunehmen, daß dieser Göschenband neben den umfangreicheren Lehrbüchern vielfach zur Orientierung bei qualitativen Analysen herangezogen werden wird.

J. Koppcl, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Neue Untersuchungen über die Sonne. In den Annalen der Jesuiten-Sternwarte Zô-sé in China beschreibt S. Chevalier, S. J. im III. Bande seine photographischen Aufnahmen der Sonnenphotosphäre. In erster Linie beschäftigt er sich mit der von dem französischen Astronomen Janssen bei seinen Sonnenphotographien als „photosphärisches Netz“ bezeichneten Erscheinung, die

nach *Jahssen* reell und durch starke Bewegungen innerhalb der leuchtenden Sonnenhülle verursacht sein soll. Das Kennzeichen für dieses photosphärische Netz liegt darin, daß die Granulationen auf der photographisch wiedergegebenen Sonnenoberfläche teils scharf begrenzt, teils verwaschen erscheinen. Schon *Vogel* erklärte dieses Phänomen durch Einwirkungen der Luftunruhe bei der Abbildung verschiedener Teile der Sonnenoberfläche und *Chevalier* glaubt auf Grund der von ihm selbst aufgenommenen ausgezeichneten Sonnenphotographien, daß man es bei dem sogenannten „photosphärischen Netz“ der Sonne lediglich mit Wirkungen einer ungleichmäßigen Brechung im Innern des Fernrohrs zu tun hat.

Institut für theoretisch-astronomische Forschungen. Auf der letzten, im August d. J. zu Hamburg abgehaltenen Versammlung der Astronomischen Gesellschaft wurde u. a. der Plan eines neuen Instituts für theoretisch-astronomische Forschung von einer besonderen Kommission vorgelegt, über den an dieser Stelle im Anschluß an das neueste Heft der *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft* einiges mitgeteilt sei.

In den letzten Jahren sind Millionen für prächtige Sternwarten und große Fernrohre gestiftet worden und mit großem Erfolge. Niemals, seit *Galilei* zum ersten Male das Fernrohr auf den Himmel anwandte, drang die astronomische Messung so kühn in die Unendlichkeit wie jetzt, wo hohe Probleme der Entwicklung unendlich weit entfernter Fixsternwelten von der astronomischen Forschung in Angriff genommen sind. Bei dieser glänzenden Entwicklung der Astronomie und Astrophysik ist die *theoretische Astronomie* etwas vergessen worden, obwohl auch gerade diesem Gebiet für die tiefere Erkenntnis des Weltalls die allergrößte Bedeutung inne wohnt. Wie kann nun ein schnellerer Fortschritt in der Entwicklung der theoretischen Astronomie, dieses Stiefkindes der modernen Himmelskunde, erzielt werden? Überlegen wir uns zunächst, wie die Durchführung eines theoretisch-astronomischen Problems, z. B. Bewegung des Mondes, der Planeten und Kometen vor sich geht. Es sind dabei drei verschiedene Stufen zu unterscheiden. In der ersten wird die mathematische Behandlung des ganzen Problems von dem Theoretiker durchgeführt, wobei es für die Astronomie besonders wichtig ist, daß die Ergebnisse der Theorie sich mit den Messungsergebnissen decken. Dazu müssen in der zweiten Stufe der theoretischen Behandlung eines Problems die maßgebenden Gleichungen numerisch anwendbar gemacht werden. Während die erste Stufe der mathematischen Durchdenkung eine hohe Originalität verlangt, lassen sich die Arbeiten der zweiten Stufe auch von solchen ausführen, die nur auf elementaren Gebieten der Mathematik bewandert sind. Trotzdem können die Entwicklungen komplizierterer Gleichungen durch einen Gelehrten, wie z. B. bei der Mondbewegung, sogar die Arbeit eines Menschenlebens ausmachen. Nun kommt für den Astronomen die dritte Stufe seiner theoretischen Untersuchung, die es mit der rechnerischen Anwendung auf wirkliche, im Weltall gegebene Fälle zu tun hat. Auch diese Stufe setzt an geistiger Originalität viel weniger als die erste und immer noch etwas weniger als die zweite voraus, erfordert aber in vielen Fällen die meiste Zeit. Schon aus der eben erörterten Dreiteilung der theoretischen Behandlung von astronomischen Problemen geht die Notwendigkeit rationaler Arbeitsteilung hervor, wie sie in dem neu geplanten Institut für theoretisch-astronomische Forschung vorgeschlagen wird. An demselben sollen außer einigen hervorragenden theoretischen Astronomen zahlreiche Assistenten und Rechner arbeiten; als jährlicher Etat wäre die Summe von 200 000 M. notwendig für 8 Astronomen und etwa 40 Rechner. Die Astronomische Gesellschaft will durch

ihren Vorstand diesen Plan zur Errichtung eines internationalen Instituts für theoretische Astronomie fördern helfen, und es steht zu wünschen, daß dieser wichtige Plan gelingt.

Über Raum, Zeit und absolute Bewegung hat der hervorragende Astronom Prof. *Seeliger* (München) auf der letzten Versammlung der Astronomischen Gesellschaft in Hamburg einen bemerkenswerten Vortrag gehalten, der jetzt im Druck vorliegt und auf den im folgenden etwas näher eingegangen sei. Über den Begriff „Raum“ sind ganze Bibliotheken geschrieben worden und doch gestalten sich durch gewisse Überlegungen viele Fragen, die mit dem Raumbegriff zusammenhängen, überraschend einfach. Alle Objekte der Welt sind neben-, hinter- und übereinander gruppiert, und diese Anordnung nach drei Dimensionen tritt unter allen Umständen ein. Das ist die sicherste und unumstößlichste Tatsache und deshalb ist ein mehr als dreidimensionaler Raum überhaupt nicht denkbar. *Seeliger* definiert den Raum als die Möglichkeit der räumlichen Anordnung, die unter allen Umständen besteht. Die feinste Ausnutzung dieser Möglichkeit geschieht durch geometrische Gebilde, aber die Geometrie ist nicht die Wissenschaft vom Raume, sondern von den Raumgebilden. Je nach der Definition dieser Raumgebilde gibt es eine euklidische (ältere) oder nicht-euklidische (neuere) Geometrie. Man erreicht eine vollständige Definition der euklidischen Geometrie, wenn man zu den Eigenschaften der geraden Linie im Endlichen diejenigen im Unendlichen als Axiom der Parallelen oder durch Einführung allgemeiner projektiver Betrachtungen hinzufügt. In der nicht-euklidischen Geometrie werden die Raumgebilde durch andere Festsetzungen definiert, indem man z. B. die Äquidistante der geraden Linie nicht mehr als Gerade betrachtet (Nicht-Parallelität im Unendlichen). Die Gebilde der euklidischen Geometrie sind aber viel einfacher, und wenn jemand etwa die nicht-euklidischen Gebilde zur Darstellung astronomischer Vorgänge benutzen wollte, so müßte er alle physikalischen Vorgänge von Grund auf neu bearbeiten, weil sämtliche physikalisch-mechanischen Gesetze auf dem Prinzip der geraden Linie beruhen. Durch Messungen kann man niemals entscheiden, welche Geometrie die wahre ist oder etwa in was für einem Raume wir leben. Die Frage der Raumausbildung ist eine psychologische Frage. Wie der Raum die Möglichkeit des Nebeneinander ist, so bedeutet die Zeit die Möglichkeit des Nacheinander. Die Zeit ist unter allen Umständen an die Veränderung irgendwelcher Eigenschaften der Dinge geknüpft, und, wenn diese fehlt, wird der Zeitbegriff sinnlos. Die Zeit ist nicht an die Außenwelt gebunden und noch viel weniger an räumliche Anordnungen; zeitliche und räumliche Beziehungen sind daher zweierlei. Endlich führt *Seeliger* noch aus, wie man die Grundlagen der Mechanik noch aufbauen kann, ohne den mysteriösen und sinnlosen „absoluten Raum“ in Anspruch zu nehmen. Erst in den letzten Jahrzehnten ist hierüber Klarheit geschaffen worden. Die unserer heutigen Mechanik zugrunde liegenden Vorstellungen betrachten die Bewegungen unter dem Einflusse von beschleunigenden Kräften. Hierfür muß ein Bezugssystem gewählt und festgelegt werden, das der jetzt gültigen Newtonschen Mechanik zugrunde gelegt werden kann. Dasselbe wird als „Inertialsystem“ bezeichnet und muß erstens, ohne den absoluten Raum zu gebrauchen, durch eine Idealkonstruktion festgelegt werden und zweitens besonders für die Aufgaben der Astronomie praktisch brauchbar sein. Die zweite praktische Forderung kann jetzt leicht im Anschluß an die Newtonschen Deduktionen erfüllt werden, nachdem die säkularen Störungen der großen Planeten genau berechnet vorliegen. Dann

sind die gegenseitigen Durchschnitte der Planetenbahnebenen und ihre Perihel-(Sonnennähe-)Richtungen auch als Inertialrichtungen aufzufassen unter Vernachlässigung der als unmerklich angenommenen Sternanziehung. Praktisch ist das richtig, denn man weiß jetzt, daß ein System um das andere sich im Laufe eines Jahrhunderts höchstens um wenige Bogensekunden dreht. Die zweite Forderung der Idealkonstruktion eines Inertialsystems ist jetzt von *Seeliger* in Erweiterung der Untersuchungen von *Lange* und *Neumann* durchgeführt worden. Früher orientierte man wie *Mach* dieses Inertialsystem nach dem Fixsternhimmel, aber dies ist wegen der zum Teil starken Eigenbewegung der Sterne unhaltbar. *Seeliger* führt den fiktiven Begriff des „isolierten Massenpunktes“ ein, der von allen anderen Massenpunkten als unbegrenzt entfernt anzunehmen ist. Das Inertialsystem wird sodann vollständig bestimmt durch drei beliebige isolierte Punkte, die nicht in einer Geraden liegen. Diese kurzen Betrachtungen mögen genügen, um die interessanten Ausblicke in den Darlegungen *Seeligers* zu kennzeichnen.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Zum Nachweis von Eiweißkörpern werden seit langem eine Anzahl von charakteristischen Färbungen benutzt, die diese wichtigen Substanzen mit gewissen Reagentien geben. Ursprünglich auf rein empirischem Wege entdeckt, wurden diese Reaktionen später vielfach systematisch in der Richtung bearbeitet, daß man festzustellen suchte, welchem der einzelnen Eiweißbausteine das Auftreten der einen oder der anderen zuzuschreiben ist. Dadurch sind sie zu erhöhter Wertschätzung gelangt, insofern als man mit ihnen nicht nur die Anwesenheit von Eiweiß nachzuweisen imstande ist, sondern auch z. T. die Veränderungen verfolgen kann, die Eiweißsubstanzen bei natürlichem oder künstlichem Abbau erleiden. In dieser Richtung kann eine neue derartige Reaktion bedeutungsvoll werden, wenn auch für den Nachweis von Eiweißsubstanzen an sich es kaum noch neuer Reaktionen bedarf. Nach diesem Maßstabe wird man also den Wert neuer derartiger Befunde einzuschätzen haben. Einen solchen Befund veröffentlicht *L. Lewin* (*Ber. d. D. Chem. Ges.* 1913, Bd. 46, S. 1796). Das Reagens, das ihm die Reaktion gab, ist eine Lösung von Triformoxim, dem Trioxim des Paraformaldehyds, in roher Schwefelsäure. Es liefert bei Berührung oder Schütteln mit gelösten Eiweißsubstanzen bis zu etwa 0,05 % und selbst 0,02 % herab eine rein violette Färbung, die sich lange und unverändert hält. Dabei soll ein Unterschied in der Empfindlichkeit bei verschiedenen Eiweißstoffen nicht merkbar sein. Die Reaktion tritt nicht auf mit Leim. Ähnlich wie das Oxim wirkt auch Paraformaldehyd selbst, in Schwefelsäure gelöst, doch soll unter sonst gleichen Umständen die Färbung im letzten Falle weniger rein und weniger haltbar sein. *Lewin* hat auch festzustellen gesucht, welche von den in der rohen Schwefelsäure vorhandenen Verunreinigungen den positiven Ausfall der Reaktion bedingen. Merkwürdigerweise tritt nämlich, wenn man eine Lösung des Triformoxims in reiner konzentrierter Schwefelsäure anwendet, nur eine gelbliche bis bräunliche Färbung ein und nach einiger Zeit leichte grünliche Fluoreszenz. *Lewin* gibt an, daß Freisein der reinen Schwefelsäure von Selen oder Arsen den Nichteintritt der Reaktion bedinge. Er teilt aber dann mit, daß die Violettfärbung auch erfolge, wenn das Reagens mit reiner Schwefel-

säure unter Zusatz einer Spur seleniger Säure hergestellt würde, und nicht ganz so rein, aber deutlich, nach Zusatz von sehr wenig arseniger Säure. Demnach würde jedes dieser Reagentien für sich genügen, um den Effekt hervorzubringen, und man könnte geneigt sein, ihren Einfluß auf eine Reduktionswirkung zurückzuführen.

Was nun die ursächliche Bedeutung einzelner Eiweißbausteine anlangt, so hat *Lewin* festgestellt, daß Pyrrol nicht reagiert, Tyrosin mit dem Paraformaldehyd-, nicht aber mit dem Triformoximreagens, und vorwiegend bei Anwendung von reiner konzentrierter Schwefelsäure als Lösungsmittel eine Grünfärbung liefert, Indol hingegen mit beiden Reagentien und sowohl bei Anwendung von reiner als auch von unreiner Schwefelsäure ebenfalls eine Violettfärbung. Nach diesen Feststellungen scheint die Reaktion von dem Indolabkömmling Tryptophan ausgelöst zu werden und sie gleicht hierin, wie auch in der Färbung selbst, der bekannten Reaktion von *Adamkiewicz*. Diese wird hervorgerufen durch starke Säuren bei Anwesenheit von geringen Mengen Glyoxylsäure, und es ist durchaus nicht unwahrscheinlich, daß die von *Lewin* benutzten Reagentien Spuren dieser Säure enthalten oder bei Gegenwart von konzentrierter Schwefelsäure, eventuell in Gegenwart der obengenannten Verunreinigungen, zu bilden vermögen.

Es ist deshalb sehr bedauerlich, daß *Lewin* nicht beide Reaktionen direkt verglichen hat. Es findet sich zwar in seiner Abhandlung eine Angabe, die eine Identität auszuschließen scheint. Er fand nämlich, daß die violette Lösung „in genügender Konzentration“ spektroskopisch einen ziemlich gut begrenzten Absorptionsstreifen bei $\lambda = 536 \mu\mu$ erkennen läßt. Für die violette Lösung, die bei der *Adamkiewicz*-Reaktion entsteht, ist hingegen ein Absorptionsstreifen zwischen b und F angegeben, also bei einer etwas geringeren Wellenlänge. Indessen geht aus der Abhandlung von *Lewin* weiterhin hervor, daß der angegebene Absorptionsstreifen mit der violetten Färbung nichts zu tun hat. Er findet sich nämlich auch bei der nichtvioletten Lösung, die Eiweißsubstanzen mit Triformoxim in reiner Schwefelsäure geben. Die Konzentration, bei der *Lewin* seinen Absorptionsstreifen beobachtet hat, dürfte vielleicht verschieden sein von der „passenden Verdünnung“, die nach *Thierfelder* den charakteristischen Absorptionsstreifen der *Adamkiewicz*-Reaktion hervortreten läßt. Es ist wohl zu hoffen, daß *Lewin* die von ihm entdeckte Reaktion noch eingehender untersuchen wird, und dann erst wird sich herausstellen, ob ihr eine selbständige Bedeutung für die Eiweißchemie zukommt.

L. Spiegel.

Im Sommer 1912, von dem letzten Drittel des Juni bis zum Spätherbst, wurde auf der nördlichen Erdhälfte eine ungewöhnliche Trübung der Atmosphäre beobachtet, die sich in einem blaßblauen Aussehen des Himmels und in einer Rotfärbung der Sonne bei niedrigem Stande bemerkbar machte. Nach *C. Hellmann* soll diese Erscheinung durch mehrere gewaltige Ausbrüche des Vulkans Katmai auf Alaska vom 6. bis 8. Juni 1912 verursacht worden sein. Diese hatten in den drei Tagen auf der vom Vulkan um 130 km entfernten radiotelegraphischen Station der Insel Kodiak einen Aschenfall von 45 cm zur Folge und haben vermutlich durch das Emporschleudern der feinen Vulkanasche in hohe Luftschichten die Trübung veranlaßt. Die ungünstige Witterung des Sommers 1912 soll nach *Hellmann* aber nicht auf diese Ursache zurückzuführen sein. (*Meteor. Z.* 30, 34, 1913.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 48.

28. November 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Theorie der Narkose. Von *Dr. W. Thörner, Bonn.*
S. 1161.

Die Besiedelung der Talsperren. Von *Dr. August Thienemann, Münster i. W.* S. 1163.

Über die bei der Blütenbildung wirkenden, mechanischen Faktoren. Von *Prof. Dr. Günthart, Leipzig.* (Schluß.) S. 1167.

Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung. Von *Prof. Dr. Adolf Steuer, Innsbruck.* (Schluß.) S. 1169.

Die Physik auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. Von *Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.* S. 1175.

Die Chemie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. Von *Prof. Dr. Robert Kremann, Graz.* S. 1179.

Zuschriften an die Herausgeber:

Beobachtung der Zerlegung von Spektrallinien durch ein elektrisches Feld. Von *Prof. Dr. J. Stark, Aachen.* S. 1182.

Die Geschichte der Chemie von Ekecrantz. Von *R. Winderlich, Oldenburg i. Gr.* S. 1182.

Besprechungen. S. 1183.

Astronomische Mitteilungen. S. 1186.

Botanische Mitteilungen. S. 1187.

Kleine Mitteilungen. S. 1188.

Wilhelm Engelmann, Verlagsbuchhandlung in Leipzig und Berlin

Die antike Tierwelt.

Von Professor OTTO KELLER.

Erster Band: Säugtiere. Mit 145 Abbildungen im Text und 3 Lichtdrucktafeln. 27 Bogen. 8°. Geheftet M. 10.—; in Leinen gebunden M. 11.50.
Zweiter Band: Vögel, Reptilien, Fische, Insekten, Spinnen-



Abbildung aus Keller, Die antike Tierwelt.

tiere, Tausendfüßler, Krebstiere, Würmer, Weichtiere, Stachelhäuter, Schlauchtiere. Mit 161 Abbildungen im Text und 2 Lichtdrucktafeln. 39 Bogen. 8°. Geheftet M. 17.—; in Leinen geb. M. 18.50.

Mineralien-Sammlungen

Ein Hand- und Hilfsbuch für Anlage und Instandhaltung mineralogischer Sammlungen

Von

Dr. Wolfgang Brendler

I. Teil

Mit 314 Figuren im Text. VIII und 220 S. gr. 8°. In Leinen gebunden M. 7.—

II. Teil

VIII u. 700 S. gr. 8°. In Leinen gebunden M. 20.—

Ausführliche Prospekte über beide Werke stehen auf Wunsch unentgeltlich zur Verfügung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

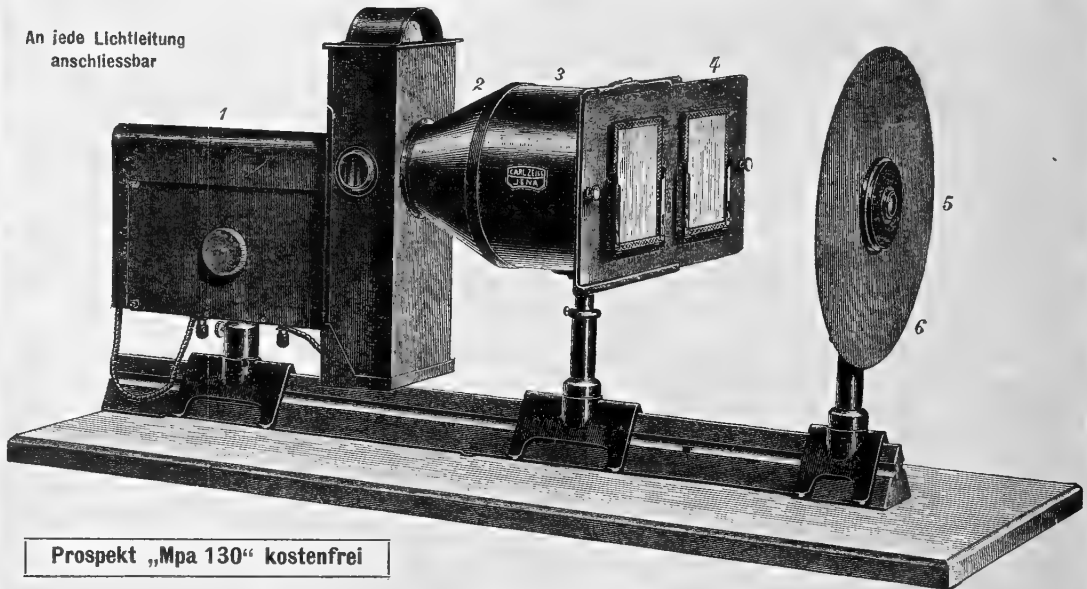
Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT
FÜR DIAPOSITIVE
Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



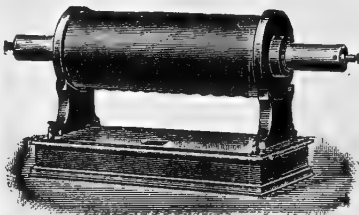
Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Induktoren mit Präzisions-Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr. Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle. Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite IV — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite IV — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite IV — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Theorie der Narkose.

Von Dr. W. Thörner, Bonn.

Als im Jahre 1846 durch den Chemiker *Jackson* und den Zahnarzt *Morton* der Äther als Betäubungsmittel in die praktische Medizin eingeführt worden war, begannen auch bald von biologischer Seite die Versuche, eine Vorstellung von der Art der Wirkungen narkotischer Mittel im Organismus zu gewinnen. Zunächst zog man die Löslichkeitsbeziehungen zwischen Narkoticiis und gewissen Stoffen des Organismus in Betracht. Und schon im Jahre 1847 stellten *Bibra* und *Harless* auf Grund der Tatsache, daß sich Fette leicht in gewissen Narkoticiis, wie z. B. Äther oder Chloroform lösen, die Theorie auf, daß diese Stoffe narkotisch wirkten durch Extraktion von Fetten aus den Zellen des Zentralnervensystems. Später beobachtete *Hermann* 1866, daß gewisse Narkotika die roten Blutkörperchen auflösen, und vermutete, daß dabei die Lecithinkörper, Cholesterin und Fette, den Angriffspunkt für die fettlösenden Anästhetika abgeben. Im Einklang mit dieser Ansicht stehen die Untersuchungen von *Pohl* 1891, welcher das Chloroform im Blute vorwiegend an die fettähnlichen Stoffe, Lecithin und Cholesterin, in den Blutkörperchen gebunden fand. Neuerdings konnte *Reicher* 1908 nachweisen, daß nach langdauernder tiefer Narkose der Fettgehalt des Blutes erhöht war, ein Befund, der sich im Sinne der obigen Theorie verwerten ließe. Andererseits machte *Dubois* 1884 eine Beobachtung, die auf eine andere Löslichkeitsbeziehung der Narkotika hinweist. Er sah, daß unter dem Einfluß von Alkohol-, Äther-, Benzin-, Schwefelkohlenstoff- oder Chloroformdämpfen an den Organen gefäßarmer Pflanzen Wasser in Form von feinen Tröpfchen ausgeschieden wurde und deutete den Vorgang so, daß das Narkotikum das Wasser aus dem Zellprotoplasma verdrängt und sich an seine Stelle setzt. Infolge der Wasserverarmung tritt dabei Funktionsuntüchtigkeit ein. Tatsächlich sind die meisten Narkotika schlecht löslich in Wasser und *Richet* 1893 glaubte den Satz aufstellen zu können, daß ein Stoff um so stärker narkotisierend wirke, je weniger er in Wasser löslich sei. Die Löslichkeitsbeziehungen der Narkotika zu Fett einerseits und zu Wasser andererseits haben dann *E. Overton* 1899 und 1901 und *H. Meyer* 1899 unabhängig voneinander zum ersten Male zusammengefaßt und klar erkannt, daß die Intensität der narkotischen Wirkung eines Stoffes abhängig ist von dem Verhältnis seiner Fettlöslichkeit zu seiner Wasserlöslichkeit, daß sie mit diesem Teilungsquotienten steigt und sinkt. Sie konnten die Gesetzmäßigkeit, daß ein Narkotikum um so stärker betäubend wirkt, je mehr es in Fetten oder Lipoiden, d. h. fettähnlichen Körpern, und je weniger es in Wasser löslich ist, an einer langen Reihe narkotischer Stoffe nachweisen. Diese

interessanten Befunde von *Overton* und *Meyer* lassen uns einen wichtigen Faktor für das Zustandekommen der Narkose erkennen, indem sie uns einen Weg andeuten, auf dem das Narkotikum in die Zellen eindringt und an die Stellen seiner Wirksamkeit gelangt. Über das Wesen der Narkose ist jedoch damit noch nichts gesagt.

Von einem anderen Gesichtspunkte aus versuchte der berühmte französische Physiologe *Claude Bernard* 1875 den Mechanismus der Narkose verständlich zu machen. Auf Grund der Beobachtung, daß Muskeln unter dem Einfluß von Chloroformdämpfen in einen Zustand von Starre verfallen, ähnlich dem der Wärmestarre, den man als Gerinnungsvorgang aufzufassen gelernt hatte, vermutete er, daß es sich auch bei der Narkose um eine Semikoagulation, d. h. reversible Gerinnung, in den Zellen des Zentralnervensystems handle. Inwieweit diese Anschauung für eine Theorie der Narkose in Betracht kommt, werden wir noch erfahren. Tatsächlich konnte *Binz* 1891 unter dem Mikroskop eine körnige Trübung des Zellprotoplasmas im Gefolge der Narkose nachweisen. Allerdings war diese Erscheinung nicht reversibel. — Überblicken wir die beschriebenen Untersuchungen und Anschauungen über die Wirkung narkotischer Stoffe, so erkennen wir, daß für das Verständnis des Mechanismus der Narkose zwar überall etwas, Faktoren von untergeordneter Bedeutung, im ganzen jedoch wenig gewonnen ist. Erst in jüngster Zeit sind nun aber eine Reihe von interessanten Untersuchungen gemacht, deren Resultate uns hinsichtlich einer exakteren Theorie der Narkose einen großen Schritt vorwärts gebracht haben.

Das Fundament wurde gelegt durch die Untersuchungen *Verworn*s und seiner Schüler, die, von einer ganz anderen Fragestellung ausgehend, an die Aufklärung der Wirkung narkotischer Stoffe herantraten. Die Narkose ist ein Lähmungszustand, charakterisiert durch das Fehlen jeglicher Reaktion auf einen äußeren Reiz. Denselben Zustand der lebendigen Substanz können wir erreichen durch andere Beeinflussungen, z. B. durch Abkühlung als Kältelähmung durch Erwärmung als Wärmelähmung, durch Sauerstoffentziehung als Erstickung u. a. m. Gerade für die Sauerstoffentziehung scheint aber die lebendige Substanz der aeroben Organismen eine besondere Schwäche zu haben. Es ist vor allem in *Verworn*s Institute immer wieder gezeigt worden, wie außerordentlich fein alle Organe, speziell aber das Nervensystem, das zentrale wie das periphere, auf eine Störung ihres Sauerstoffwechsels reagieren. Da sich nun eine ganze Reihe von den erwähnten Lähmungszuständen auf Wirkungen des Sauerstoffmangels zurückführen ließen, entstand die Frage, ob auch die Narkose etwa auf einer Erstickung beruhe. Diese Vermutung hat sich vollauf bestätigt. Das Zentral-

nervensystem eines Frosches, in dessen Gefäßen statt Blut eine sauerstofffreie physiologische Salzlösung (Methode der künstlichen Zirkulation) kreiste, wurde durch Strychninkrämpfe bis zur Unerregbarkeit ermüdet. In diesem Stadium der höchsten Sauerstoffgier wurden die Zellen des Nervensystems narkotisiert durch Zusatz eines Narkotikums, z. B. Äther, zur Zirkulationsflüssigkeit und ihnen dann unter dauernder Narkose reichlich Sauerstoff zugeführt. Verdrängte man nun nach einer Weile die sauerstoffhaltige Durchblutungsflüssigkeit durch eine sauerstofffreie und hob gleichzeitig die Narkose auf, so zeigte sich, daß der während der Narkose gebotene Sauerstoff nicht verwertet worden war. Es war keine Spur von Erholung eingetreten. Der Frosch blieb unerregbar. Ließ man dagegen jetzt wieder eine sauerstoffhaltige Lösung in den Kreislauf eintreten, so erfolgte fast momentan eine vollständige Erholung der ermüdeten Nervenzellen, was sich in lebhaften Strychninkrämpfen des Frosches äußerte. Solche Versuche wurden dann von Winterstein 1902 mit den verschiedensten Narkotica ausgeführt. Weiter wurden an herausgeschnittenen Froschnerven von Verworn, Fröhlich 1904 und Heaton 1910 dieselben Beobachtungen gemacht. Heaton konnte außerdem in seinen Versuchen feststellen, daß während der Narkose tatsächlich nur der Sauerstoffwechsel aufgehoben ist, während im übrigen die Umsetzungen in der lebendigen Substanz anoxydativ weiter verlaufen, daß also nicht etwa jeglicher Zellstoffwechsel in der Narkose still steht. Die lebendige Substanz zerfällt weiter, ohne die Möglichkeit der Erholung zu haben. Ja, man konnte sogar an Nerven den anoxydativen Stoffwechsel noch steigern, den Zerfall der lebendigen Substanz noch beschleunigen während der Narkose, wenn man den Nerven durch erregende Reize nach Thörner gleichzeitig ermüdete. Aus solchen Beobachtungen ergibt sich ohne weiteres, daß man eine Narkose nicht beliebig lange ausdehnen kann. Wenn der Zerfall der lebendigen Substanz einen bestimmten Grad erreicht, tritt der Zelltod ein. Aus den Untersuchungen Verworns und seiner Schüler geht einwandfrei hervor, daß die Wirkung der Narkotika auf einer Verhinderung der Sauerstoffverwertung, einer Hemmung der Oxydationen in der lebendigen Masse beruht. Die Narkose ist demnach gleich zu setzen einer Erstickung. Neuerdings hat Warburg 1910 die oxydationshemmende Wirkung der Narkotika an roten Blutkörperchen, Pick und Joannovics 1911 an der Hundeleber und Ischikawa 1912 an Amöben bestätigt.

Zu einer Anerkennung der Ansichten Verworns kam auf einem ganz anderen Wege Mansfeld 1909. Anknüpfend an die Narkosetheorie von Meyer und Overton, nach der das Eindringen des Narkotikums in die Lipide der Zelle Grundbedingung für das Zustandekommen der Narkose ist, sieht er als physiologische Aufgabe der Zellipide an die Übertragung des Sauerstoffs aus der Gewebsflüssigkeit in das Innere der Zelle. Sauerstoff ist in Fetten und fettähnlichen Körpern ca.

viermal besser löslich als in Wasser. Wenn nun aber die Zellipide bereits mit Narkotikum beladen sind, so werden die Lösungsbedingungen in ihnen für Sauerstoff schlechter und die Sauerstoffübertragung leidet Not. Es besteht demnach auch nach Mansfelds Ansicht schließlich das Wesen der Narkose in der Wirkung des Sauerstoffmangels.

Noch von einer dritten Seite sollte die Narkosetheorie Verworns eine wesentliche Stütze erhalten. Bürker beobachtete 1910, wenn er ein Voltameter mit angesäuertem Wasser, dem irgendein Narkotikum zugesetzt war, beschickte und elektrischen Strom durchgehen ließ, daß sich an der Anode nur eine unverhältnismäßig geringe Menge Sauerstoff entwickelte, während die Anodenflüssigkeit dafür reichlich Oxydationsprodukte des Narkotikums, wie Kohlenoxyd, Kohlensäure, Essigsäure usw. enthielt. Es war also das Narkotikum durch den entstehenden Sauerstoff oxydiert worden. Bürker übertrug diese Verhältnisse auf das Geschehen in der lebendigen Substanz und kam zu der Auffassung, daß auch bei der Narkose in der Zelle das Narkotikum den gebotenen Sauerstoff zu seiner eigenen Oxydation benutze und auf diese Weise Sauerstoffarmut in der lebendigen Substanz entstehe. — Im Anschluß an diese Untersuchungen sei bemerkt, daß neuerdings Grahe 1911 bei quantitativer Bestimmung des Äthers bei der Narkose beobachtet hat, daß nach der Narkose ein Teil des Äthers im Organismus zurückblieb, wie dies Nicloux 1910 bereits für Chloroform gefunden hatte. Diese Beobachtungen könnten im Sinne der Theorie Bürkers gedeutet werden.

Fassen wir nunmehr alles vorliegende Material zusammen, so geht daraus klar genug hervor: den Kern einer exakten Theorie der Narkose bildet der Satz Verworns, „die Narkose ist eine Erstickung, indem durch die Anwesenheit des Narkotikums die Oxydationen in der lebendigen Substanz verhindert werden“. Eine weitere Frage ist aber: Wie kommt diese Oxydationshemmung zustande? Auf welchen Eigenschaften der Narkotika beruht sie? Die Gesetze von Overton und Meyer über die Lipidlöslichkeit der Narkotika werden uns in dieser Frage nicht wesentlich fördern, wenn es auch nicht von der Hand zu weisen ist, daß die Lipide, indem sie neben anderen Zellkolloiden als gleichzeitige Überträger von Sauerstoff und Narkotikum in Betracht kommen können, für das Zustandekommen der Narkose eine gewisse Rolle spielen. Da sich aber andererseits herausgestellt hat, daß auch lipoidfreie Zellen narkotisierbar sind, so muß eine andere Eigenschaft der Narkotika der maßgebende Faktor sein.

Hier wird uns durch die Untersuchungen von Traube 1913 ein gangbarer Weg gewiesen. Traube fand einen innigen Zusammenhang zwischen Narkose und Oberflächenspannung. Die Narkotika haben einen geringen Haftdruck an Wasser, sie gehen in wässriger Lösung an die Oberfläche und häufen sich hier an. So beobachtete Liebreich 1890 gerade an den Oberflächen chloroformhaltiger Lösungen den Stillstand gewisser chemischer Reaktionen, die im Innern der Flüssigkeit ungehindert abliefen.

Er nannte diese Zonen „toten Raum“. Da diese Stoffe von geringem Haftdruck das Bestreben haben, sich aus ihrem Lösungsmittel zu entfernen, so werden sie, wenn wir Osmose durch Zellmembranen in Betracht ziehen, leicht diosmieren und in die Zellphase eindringen. Dieser Umstand erklärt die Aufnahme der Narkotika in das Zellprotoplasma und das Hingelangen an die Orte ihrer Wirksamkeit auch ohne Anwesenheit von Lipoiden, wenn auch deren unterstützende Bedeutung nicht in Abrede gestellt sein soll. Infolge ihres geringen Haftdruckes an Wasser setzen die Narkotika die Oberflächenspannung desselben und damit auch den Binnendruck erheblich herab. Nun aber verlieren Flüssigkeiten, deren Oberflächenspannung und Binnendruck vermindert wird, an Reaktionsfähigkeit, da in ihnen die Lösungsbedingungen z. B. für Kolloide oder Salze schlechter werden. Die Kolloidteilchen ballen sich zu immer größeren Komplexen zusammen. Der Einfluß kann so weit gehen, daß sie sichtbar ausfallen. Schon *Buchner* hatte beobachtet, daß die Narkotika die Fähigkeit haben, Niederschläge hervorzurufen, und neuerdings haben *Warburg* und *Wiesel* 1912 und *Moore* und *Roaf* 1913 gezeigt, daß diese ihre Fähigkeit, Proteine, Nukleoproteide usw. zu fällen, parallel geht ihrer narkotischen und oxydationshemmenden Wirkung. Je mehr nun z. B. in der lebenden Substanz die Zellkolloide sich infolge der Oberflächenspannungsherabsetzung zusammenballen, um so weniger reaktionsfähig werden sie und um so weniger geeignet, fermentative Wirkungen, etwa bei der Sauerstoffübertragung, zu entfalten. Eine große Reihe von Untersuchungen von *Baer* und *Meyerstein* 1910, *Vernon* 1911, *Warburg* 1911 und 1912, *Bigelow* 1898, *Titof* 1903, *Young* 1901 und 1902, *Centnerszwer* 1898, *Scharf* 1908 haben denn auch festgestellt, daß die Narkotika in demselben Maße und in derselben Reihenfolge, wie sie die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen, hemmend auf die Oxydationsprozesse einwirken, sei es nun in der lebendigen Substanz der Zelle oder im Reagenzglase, wie z. B. bei der Oxydation von Natriumsulfit. So wird uns nunmehr der innige Zusammenhang verständlich, den *Traube* zwischen Narkose und Oberflächenspannung beobachtete. Je mehr ein Narkotikum die Oberflächenspannung seines Lösungsmittels herabsetzt, um so stärker ist seine narkotische Wirksamkeit. Stoffe von gleichem Haftdruck, d. h. isokapillare Stoffe, haben die gleiche narkotische Wirkung. Diese Regeln konnte *Traube* an den verschiedensten narkotischen Stoffen bestätigen. Für homologe Reihen von Narkoticis gelang es sogar, das einfache empirische Gesetz festzustellen, daß sowohl die narkotische Wirkung wie die Herabsetzung der Oberflächenspannung mit jedem höheren Körper im Verhältnis 1:3:3²:3³ usw. zunimmt.

Blicken wir zurück, so fällt uns auf, daß bereits zweimal Ansichten über das Wesen der Narkose geäußert worden sind, die mit unserer heutigen Anschauung Verwandtschaft zeigen. *Richet* stand schon auf dem Boden der Haftdrucktheorie *Traubes* mit seiner Äußerung, daß ein Stoff um so stärker

narkotisch wirke, je weniger er in Wasser löslich sei, und *Claude Bernard* führte die Narkose bereits auf einen Ausfällungsvorgang, auf eine Semi-koagulation zurück.

Versuchen wir zum Schluß, uns ein zusammenhängendes Bild vom Mechanismus der Narkose zu entwerfen: Das Eindringen des Narkotikums in das Innere der Zelle und seine Ausbreitung im Protoplasma werden ermöglicht oder zum mindesten erheblich unterstützt durch seinen geringen Haftdruck an wässrige Lösungen. Dabei mag die Lipoidlöslichkeit eine Rolle spielen. Durch das Narkotikum wird die Oberflächenspannung und der Binnendruck des Protoplasmas vermindert, was ein teilweises Zusammenballen und damit eine Abnahme der Reaktionsfähigkeit der Zellkolloide, der Proteine, Nukleoproteide, Lipide usw., zur Folge hat. Da aber diese Stoffe nach unserer Vorstellung teilweise als Fermente beim Sauerstoffwechsel wirksam sind, so leiden durch ihren Ausfall die Oxydationsprozesse in der lebendigen Substanz Not. Der zugeführte Sauerstoff kann nicht verwendet werden und die Zelle befindet sich im Zustande der Erstickung. Daß aber die Ganglienzellen der Hirnrinde und des Nervensystems überhaupt zu allererst von der Narkose betroffen werden, erkennbar an der eintretenden Bewußtlosigkeit und der dann folgenden Aufhebung der Reflexe, beruht höchstens zum geringsten Teile auf ihrem Reichtum an Lipoiden und hat vielmehr seinen wesentlichsten Grund darin, daß diese Zellen weit empfindlicher als alle anderen auf eine Störung im Sauerstoffwechsel reagieren.

So etwa würde, wenn wir der Klarheit halber von einer Reihe weniger wichtiger Begleitfaktoren absehen, nach dem heutigen Stande der Untersuchungen eine Theorie der Narkose ausfallen.

Die Besiedelung der Talsperren.

Von Dr. August Thienemann, Münster i. W.

Besonders im Westen Deutschlands sind im letzten Vierteljahrhundert eine große Anzahl von Talsperren entstanden. Allein im Ruhrgebiet zählen wir deren jetzt 11, die zusammen einen Stauinhalt von 186,7 Millionen Kubikmeter, eine (maximale) Staufläche von 1467,39 ha und ein Niederschlagsgebiet von 633,65 qkm besitzen. Sehr verschieden ist die Größe der Talsperren; beschränken wir uns hier, wie im folgenden, auf die Betrachtung der Talsperren des Ruhrgebiets, so treffen wir neben Talsperren, die nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Millionen Kubikmeter fassen, — das sind die ältesten, im Jahre 1894 bis 1896 erbauten Staubecken — auch solche, deren Inhalt über 10 Millionen beträgt; ja die jüngste, erst im vergangenen Sommer eröffnete Sperre, die Möhnetalsperre im Kreise Soest, faßt 130 Millionen Kubikmeter bei einer Staufläche von 1017 Hektar; ihre maximale Tiefe beträgt 32,1 m. Sie erstreckt sich im Möhnetale 10 km weit, im Hevetale 5 km weit; da wo Möhne und Heve sich vereinigen, ist ein Becken entstanden, dessen Breite

zwischen 1 und $2\frac{1}{2}$ km schwankt. Gewiß ein stattlicher See!

Über 39 Millionen Mark sind für die Errichtung der Ruhralsperren aufgewendet worden. Aber der Nutzen, der der Allgemeinheit aus dem Bau der Talsperren erwächst, rechtfertigt auch die Ausgabe dieser Riesennittel. Neben der Abschwächung des oft so verheerenden Frühjahrshochwassers in den unterhalb der Sperren gelegenen Tälern beruht der Nutzen der Talsperren vor allem in der Erhöhung des Niederwassers der Flüsse im Sommer. Dies hat aber eine dreifache Bedeutung: Erleichterung der Schifffahrt im Sommer, Sanierung der hygienischen Verhältnisse, Gewährung eines gleichmäßigen Flusses von Betriebswasser für die industriellen Werke im Tale. Dazu kommt schließlich die Trinkwasserversorgung der großen Städte des Industriegebietes, die nur durch die Wasserabgabe der Talsperren zu einer sicheren und hygienisch einwandfreien werden kann.

Liegt also auch die Bedeutung der Talsperren bei weitem vorwiegend auf volkswirtschaftlichem Gebiete, so hat doch auch der Naturwissenschaftler allen Grund, nicht ohne Aufmerksamkeit an diesen modernen künstlichen Mittelgebirgsseen vorüberzugehen. Insbesondere sind sie für den Hydrobiologen von größtem Interesse.

Denn die Talsperren sind nicht nur neu geschaffene, tiefe Seen, sondern stellen überhaupt einen ganz neuen Typus eines Binnengewässers dar. Und so läßt sich an der Talsperre nicht nur die Besiedelung eines plötzlich entstandenen Sees verfolgen; Hauptaufgabe der hydrobiologischen Erforschung der Talsperren ist es vielmehr, die hydrographischen und biologischen Unterschiede zwischen Talsperre und natürlichem See zu untersuchen.

Der prinzipielle Unterschied zwischen der von Menschenhand geschaffenen Talsperre und dem natürlichen See liegt in den Abflußverhältnissen begründet. Beim normalen See fließt das Wasser stets von der Oberfläche ab; bei der Talsperre dagegen ist nur einzelne Tage im Jahre — und nicht einmal in allen Jahren — der Wasserzufluß ein so starker, daß ihn die an der tiefsten Stelle der Mauer befindlichen Abflußrohre nicht abführen können, sondern daß das Wasser über die Maueroberkante, den sogenannten „Überlauf“, stürzt. Weitaus den größten Teil des Jahres läuft das Wasser aus der Tiefe ab.

Aus diesen verschiedenartigen Abflußverhältnissen lassen sich die gesamten hydrographischen und hydrobiologischen Unterschiede zwischen Talsperre und natürlichem See ableiten.

In drei Hauptpunkten unterscheiden sich Talsperre und See.

I. In jedem natürlichen See mit annähernd konstantem Wasserstande wird der ursprünglich stetige, gleichmäßige Abfall der Böschung durch die Brandungswirkung in einen ungleichmäßig abgestuften verwandelt. Die brandende Woge greift die Küste an, erschüttert, lockert das Gestein, untergräbt das Ufer, bis eine tiefe Brandungshohlkehle entsteht; die unterwühlten Teile stürzen schließlich ab, sie werden durch die Wogen beseitigt, und nun kann

das Spiel von neuem beginnen. So vergrößert die Brandungswirkung den See stetig landeinwärts und schafft so eine flache Uferzone, deren Boden fast horizontal ist und dann plötzlich steil zur Seetiefe sich hinabsenkt. Die abgebröckelten Uferteile werden von der Brandungswoge zerkleinert, abgerollt; sie lagern sich als Gerölle in Bänken ihrer Größe nach ab. Ein Teil wird noch mehr zerkleinert, zu Sand, ja zu Schlamm; dieser wird durch die Wellen weiter hinaus in den See geführt; kommt er hier in das ruhigere Wasser, so sinkt er zu Boden und lagert sich nun auf der Uferbank ab, diese seewärts vergrößernd. So bildet sich im See die typische Gliederung der Küste heraus: an den *Strand* schließt sich die flache *Uferbank* an, die mit steiler Böschung, der *Halde*, zur *Seetiefe* abfällt. Die Breite der Uferbank hängt von dem ursprünglichen Böschungswinkel der vom Wasser erfüllten Wanne sowie vom Alter des Sees ab. Bei allen Seen treffen wir eine solche Küstengliederung an, wofern nur das Seeniveau annähernd konstant bleibt.

Wird aber durch starke Wasserstandsschwankungen die Tätigkeit der brandenden Woge in immer andere Höhen verlegt, so wird sich auch im Laufe der Jahre nie eine solche Ufergliederung herausbilden können.

Das ist der Fall bei den Talsperren. Ihre Aufgabe — Zurückhalten des Wassers bei starken Niederschlägen; Abgabe des Wassers in der trockenen Zeit — bringt naturgemäß sehr starke Wasser-schwankungen mit sich; jährliche Schwankungen von 15—20 m sind bei unseren etwa 30 m tiefen Talsperren keine Seltenheit. Bei der Februarhochflut des Jahres 1909 stieg in einzelnen Sperren der Stauspiegel in 3 Tagen um 11—12 m! In allen Talsperren fehlt daher eine typische Ufergliederung; gleichmäßig in stetem steilem Gefälle verläuft die Böschung vom Ufer zur Tiefe der Sperre.

Das Fehlen der Uferbank hat aber äußerst wichtige biologische Folgen. Denn die Uferbank des natürlichen Sees ist der Standort für die reiche Uferwasserflora, die als grüner Gürtel unsere Seen umzieht. Wo der Steilabsturz der Halde beginnt, da hört jener Pflanzengürtel auf. Eine solche Litoralflora muß der Talsperre völlig fehlen; höchstens in sanft abfallenden Buchten der Zuflüsse kann sich hier und da einmal ein kleiner Bestand von Uferwasserpflanzen entwickeln; doch das sind durchaus lokal beschränkte Vorkommnisse. Schon dem Auge des naiven Beschauers fällt an der Talsperre das Fehlen der grünen Ufervegetation auf.

Fehlt aber die Uferflora in der Talsperre, so ist auch die Uferfauna, die im See zwischen dem Pflanzengewirre des seichten Ufers versteckt und Nahrung findet, nicht vorhanden. Jene reiche Tierwelt des durchwärmten Uferwassers der Seen fehlt der Talsperre so gut wie ganz. Im April—Juni höchstens finden sich in den randlichen Teilen der Sperre einzelne Insektenlarven, Kaulquappen usw., die man als „Litoralfauna“ bezeichnen könnte. Davon abgesehen aber zieht sich die gleiche Tierwelt vom Ufer die Böschung hinab bis in die dunkle Tiefe. Litoral und Abyssal sind in der Talsperre von fast den gleichen Organismen besiedelt. Und da nun

die Litoralzone eines Sees die produktivste ist, da sie vor allem die den Fischen zur Nahrung dienende Kleintierwelt erzeugt, so ist *ceteris paribus* eine Talsperre weniger produktiv als ein unter gleichen Bedingungen gelegener natürlicher See.

II. Die starken Wasserstandsschwankungen lassen alljährlich große Flächen ursprünglich vom Wasser bedeckten Ufers für geraume Zeit austrocknen. So lag, um nur ein Beispiel zu geben, bei der Glörtalsperre etwa ein Viertel der ursprünglichen Wasserfläche trocken

im Jahre 1907 . . .	261 Tage
1908 . . .	231 „
1909 . . .	181 „

etwa die Hälfte lag trocken

1907 . . .	92 Tage
1908 . . .	114 „
1909 . . .	36 „

drei Viertel lagen trocken

1907 . . .	30 Tage
1908 . . .	61 „
1909 . . .	16 „

Was der moderne Teichwirt zur Hebung der Produktivität seiner Teiche tut, wird in den Sperren durch die Schwankungen des Wasserspiegels von selbst erreicht. Der Boden der Uferflächen trocknet aus, Licht, Wärme und Kälte können auf ihn einwirken; er lockert sich wieder, unter Mitwirkung der Bakterien wird er aufgeschlossen und von neuem zur Bildung von Nahrung für die Organismen angeregt. Die Stärkung der Produktionskraft des Uferbodens durch Atmosphärien- und Bakterienwirkung aber wird noch unterstützt durch die Pflanzendecke, die alljährlich die trocknenden Uferstriche, wenn auch nicht in ganzer Ausdehnung, so doch in großen Teilen überzieht. Die Wurzeln dieser Pflanzen helfen mechanisch bei der Aufschließung der oberen Bodenschichten. Vor allem aber bilden diese Pflanzen eine Menge organischer Substanz, die später, wenn das Wasser wieder steigt, der Tierwelt, die den Boden besiedelt, zugute kommt. Auch der Teichwirt bestellt ja nicht selten im Frühjahr den Teichboden mit Hafer und Klee und staut das Wasser dann im Juni oder Juli über dem frischen Grün an. Eine ganz bestimmte Flora von etwa 17 Arten, unter denen *Polygonum persicaria*, *Gnaphalium uliginosum* und *Mentha arvensis* die wichtigsten sind, siedelt sich auf den trocknenden Uferteilen an. All diese Pflanzen geraten beim Steigen des Stauspiegels unter Wasser, sterben ab, faulen und bilden so neue Nahrung für die Bodentiere der Talsperre. So wird die Produktivität der Talsperre durch das Trockenlegen großer Uferflächen sowie deren Bewachsung mit grünen Pflanzen bedeutend erhöht und auf diese Weise der Nachteil, den das Fehlen der vertikalen Ufergliederung mit sich bringt, zum Teil ausgeglichen.

III. Auch in thermischer Beziehung weist die Talsperre starke Unterschiede gegenüber dem natürlichen See auf. Im Sommer, wenn das leichtere warme Wasser über dem kälteren und schwereren

Tiefenwasser schwimmt, herrscht in der Tiefe des Sees vollständige Ruhe. In den Talsperren dagegen fließt das Tiefenwasser ständig ab, die höheren Wasserschichten werden hinabgezogen, und an Stelle der sommerlichen Ruhe des natürlichen Sees müssen in der Talsperre stetig starke Vertikalströmungen vorhanden sein. Das hat eine doppelte Folge. In den tiefsten Seen unserer Breiten hat das Tiefenwasser eine sehr konstante Temperatur von etwa 4°; in flacheren Seen (von etwa 50 m Tiefe) schwanken im Laufe des Jahres die Tiefentemperaturen zwischen 4 und 5°, in noch flacheren (von etwa 20 m Tiefe) zwischen 2,5 und 8°.

Noch größer müssen diese Schwankungen in allen Talsperren sein: denn hier fließt im Sommer das kältere, im Winter das wärmere Tiefenwasser durch das Abflußrohr ständig ab, und so sinkt im Sommer das wärmere, im Winter das kältere Oberflächenwasser in die Tiefe, und die Gegensätze von Sommer und Winter werden bei den Talsperren auch im Tiefenwasser große. Von besonderer Bedeutung ist die Erwärmung der Sperrtiefe im Sommer. Wie verschieden sich Talsperren und in etwa gleicher Lage befindliche und gleich tiefe Seen in thermischer Beziehung verhalten, geht aus der folgenden Tabelle wohl unmittelbar hervor; die hier verzeichneten Temperaturen stammen sämtlich aus dem August 1910.

Eifelmaare			Talsperren		
N a m e	Tiefe in m	Tem- peratur °C.	N a m e	Tiefe in m	Tem- peratur °C.
Laacher See ...	53	5,7 ⁰	Urftalsperre ...	50	7,1 ⁰
WeinfelderMaar	51	5,0 ⁰			
Schalkenmehre- ner Maar	21	5,75	Ennepetalsperre	23	13,9 ⁰
			Hennetalsperre .	24	12,1 ⁰
Holzmaar	20	6,1 ⁰	Glörtalsperre ..	20	13,5
			Östertalsperre ..		13,7

Da weiterhin in den Seen im Sommer die Wassermassen der Tiefe ruhen und durch die höheren Schichten von der Atmosphäre abgeschlossen sind, so wird in vielen Seen im Sommer Tiefenwasser durch Oxydationsprozesse soviel Sauerstoff verbraucht, daß in diesen Tiefen eine äußerst geringe Sauerstoffmenge im Wasser gelöst ist. Der Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers kann weit unter 1 cem pro Liter sinken, ja eventuell lassen sich sogar im Sommer nicht einmal Spuren Sauerstoff in der Seetiefe nachweisen. Anders in den Talsperren. Hier gelangt ja durch die Vertikalströmungen auch im Sommer stets frisches, stark durchlüftetes Oberflächenwasser in die Tiefe. Beides, Erwärmung und Durchlüftung des Tiefenwassers der Talsperren, begünstigt in hohem Maße die Entwicklung der Tiere am Grunde der Talsperren.

Wir haben nun leider keine exakten Methoden, um die Menge der Organismen, die etwa ein Quadratmeter Bodenfläche produziert, zu bestimmen. Es wäre von vornherein auch wahrscheinlicher, daß der Boden eines natürlichen

Sees produktiver sei als der einer Talsperre. Denn der Seeboden ist ja stets von Schlamm bedeckt; in den noch jungen Becken der Talsperren haben sich größere Schlammablagerungen in den meisten Fällen noch nicht bilden können.

Die Hauptmasse der Bodentiere unserer Seen wie der Talsperren sind Larven aus der Familie der Zuckmücken (Chironomiden). Diese verpuppen sich in der warmen Jahreszeit; die Puppe steigt zur Wasseroberfläche empor, die geflügelte Mücke schwingt sich in die Luft, die Puppenhaut aber bleibt an der Wasseroberfläche zurück. Wenn man nun etwa im August oder September jene leeren Puppenhäute von der Wasseroberfläche mit einem feinen Netze abfängt, so kann man sich ein ungefähres Bild von der Menge der in dem betreffenden Wasser tief am Grunde vorhandenen Larven machen. Und da scheint mir, wenn wir z. B. eine Talsperre und ein etwa gleichgroßes Eifelmaar vergleichen, die Massenentwicklung der Chironomiden in der Talsperre doch bedeutend größer zu sein als in dem natürlichen See. Man kann die Häute von der Oberfläche direkt „abschäumen“ und bekommt sie so klumpenweise ins Netz; alle Spinnennetze am Sperrenufer sind von den Mücken erfüllt, jede Forelle, die man um diese Zeit fängt, ist vollgepfropft mit Chironomidenpuppen.

Wenn trotz des Fehlens oder der geringen Mächtigkeit von Schlammablagerungen in der Sperrentiefe der Talsperrenboden doch so ungeheuer produktiv, ja vielleicht sogar produktiver als der Grund eines natürlichen Sees ist, so sehen wir die Ursache hierfür vor allem in der allsommerlichen Durchwärmung und Durchlüftung der unteren Wasserschichten. — Es liegt nahe, anzunehmen, daß auch die vertikale Verteilung, die Schichtung der im Wasser suspendierten Organismen, des sogenannten Planktons, in der Talsperre eine andere sei als im See. Indessen haben sich bei eingehenden, speziell hierauf gerichteten Untersuchungen prinzipielle Unterschiede nicht ergeben.

Haben wir so im vorstehenden die hydrobiologischen Hauptcharakteristika der Talsperren kennen gelernt, so wollen wir nunmehr noch die Frage aufwerfen, woher die jetzt in den Talsperren vorhandene Tierwelt stammt. Drei Besiedelungsmöglichkeiten sind vorhanden.

Eine bestimmte Tierart kann aus dem Bache in die Sperre eingewandert sein oder sie lebte früher in Tümpeln, Teichen, also in stehendem Wasser, und diese Wasseransammlungen wurden nach Anlage der Sperre überstaut, oder aber sie lebte in entfernt gelegenen Gewässern und gelangte durch passiven Transport in die Sperre.

Betrachten wir den zweiten Fall zuerst. Besonders bei größeren Talsperren kommt es vor, daß alte Mühlteiche, Wiesentümpel u. dgl. im Bereich der Sperre liegen. In diesen Teichen lebte vor Anlage der Talsperre natürlich eine Fauna, wie sie kleineren stehenden Gewässern eigentümlich ist, und es ist sehr wohl möglich, ja fast sicher, daß diese Tierwelt in die Sperre mit übergang.

Doch läßt sich, wenn wir heute die Organismen der Talsperren untersuchen, auf keine Weise mehr feststellen, ob eine bestimmte Art früher schon im stehenden Wasser des Sperrengebietes heimisch war, oder ob sie aus Teichen anderer Gegenden passiv in die Talsperre verschleppt wurde.

Wohl aber läßt sich zeigen, welche Arten Sperren und Zuflußbäche gemeinsam haben, oder m. a. W., welche Glieder der Sperrenfauna aus den Zuflußbächen in die Sperren selbst eingewandert sein können.

Die Tierwelt der Bäche des Sauerlandes enthält (exklusive Chironomiden) etwa 186 Arten, die der Talsperren (exklusive Chironomiden sowie exklusive Planktonen!) 83 Arten; beiden gemeinsam sind 32 Arten. Die Chironomidenfauna der Bäche mag auf etwa 150 Arten geschätzt werden, in den Sperren wurden 42 Chironomidenarten sicher bestimmt; beiden gemeinsam sind 5 Arten. Sehen wir uns die Bach und Sperre gemeinsamen Arten nunmehr etwas näher an.

Zwei Hauptelemente bilden die Fauna der Bergbäche des Sauerlandes: 1. Weit verbreitete, anpassungsfähige Formen, „Kosmopoliten“, Ubiquisten, die sich den verschiedensten Bedingungen des sie umgebenden Mediums anpassen können, und daher stehende wie fließende Gewässer, Ebene wie Bergland bewohnen, Wärme wie Kälte ertragen und oft auch, euryhalin, gegen Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung des Wassers unempfindlich sind. Ihrer Resistenz gegen äußere Einflüsse und zugleich ihrer meist leichten Verschleppbarkeit verdanken diese Formen ihre weite Verbreitung. 2. Ferner aber leben im Bergbach für das schnellfließende Bergwasser *typische* Arten. Sie sind meist stenotherme Kaltwassertiere, die größere Temperaturschwankungen nicht vertragen können; sie stellen hohe Ansprüche an den Sauerstoffreichtum des Wohnwassers und sind häufig an die extremen Lebensbedingungen der reißenden Strömung durch Besonderheiten im Körperbau (Abplattung, Klammerorgane usw.) vorzüglich angepaßt.

Augenscheinlich können die Organismen der zweiten Gruppe nur in Ausnahmefällen in das stehende Wasser der Talsperren übersiedeln, und so haben wir auch nur fünf solcher Tiere — selten und vereinzelt — in den Sperren angetroffen. Und diese versprengten Bachtiere waren solche, die wohl durch Abplattung usw. an das Leben in der Strömung angepaßt sind, nicht aber zu den stenothermen Arten gehören. Formen, die *zugleich* typische Strömungstiere *und* stenotherme Kaltwassertiere sind, gehen höchstens einmal im allersehrsten Ausnahmefall in die Sperren über.

Die übrigen Tiere, die Bach und Sperre gemeinsam haben, gehören zu den resistenten und anpassungsfähigen Ubiquisten, denen es gleichgültig ist, ob sie in fließendem oder stehendem Wasser leben, bei denen es also nicht auffällt, daß sie sowohl im Bergbach wie im Bergsee leben. Wenn aber auch diese Arten zugleich im Bach wie

in der Sperre leben, so ist damit durchaus nicht gesagt, daß sie aus dem Bache in die Sperre eingewandert sein *müssen*. Auch bei ihnen ist es sehr wohl möglich, daß sie aus entfernten Gewässern in die Talsperren passiv verschleppt worden sind.

Der Rest der Talsperrenfauna, der nicht in den Zuflüßbächen vorkommt, darunter das gesamte Plankton (die Bäche sind planktonfrei), ist aus anderen Wasserbecken, die mit den Sperren nicht durch Wasserwege verbunden sind, in die Sperren eingedrungen. Soweit es Insekten sind, können sie im aktiven Fluge die neugeschaffenen Gewässer aufgesucht haben; die übrigen Tierformen müssen ausschließlich passiv dahin transportiert worden sein, sei es durch den Menschen (viele Fische), sei es durch den Wind oder durch Wasservögel und Insekten. Welcher Vehikel sich die einzelnen Arten bedient haben und woher sie gekommen sind, läßt sich — außer bei den Fischen — natürlich nicht mehr feststellen. Wie wirksam und erfolgreich aber der passive Transport solcher Wassertiere ist, zeigt der Reichtum der Talsperrenfauna an Bodentieren wie an Planktonorganismen. Denn die Formen, die möglicherweise aus dem Bach direkt eingewandert sein können, treten quantitativ vollständig zurück gegen die Tiermengen, deren Existenz durch erstmalige passive Einschleppung bedingt ist.

Ist die Besiedelung der Talsperren schon beendet, sind schon konstante, stabile biologische Verhältnisse vorhanden? Sicher nicht! Aber erst eine Beobachtung der Sperren über längere Zeiträume kann eine bestimmte Antwort geben. Von größtem Interesse wäre es vor allem auch, das Gebiet einer Talsperre *vor* dem erstmaligen Stau genau zoologisch zu durchforschen und alsdann während des langsamen Ansteigens des Staupiegels die allmähliche Besiedelung des neuen Beckens zu verfolgen. Noch stehen solche Untersuchungen aus; aber bei der großen Zahl der im Bau begriffenen oder doch geplanten Talsperren wird sich auch hierzu wohl einmal Zeit und Gelegenheit finden.

Literatur.

Kolkwitz, R., Zur Biologie der Talsperren, insbesondere der Eschbachtsperre bei Remscheid. Mitt. a. d. kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung 1911, Heft 15. (Hierin weitere Literaturangaben.)

Schneider, G., Das Plankton der westfälischen Talsperren des Sauerlandes. Archiv f. Hydrobiol. und Planktonkunde 1912, Bd. VIII.

Steiner, M., Die geographische Bedeutung der Talsperren. Zeitschrift f. Gewässerkunde Bd. X, Heft 4.

Thienemann, A., Hydrobiologische und fischereiliche Untersuchungen an den westfälischen Talsperren. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1911, Bd. 41, p. 535 bis 716. (Hierin weitere Literaturangaben. Die vorstehenden Darlegungen sind im wesentlichen ein Auszug aus dieser Arbeit.)

Thiesing, Chemische und physikalische Untersuchungen an Talsperren, insbesondere der Eschbachtsperre bei Remscheid. Mitt. a. d. kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung 1911, Heft 15.

Über die bei der Blütenbildung wirkenden mechanischen Faktoren.

Von Prof. Dr. Günthart, Leipzig.

(Schluß.)

II.

In welcher Weise erfolgt nun die unmittelbare Einwirkung jener Kräfte auf das Gewebe des betroffenen Blütenteiles? Es sind drei Fälle denkbar: Erstens eine einfache *weiche Deformation*, ein Zusammendrücken und Fälteln eines unelastischen Organes auf einen kleineren Raum. Ein derart deformiertes Gebilde müßte später auch leicht wieder in seine ursprüngliche Form ausgebreitet werden können. Dies ist aber bei den durch den Kelchdruck veränderten Organen nicht der Fall: sie brechen meist eher als daß sie sich wieder gerade strecken ließen. — Die zweite Möglichkeit wäre die *elastische Deformation*. Es kommt allerdings gelegentlich vor, daß Blütenteile bei Entfernen des hemmenden Kelchpanzers hervorquellen oder sogar in rascher Bewegung weit aus der Blüte heraustreten. Aber solche Fälle sind mehr oder weniger seltene Ausnahmen. Im allgemeinen behalten die deformierten Knospenteile auch

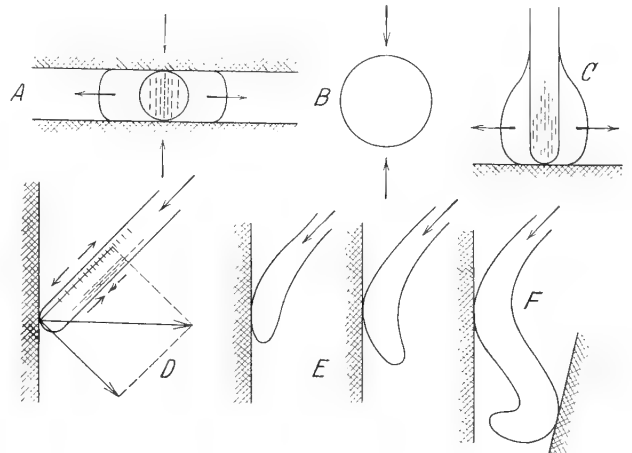


Fig. 11. Die gegenseitige mechanische Beeinflussung der Blütenteile. Erklärung im Text.

nach Entfernung der Kelchhülle ihre Gestalt. Die Deformation muß also während des Wachstums der Teile stattgefunden haben und durch das Wachstum selbst fixiert worden sein.

Daß eine solche *Wachstumsdeformation* möglich ist, ergibt sich aus den Arbeiten von Kny, die gezeigt haben, daß die Zellscheidewände mechanisch beeinflusster Gewebe sich vorzugsweise in die Richtung des Druckes resp. senkrecht zur Richtung des Zuges einstellen. Denken wir uns (Fig. 11 A) ein wachsendes Blütenorgan von runder oder zylindrischer Form zwischen zwei feststehende Hindernisse eingeschlossen, dieselben vielleicht am Anfang noch nicht berührend, so ist klar, daß von dem Augenblicke an, wo dieses Organ infolge seines allgemeinen Wachstums die beiden Hindernisse zu berühren beginnt, von diesen aus ein Druck ausgeübt wird, der nun das weitere Wachstum in dem Sinne beeinflusst, daß vorzugsweise in der Richtung der Druckkraft stehende Teilungswände eingeschaltet werden. Die Folge ist eine Verbreiterung des Organs nach beiden Seiten hin, also genau dasselbe Endergebnis, wie wenn ein Gebilde, das schon ursprünglich das jetzige Volumen gehabt hätte, rein mechanisch, ohne Wachstumserscheinung, auf die jetzige Gestalt deformiert worden wäre (Fig. 11 B).

Allerdings wäre in diesem Fall eine viel stärkere Kraft zur Deformation nötig gewesen; in Wirklichkeit erfolgt die Deformation durch Summation kleinster Kräfte, erhebliche Spannungen treten dabei gar nicht auf.

In entsprechender Weise entstehen die übrigen Wachstumsdeformationen: kolbenförmige Anschwellungen und Verknöpfungen, Biegungen und Fältelungen, die oft die Bildung von Kanälen zur Folge haben, die von den Insekten zur Einführung ihres Saugapparates benutzt werden, Torsionen, wie die geschilderten Staubblattdrehungen der Cruciferen. Ein zylindrisches Gebilde wird an seinem Ende von dem Momente an, in welchem es auf ein ruhendes oder entgegenbewegtes Hindernis stößt, infolge der Einschaltung von Zellwänden in der Druckrichtung, kolbig verbreitert (Fig. 11 C). Auf ein Kronblatt, das in schiefer Richtung einem Hindernis entgegenwächst (Fig. 11 D), wird vom selben Augenblicke an eine Kraft einwirken, deren eine Komponente ein Biegemoment hervorruft, welches sich bekanntlich dadurch manifestiert, daß an der Oberseite eine Zugkraft, unten ein Druck entsteht. Oben müssen sich also die neuen Zellscheidewände quer stellen, unten dagegen in die Längsrichtung, was eine relativ stärkere Verlängerung der Oberseite und damit eine Biegung des Organs sowie eine Anschwellung der Unterseite zur

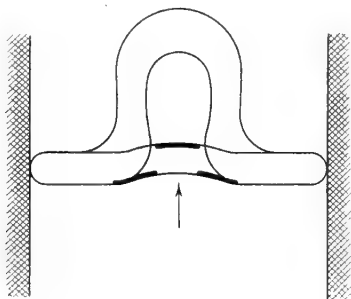


Fig. 12. Automatisches Weiterwachsen einer Deformation. Der Pfeil bezeichnet den Druck, der die anfängliche geringe Deformation erzeugte.

Folge hat (Fig. 11 E). Steht rechts eine andere feste Wand und wird das Blatt durch fortgesetztes Wachstum der hinteren Region noch weiter gegen das Hindernis hingeschoben, dann resultieren Formen, wie sie in Fig. 11 F dargestellt sind, und wie sie im feineren Bau der Phanerogamenblüte außerordentlich häufig vorkommen.

Die erste Folge eines auf ein blattförmiges Gebilde seitens irgendeines benachbarten wachsenden Blütenteiles ausgeübten Druckes ist eine Wachstumsdeformation, die in der beschriebenen Weise durch verstärktes Flächenwachstum an den in Fig. 12 stark ausgezogenen Stellen erfolgt. Wenn nun auch das drückende Organ sich nicht weiter ausdehnt, die Kraft also nicht weiter auf das Blattorgan einwirkt, so muß die entstandene Vorwölbung sich *doch noch weiter ausbilden*, sobald nur das Blatt infolge allgemeinen Wachstums sich weiter in die Fläche ausdehnt und zu beiden Seiten irgendwelche Hindernisse eine weitere Ausbreitung verhindern, wie dies ja natürlich in der geschlossenen Knospe meist der Fall ist. Denn jeder weitere Flächenzuwachs zwingt das Blatt zunächst rein mechanisch zu einer Vergrößerung der Ausbiegung, und diese stärkere Ausbiegung wird dann sofort durch erhöhtes Flächenwachstum an den angegebenen Stellen neuerdings fixiert. So entstehen, sozusagen automatisch, oft wahre Hypertrophien, wie wir sie z. B. in der Blüte der *Dicentra* beobachteten, gewaltige Vorwölbungen, die uns zunächst überraschend erscheinen, weil sie mit den

Blütenteilen, deren mechanischer Einwirkung sie ihr Entstehen verdanken, gar nicht mehr in räumlichem Kontakte stehen. Vor allen Dingen entstehen aber auf diese Weise die *Kronverschlüsse* einer *Linaria* und ähnlich gebauter Blüten und wohl ein sehr großer Teil der *Kelch-* und *Kronsporne*. Oft ist es, wie bei *Dicentra*, der Fruchtknoten, der den ersten Anstoß zur Spornbildung gibt, oft sind es die Staubbeutel, wie bei *Valeriana* oder die Filamente, wie wahrscheinlich bei *Viola*. In manchen Fällen liegt die Ursache im Kelch selbst, wie bei den Cruciferen, in andern wieder geht sie von den Nektarien aus, die sich sonst in der Blütenentwicklung durchaus passiv verhalten, nämlich dann, wenn dieselben ausnahmsweise früh angelegt werden.

*

Mit der bloßen Feststellung einer gegenseitigen mechanischen Beeinflussung der Blütenteile ist nun allerdings für die Erkenntnis der tieferen Ursachen der Blütengestaltung noch recht wenig getan. Wir müssen uns vor allen Dingen fragen, *von welchen Blütenteilen nun eigentlich die gestaltende Kraft ausgeht und welche andern Organe bloß passiv umgebildet werden*. Diese Frage läßt sich beantworten durch vergleichende Beobachtung der Blütenteile während ihrer Entwicklung. Es läßt sich feststellen, daß außer den Staubbeuteln und dem festgefügteten Kelchgewölbe namentlich der Stempel durch die verschiedene Gestalt seines Querschnittes aktiv wirkt. Passiv sind dagegen die Filamente, die Petalen und namentlich die Nektarien. Durch vergleichende Beobachtung mit dem Ziele der Aufstellung von Reihen nach dem Grade der Aktivität gelangen wir schließlich zu *letzthin aktiven Merkmalen*, die nun, als nicht weiter mechanisch beeinflußt, den vererbten Charakter der Blüte und ihre Verwandtschaft mit andern am klarsten zum Ausdruck bringen, die demnach als wertvolle *Hilfsmittel der Systematik* dienen können. Es führt zu nichts, wenn ein beliebiges Merkmal der Blüte, sei es nun die Narbengestalt oder die Zahl und Stellung der Nektardrüsen, herausgegriffen wird: ein darauf errichtetes System wird immer ein sehr „künstliches“ sein. Nur ein genaues Studium der Entwicklungsgeschichte, das darauf ausgeht, die mechanische Beeinflussung der Blütenteile festzustellen und so endlich die mechanisch nicht weiter beeinflussen, die *letzthin aktiv formbildenden Merkmale* zu isolieren, hat Aussicht, dem hohen Ziel einer natürlichen Gruppierung der Gewächse näher zu kommen. Die Anwendung dieser Grundsätze auf die Systematik der Cruciferen hat recht brauchbare Ergebnisse gezeigt, trotzdem diese Anwendungen auf Systematik gewissermaßen nur ein Nebenprodukt meiner Untersuchungen waren. In meiner blütenbiologischen Monographie der Gattung *Arabis* habe ich dann die dargelegten Prinzipien auch auf die Artgruppierung angewendet. Hier erwiesen sie sich namentlich fruchtbar. Die so gewonnene Artgruppierung zeigte auffallende Übereinstimmung mit Systemen, die auf ganz anderen Einteilungsprinzipien beruhen, z. B. mit der Einteilung *Prantls* und dem auf dem Vorkommen von Myrosinzen basierenden System *Schweidlers*.

*

Zum Schlusse noch ein Wort über die *ökologische Bedeutung* dieser Dinge: Von allen Anpassungserscheinungen haben wohl stets diejenigen in der Blütenregion am meisten interessiert, weil hier der zweckmäßige Charakter der Anpassung besonders klar in Erscheinung tritt. Man kann nun bei den Blüten vielleicht ganz gut von einer inneren und einer äußeren Anpassung sprechen. Die *innere Anpassung*: das wundervolle Ineinandergreifen all jener Falten, Zähne und Verknöpfungen, das

diese Vorrichtungen eben erst funktionsfähig macht, ist das, was namentlich unser Staunen erregt. Sie ist aber doch lediglich die Folge der durch den Knospendruck hervorgerufenen Deformation der Blütenteile. Wir müssen hier noch bedenken, daß Blütenteile, die in der Knospe dicht über- oder nebeneinander lagen, durch späteren ungleichen Längenzuwachs weit auseinandergerückt werden können. Wenn sie dann trotz ihrer Entfernung noch gewisse räumliche und gestaltliche Übereinstimmungen aufweisen, so kann uns das nicht wundern. So wird ein Sporn, wenn seine erste

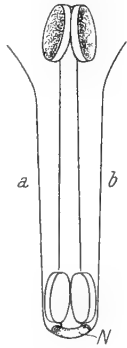


Fig. 13. Das Gesetz von *Jordan*: die Honigdrüsen liegen im Grunde der „Blüteneingänge“. Bei *a* und *b* benachbarte Blütenteile, Petala, Filamente usw., *N* ringförmige Honigdrüse. Das Staubblatt ist in seiner Knospengestalt und auch in der definitiven Form gezeichnet.

Anlage durch Druck eines Staubblattprimordiums entstanden ist und dieses selbe Staubblatt nach seiner späteren Streckung eine Beutelhöhle in der Blüte zurückgelassen hat, doch selbstverständlich in seiner Lage mit dieser Beutelhöhle, die dann später als Blüteneingang dient, eine räumliche Übereinstimmung zeigen. So erklärt sich auch der Satz von *Jordan*, der uns zunächst auffallend genug erscheinen mag: daß nämlich die Honigdrüsen der Blüten gerade unter den Röhren und Kanälen liegen, die den Besuchern als Zugänge dienen: Die Nektarien sind, wie schon *Bayer* betonte, die passivsten Teile der Blüte. Sie bilden sich da, wo auf dem Blütenboden noch genügend Raum disponibel ist. Das ist namentlich um die Staubblätter herum der Fall, denn diese Partien des Blütenbodens werden von den früh entwickelten Beuteln überwältigt und so vor jedem Druck seitens anderer Blütenteile bewahrt. Werden die Beutel später durch Filamentstreckung gehoben, so ist es klar, daß die von ihnen zurückgelassenen Beutelhöhlen, eben jene oft sehr langen röhrenförmigen Blüteneingänge, direkt über den Drüsen liegen müssen (Fig. 13).

Als äußere Anpassung können wir nun die Tatsache bezeichnen, daß diese Blütenplastik, das fertige Ergebnis mechanischer Beeinflussung der einzelnen Organe, nun auch wirklich dem Körper des besuchenden Insektes angepaßt ist. Nun zeigt zunächst ein etwas genaueres Zusehen, daß dies selbst bei höchst organischen Blumen durchaus nicht so häufig der Fall ist, wie man bisher geglaubt hat. Neben den viel bewunderten Zweckmäßigkeiten im Blütenbau kommen auch sehr viele nutzlose, ja sogar entschieden schädliche Merkmale vor: fehlender Nektarschutz, Vorrichtungen, die von den in Betracht kommenden Besuchern gar nicht mehr in Bewegung gesetzt werden können, ja ich neige zu der Ansicht, daß diese Merkmale im ganzen ebenso häufig sind wie die zweckmäßigen!

Dann würde sich eines der schwierigsten Probleme, das Problem der Zweckmäßigkeit des Blütenbaues, sehr einfach durch Zurückführung auf zwei Erscheinungen

lösen lassen: auf die mechanisch bedingte innere Anpassung der Teile und auf Selektion: die besuchenden Insekten verstehen es eben, die durch die Entwicklungsgeschichte fest gegebenen Vorrichtungen der Blüte zu benutzen und diejenigen Blüten auszuwählen, die ihren Körperformen zusagen. Diejenigen Blumengestalten aber, die so unzweckmäßig aus der Knospenentwicklung hervorgehen, daß erfolgreicher Insektenbesuch schlechterdings nicht mehr möglich ist, werden auf dem Wege der Selektion ausgemerzt. Ich wage es nicht, diese Auffassung als meine feste Überzeugung zu bezeichnen, bevor ich noch mehr Erfahrungen über die Entstehung und die Funktion der Phanerogamenblüte gesammelt habe, aber ich glaube doch, dargetan zu haben, daß das Studium der mechanischen Faktoren, welche die Blütenbildung beeinflussen, sehr wohl geeignet ist, auch die schwierige Frage der organischen Anpassung, wenn dieselbe mit realen Mitteln überhaupt lösbar ist, ihrer Lösung einen Schritt näher zu führen.

Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung.

Von Prof. Dr. Adolf Steuer, Innsbruck.

(Schluß)

Wenn bisher von Phytoplankton gesprochen wurde, so waren damit nur jene verhältnismäßig großen Planktonalgen gemeint, welche mit den üblichen feinen Seidennetzen gefangen werden können; wir rechnen sie daher zum Netzplankton. Vor nicht allzu langer Zeit hat uns aber *Lohmann* mit einer ungeahnten Formenvielfalt aller kleinster Planktonten, mit den sog. Zwerg- oder Nanoplanktonten, bekannt gemacht, die wegen ihrer Kleinheit beim Fischen mit Seidennetzen die Netzmaschen leicht passieren können. Um sie zu fangen, müssen besondere Methoden angewandt werden (Filtration und Zentrifugieren des Seewassers).

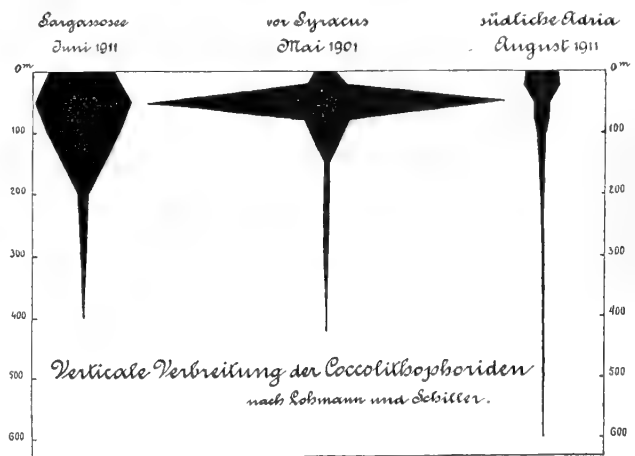


Fig. 11.

Nach den im Süßwasser gemachten Erfahrungen war die Erwartung berechtigt, in der Adria werde der erwähnte verhältnismäßige Mangel an Netzphytoplankton durch um so größere Mengen von Nanoplankton reichlich aufgewogen. *Schiller* kam aber zu dem befremdenden Resultat, daß das Nanoplankton in der adriatischen Hochsee genau so spärlich vorhanden ist wie das Netzplankton (Fig. 11). Die häufigsten Komponenten des adriatischen Nanoplanktons sind die schon eingangs (vgl. Fig. 2, 3) erwähnten Coccolithophoriden, eine

artenreiche Gruppe beschalter Flagellaten, von denen die ersten Arten im Adriaplankton erst vor 10 Jahren von mir beobachtet wurden.

In der oberflächlichen Nährschicht finden sich neben Algen auch bereits tierische Planktonten. Man hat all diese, größtenteils kleinen, nur in der obersten, hell beleuchteten Meeresschicht lebenden Planktonten wohl auch Phaoplanktonten genannt und unterscheidet Phaoplanktonten der Hochsee und solche der Küstenregion, oder ozeanische und neritische Phaoplanktonten. Zahlreiche Tiere, welche im erwachsenen Zustande auf dem Meeresgrunde oder knapp über demselben, zumeist in Küstennähe, leben, verbringen ihre Jugend als neritische Planktonten (Larven von Krebsen, Würmern, Echinodermen, Eier und Larven vieler Fische). Um die Ausbreitung der neritischen und ozeanischen Phaoplanktonten in den einzelnen Jahreszeiten genauer kennen zu lernen, stellte ich nach den schon an Bord ausgeführten

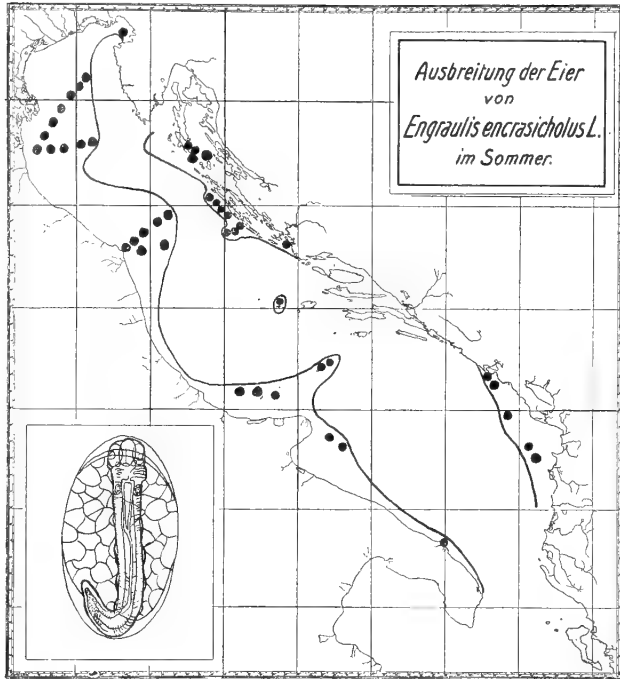


Fig. 12.

Untersuchungen der vorerwähnten „Stundenfänge“ Verbreitungskarten charakteristischer Vertreter des Phaoplanktons her. Aus ihnen ist folgendes zu ersehen. Die Eier der bekannten Anchovis finden sich immer nur in Küstennähe; dort also sind die Laichplätze dieser wertvollen Speisefische (Fig. 12). Wo wir im Flachwasser keine Eier fanden, waren sie entweder von dem nordwärts ziehenden Hochseestrom fortgeschwemmt (istrianische Küste), oder aber wir waren nicht nahe genug an die Küste herangefahren, wie z. B. in der Gegend von Brindisi, wo (nach meinen Untersuchungen aus dem Jahre 1905) Anchovis sicher laichen. An den Larven der Heuschreckenkrebs (Fig. 13) läßt sich sehr schön verfolgen, wie die jüngsten Stadien im Frühling im Küstenwasser auftreten und erst später im Sommer die heranwachsenden Larven sich auch über die Hochsee ausbreiten. Von den beiden marinen Cladozergen Gattungen *Podon* und *Evadne* ist die erstere ausgesprochen neritisch, während unter den *Evadne*-Arten die gemeinste *Evadne spinifera* sich am weitesten auf die offene See hinauswagt (Fig. 14).

Der Lebenszyklus dieser Krebschen verläuft bekanntlich so, daß nach meist sehr vielen parthenogenetischen

Generationen (während welcher somit die reiche Nachkommenschaft der Weibchen immer nur aus unbefruchteten Eiern [Subitaneiern] hervorgeht) plötzlich Männchen auftreten. Die nach erfolgter Begattung aus dem

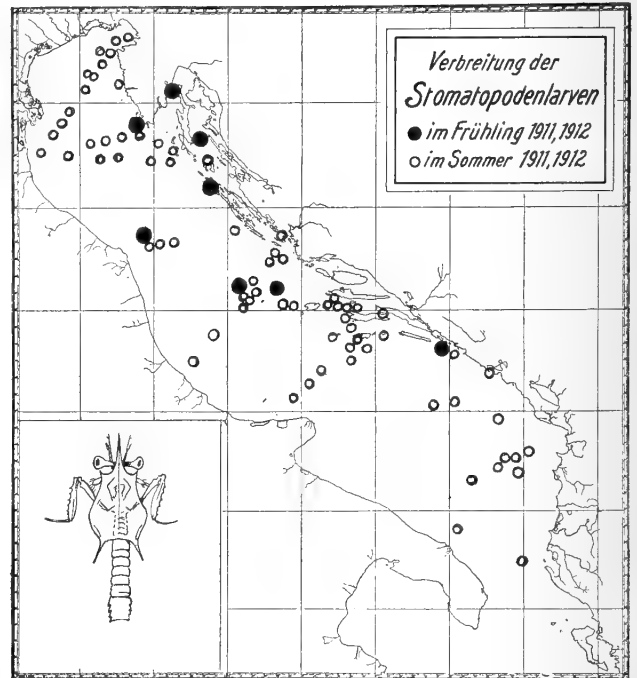


Fig. 13.

Brutraum der Weibchen austretenden „Dauereier“ sinken zu Boden und erst nach kürzerer oder längerer Zeit, während welcher die Elterntiere längst abgestorben sind, schlüpfen aus den Dauereiern junge Krebschen, die sich,

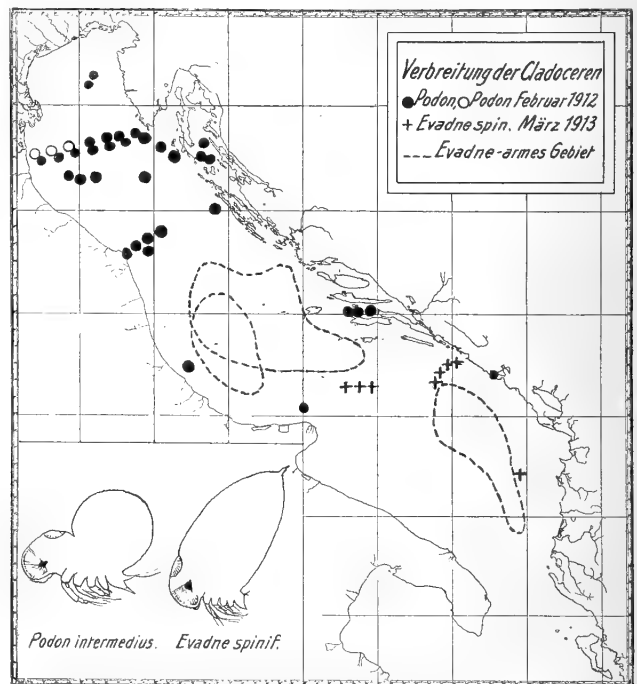


Fig. 14.

herangewachsen, zunächst wieder nur parthenogenetisch fortpflanzen. Jede der adriatischen Cladozergenarten hat nun eine mehr oder minder bestimmte, zeitlich beschränkte Schwärmzeit. Nach den sorgfältigen Unter-

suchungen unserer Schülerin B. Kajdič (Fig. 15) können wir mitten im Winter in größter Volkszahl *Podon intermedius* antreffen, während in das erste Frühjahr die Schwärmzeit der *Evadne nordmanni* fällt; beide Tiere

Mittelmeer in die Adria eingeschwemmt wird (vgl. Fig. 14). Man könnte voreilig daraus schließen, daß die Art in der Adria nicht endemisch ist, sondern alljährlich aus dem Süden importiert werden muß, wenn es nicht

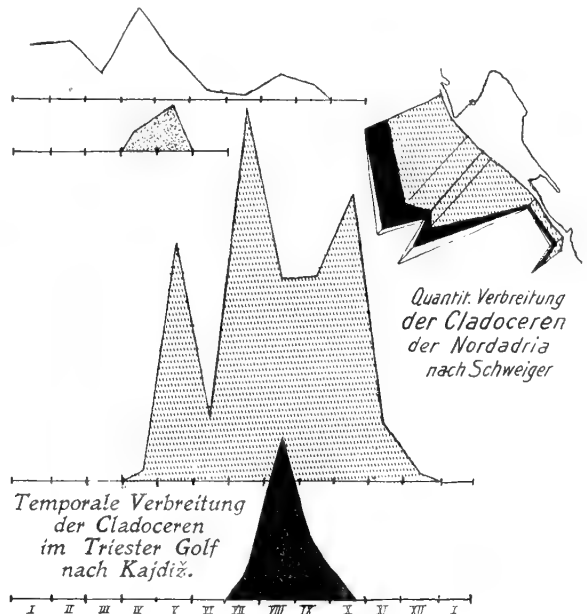
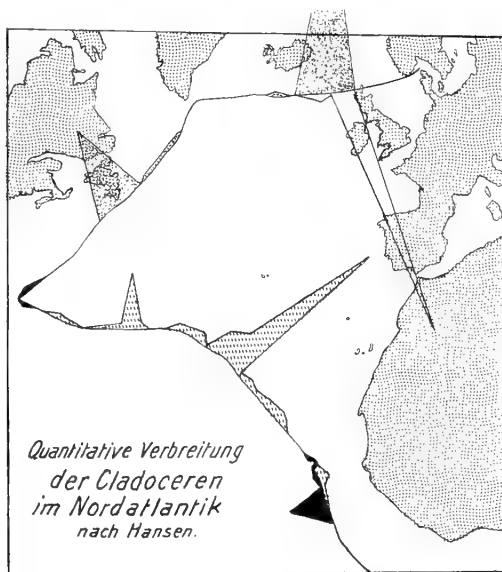


Fig. 15.

Podon intermedius (weiß), *Evadne nordmanni* (punktiert), *Evadne spinifera* (schraffiert),
Evadne tergestina (schwarz).

bewohnen im Atlantischen Ozean die kalten Nordströme, während die typische Warmwasserform des Atlantik, *Evadne tergestina*, auch im Triester Golf nur in der wärmsten Jahreszeit erscheint. *Evadne spinifera*, die

unserer Schülerin L. Schweiger geglückt wäre, unter wohlgezählten 2154 Weibchen eines mit einem Dauerei zu finden; und dieses eine Exemplar stammte bezeichnenderweise aus dem Quarnero, der, wie früher schon

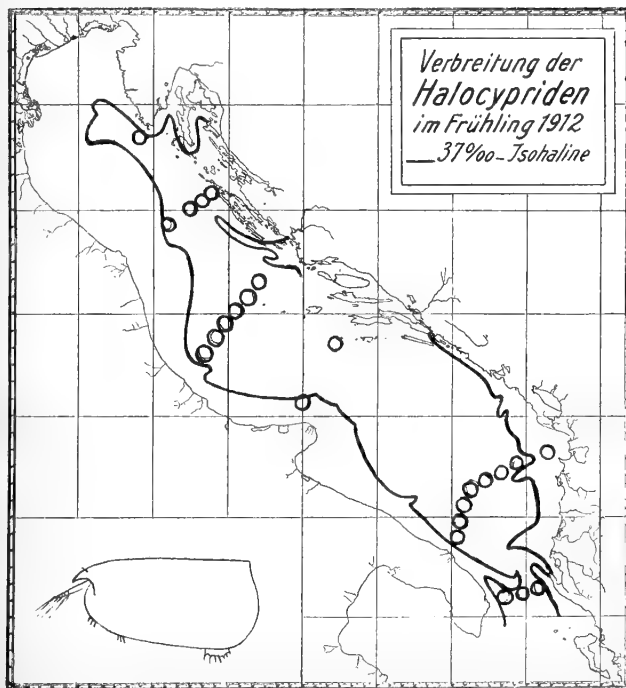


Fig. 16.

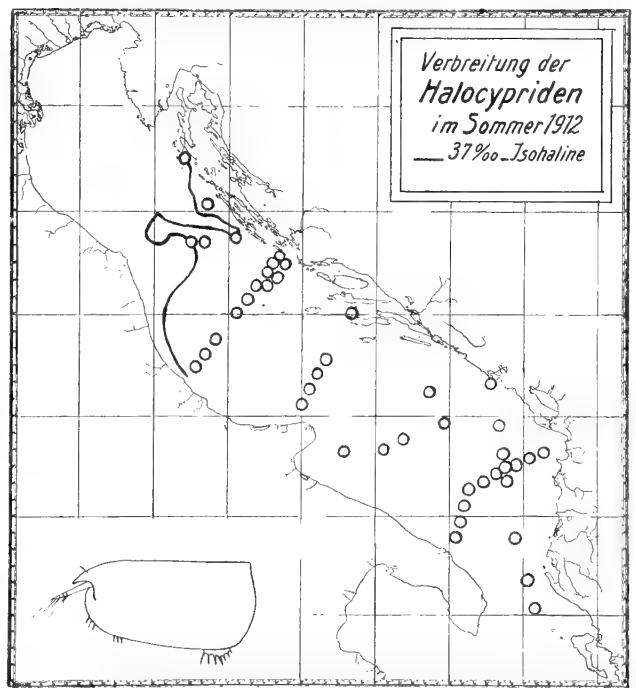


Fig. 17.

eingangs erwähnte Charakterform der Sargassosee, ist auch in der Adria die häufigste Cladozere und fehlt nur im strengsten Winter. Im ersten Frühjahr kann man beobachten, wie sie durch das Hochseewasser aus dem

erwähnt wurde, biologisch eine Sonderstellung einnimmt.

Als Beispiel rein ozeanischer Phaoplanktonten mögen Muschelkrebse aus der Gruppe der Halocypriden namhaft gemacht werden (Fig. 16, 17). Die Beobachtungen

im Frühling und Sommer 1912 zeigen, daß sie sich streng an das salzreiche Hochseewasser halten und daß ihrer Ausbreitung die 37‰-Isohaline eine Grenze setzt. Wir sehen auch, daß das Hochseewasser und mit ihm die Verbreitungsgrenze der Muschelkrebse im Frühling weiter nordwärts reicht als im Sommer. Erst im Winter, bei maximaler Ausbreitung des Mittelmeerwassers, pflegen die Halocypriden im Triester Golf zu erscheinen¹⁾.

Ebenfalls zum Phaoplankton zu rechnen ist die eigenartige Lebewelt der sog. Tierströme oder Zoocorrenten, die indessen in der Adria bisher nur während der *Virchow*-Fahrten im Jahre 1909 von B. Schröder und mir genauer untersucht wurde; ein weiteres Ergebnis dieser Fahrt ist ferner das erstmalige genauere Studium des adriatischen Brackwasserplanktons im Prokljansee bei Sebenico.

Unterhalb der phaoplanktonischen Zone, bis etwa zu 500 m Tiefe breitet sich das Knephoplankton aus. Dahin gehören nach *Lo Bianco* z. B. die Eier eines Tiefseefisches *Macrurus*, dessen entsprechend beschränkte Verbreitung die folgende Kartenskizze vorführt (Fig. 18).

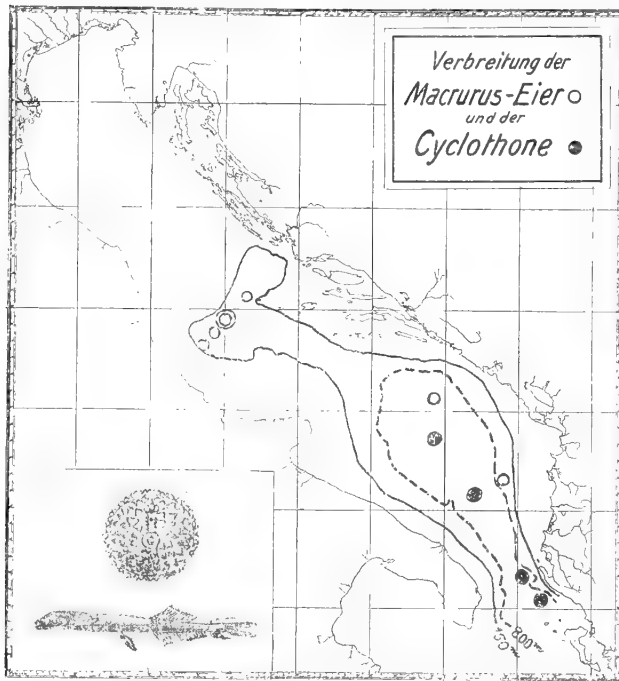


Fig. 18.

Ein Tiefsee- oder Skotoplankton endlich, das von 500 m Tiefe bis zum Meeresgrunde lebt, wurde eigentlich erst während der *Najade*-Fahrten in unserer Adria festgestellt. Große Radiolarien, eine Meduse *Aegineta flavescens*, große knallrote Krebse, wie *Acantheephyra* und *Gonodas*, die Tiefseefische *Argyropelecus*, *Cyclothone*, *Omosudis*, *Stomias* sind Charaktertiere dieser Tiefseeregion.

Das Plankton erfüllt nicht in gleicher Dichte das adriatische Hochseewasser bis hinab in die tiefsten Zonen. Es findet sich vielmehr, namentlich deutlich im Südbecken, eine planktonarme Mittelzone, deren Wasser sich vielfach durch höhere Temperatur, Salzreichtum und

Sauerstoffmangel auszeichnet. Das ist offenbar das in die Tiefe abgesunkene Oberflächenwasser des östlichen Mittelmeeres, das teilweise nach der Adria, hauptsächlich nach dem westlichen Mittelmeer abfließt (vgl. Fig. 6). Vielleicht wird sich aus diesen hydrographischen Verhältnissen, die von der dänischen *Thor*-Expedition und dem österreichischen Ozeanographen Prof. *Grund* klar gestellt wurden, die auffallende Planktonarmut der erwähnten Mittelzone in der Adria ableiten lassen.

Noch eine andere interessante Frage mag kurz gestreift werden, ich meine die Frage der sog. Borealtypen in der Adria. Die *Virchow*-Fahrten haben ergeben, daß in den kühlen, ausgesüßten Küstenwässern der Nordadria gewisse Krebschen leben, deren Heimat in den Nordmeeren zu suchen ist. Da die Deutung, die wir im Anschlusse an den Agramer Zoologen L. *Car* diesen Funden gaben, angezweifelt wurde, hat unser Schüler, Herr F. *Früchtl*, diese Borealtypen oder Glazialrelikte abermals genauer nach dem Materiale der letzten *Virchow*-Fahrt untersucht. Zählungen der einzelnen Individuen haben bewiesen, wie sehr besonders eine der Arten in ihrer Verbreitung auf ein bestimmtes Wohngebiet angewiesen ist. *Früchtl* konnte auch bestätigen, daß die Borealtypen richtige Zwergformen sind, während die übrigen adriatischen Planktonkopepoden bald ebenfalls auffallend kleiner, bald gleich groß sind wie die anderswo gefischten Individuen derselben Art. Auffallenderweise sind nur die nordadriatischen Kopepoden in der Mehrzahl kleiner. Es liegt die Annahme nahe, daß die Zwergformen Stämmen angehören, die schon längere Zeit, vielleicht durch viele Generationen, dort leben, wo sie gefunden wurden, während die großen Individuen erst kürzlich aus dem Süden eingeschwehmt wurden. Dieser Import vollzieht sich — bei gewissen Arten zum mindesten — in mehrjährigen Intervallen. So nahmen z. B. die schon früher erwähnten Cymbulien seit dem Jahre 1909 ständig an Zahl ab und sind gegenwärtig aus der ganzen Adria verschwunden.

Da diese Flügelschnecke bisher nur im westlichen Mittelmeer und in der Adria gefunden wurde, könnte man annehmen, daß im letzten Jahre abnorm viel Wasser aus dem (planktonarmen) Ostbecken in die Adria floß. Allein nach freundlicher Mitteilung des Kollegen *Cerruti* ist *Cymbulia* auch im Neapler Golf in den letzten zwei Jahren nur in geringer Zahl gefunden worden. Wir ersehen aus diesem ein Beispiel, wie notwendig synchrone, durch längere Zeit fortgeführte biologische Beobachtungen im Mittelmeerbecken wären.

Mit dem Verschwinden des einen Pteropoden ging eine allgemeine Verarmung des gesamten Adriaplanktons parallel. Es wäre nun interessant, den Moment festzustellen, wann und unter welchen äußeren, meteorologischen und hydrographischen Bedingungen die Neubesiedelung wieder einsetzt. Da derartige Schwankungen im Planktongehalt offenbar auch die Ergebnisse der praktischen Fischerei beeinflussen (statistische Daten darüber liegen mir leider noch nicht vor), hätte eine weitere Verfolgung dieser Frage wohl mehr als rein wissenschaftliches Interesse.

Trotzdem scheint mir eine Ausdehnung der Terminfahrten auf weitere Jahre, wie beabsichtigt ist, vollkommen unökonomisch, solange das bisher gesammelte riesige Material nicht annähernd vollständig und sorgfältig bearbeitet ist¹⁾.

Und damit kommen wir zum wunden Punkt der ganzen offiziellen Adriabiologie. Seit dem Sommer des Jahres 1894, als S. M. S. *Pola* zur Vornahme hydrographi-

¹⁾ Bedauerlicherweise sind die von mir im Jahre 1899 inaugurierten kontinuierlichen Planktonuntersuchungen an der Triester zoolog. Station nicht als obligate Arbeiten dieses Institutes eingeführt worden; sie wären gerade während der Terminfahrten eine willkommene Ergänzung der auf den Fahrten gesammelten Beobachtungen.

¹⁾ Zur Ausfüllung der Lücke in den Beobachtungen würden kurze Rekognoszierungsfahrten mit irgendeinem kleineren Dampfer ausreichen.

Übersicht über die Bearbeitung des auf 28 Forschungsfahrten in der Adria gesammelten Planktonmaterials.

Deutschland		Österreich		
Plankton-Expedition in den Atlantik 1889 (als Muster)	3 „Virchow“-Fahrten 1907, 1909, 1911 deutsche zoolog. Station Rovigno	1 „Pola“-Expedition 1894 k. Akademie d. Wissensch. Wien	13 „Argo“-Fahrten 1904—1907 Verein z. Förderg. d. natw. Erforschg. d. Adria Wien ¹⁾	11 „Adria“-Fahrten 1908—1910
Bakterien				
Schizophyceen	B. Schröder, Breslau			
Bacillariaceen	B. Schröder, Breslau			
Silicoflagellaten	B. Schröder, Breslau			
Peridinales	B. Schröder, Breslau			
Pyrocysteen	B. Schröder, Breslau			
Flagellaten	B. Schröder, Breslau			
Chlorophyceen	B. Schröder, Breslau			
Radiolarien	G. Stiasny, Triest-Wien			
Foraminiferen	G. Stiasny, Triest-Wien			
Tintinnen	H. Laackmann, Leipzig-Posen			
andere Infusorien	O. Schröder, Heidelberg.			
Anthozoen				
Acalephen				
Hydromedusen	V. Neppi, Triest			
Siphonophoren				
Ctenophoren				
Echinodermenlarven				
Turbellarien				
Chaetognathen		Ritter-Zahony.		
Pelag. Würmer		Wien-Görz		
Pelag. Wurmlarven	G. Stiasny, Triest-Wien			
Ostracoden	L. Schweiger, Innsbr.			
Copepoden	A. Steuer, Innsbruck	A. Steuer, Innsbruck		
Amphipoden	A. Steuer, Innsbruck			
Cladoceren	L. Schweiger, Innsbr.			
Cirripedien				
Isopoden				
Cumaceen				
Stomatopodenlarven	A. Steuer, Innsbruck			
Decapoden u. Schizo- poden		T. Adensamer, Wien		
Halacarinen				
Muschellarven				
Schneckenlarven		A. Oberwimmer, Wien		
Heteropoden	J. Kalkschmid, Innsbr.	A. Oberwimmer, Wien		
Pteropoden	A. Steuer, Innsbruck	A. Oberwimmer, Wien		
Cephalopoden				
Appendicularien	E. Übel, Innsbruck			
Thaliaceen u. Pyro- somen	A. Sigl, Innsbruck	A. Sigl, Innsbruck		
Fische				

Publikationen über vollständig, teilweise bearbeitete Gruppen.

¹⁾ Siehe Anm. 1 Seite 1174, Sp. 1.

scher und biologischer Forschungen in der Adria kreuzte, wurden in diesem Gebiete mehrfach größere und kleinere Fahrten unternommen, auf welchen mehr oder minder eifrig gefischt worden war, namentlich Plankton, und die Intensität, mit der die wissenschaftliche Bearbeitung dieses Materials betrieben wurde, mag uns als Maßstab dienen für die Leistungen der adriatischen Hydrobiologie überhaupt. Wie es mit der durch Publikationen beglaubigten Bearbeitung des seit dem Jahre 1894 bis zum Beginn der italienisch-österreichischen Terminfahrten von 4 Schiffen auf 28 Fahrten in der Adria gefischten Planktonmaterials aussieht, zeigt die vorstehende Tabelle¹⁾.

Es wäre ohne Zweifel naheliegender und weit ökonomischer gewesen, wenn man von österreichischer Seite zunächst für die Aufarbeitung des brachliegenden, älteren biologischen Materials Vorsorge getroffen hätte, statt um unverhältnismäßig viel Geld wieder nur noch weiteres Material zusammenzufischen, dem das gleiche Schicksal droht.

Daß man auch heute noch willige Spezialforscher findet, welche trotz des allgemeinen Materialüberflusses Bearbeitungen übernehmen, beweisen die Ergebnisse der von der deutschen zoologischen Station in Rovigno unternommenen *Virchow*-Fahrten in der nördlichen Adria, worüber bereits 15 Spezialuntersuchungen vorliegen. Und daß man nicht gerade auf die Anteilnahme von Montenegrinern und Türken²⁾ zu rechnen braucht, daß sich in Österreich noch gegenwärtig, besonders unter der akademischen Jugend, Biologen finden lassen, die zu ehrlicher Mitarbeit stets gerne bereit sind, davon zeugt die stattliche Zahl einschlägiger Abhandlungen

¹⁾ Diese Tabelle bedarf keiner weiteren Erklärung; im Gegensatz zu ihr scheinen die im folgenden wörtlich angeführten Behauptungen zu stehen:

„Das reiche Material dieser und der früheren Fahrten („Argo“-Fahrten) ist größtenteils bereits verarbeitet und es befinden sich die betreffenden Publikationen in Vorbereitung“ (5. Jahresbericht des unter dem Protektorat Sr. k. u. k. Hoheit des Herrn Erzherzogs *Franz Ferdinand* von Österreich-Este stehenden „Vereines zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria“ in Wien 1907, S. 6. Vgl. außerdem die auf die Bearbeitung des Planktonmaterials und ihre Publikation bezüglichen Behauptungen *C. I. Coris* ebenda, 2. Jahrg. 1905, S. 25; 3. Jahrg. 1906, S. 16; 5. Jahrg. 1907, S. 14.)

„Auf diesen ersten Fahrten („Argo“-Fahrten) wurden nicht weniger als 340 Planktonproben gewonnen, die später der zoologischen und botanischen Bestimmung unterworfen wurden. Aber auch die organische Welt des Meeresgrundes wurde durch Schleppnetzzüge emporgebracht, wissenschaftlich bestimmt und bildete gute Bausteine zur Kenntnis des adriatischen Benthos . . .“

„Die biologischen Ergebnisse (der „Adria“-Fahrten) liegen in mehreren Einzelberichten vor, harren aber noch der einheitlichen Zusammenfassung.“ (*Wiesner J. v.*, Österreichische Adriaforschung, in: Österr. Rundschau Bd. 35, Heft 3, 1913, sowie „Denkschrift des Vereines zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria“, Wien 1913.)

Zur Bewältigung der nach diesen Behauptungen geleisteten Arbeit müssen mindestens 20 Spezialisten jahrelang tätig gewesen sein. Publikationen mit Belegen hierfür konnte ich nicht auffinden, was aus der Tabelle hervorgeht.

²⁾ Im 8. Jahresbericht des mehrfach erwähnten Adria-Vereines (1910) liest man S. 6: „Es sind Schritte unternommen worden, auf daß alle Adrialänder: Italien, Österreich, Ungarn, Montenegro und die Türkei an der Adriaforschung Anteil nehmen; es erfordert ja ein einheitliches Meer eine einheitliche Erforschung.“ Es ist mir nicht bekannt, daß die beiden letztgenannten Staaten jemals an der Adriaforschung aktiv beteiligt gewesen wären.

der Mitglieder jenes zoologischen Instituts, dem anzugehören ich die Ehre habe.

Es war naheliegend, bei der wissenschaftlichen Bearbeitung hydrobiologischer Fragen in erster Linie an die Mithilfe der zoologischen Stationen zu denken. In unserem Arbeitsgebiete ist leider von dieser Seite gegenwärtig nicht viel zu erwarten, da das wissenschaftliche Personal durch administrative Sorgen oder geschäftliche Verpflichtungen allzusehr von intensiver wissenschaftlicher Arbeit abgehalten zu sein scheint. In Deutschland ist für die Bearbeitung des auf den Terminfahrten in deutschen Meeren gesammelten Materials ein besonderes, selbständiges Laboratorium, und zwar in Kiel eingerichtet worden, und Ähnliches würde sich auch in Österreich mit geringen Kosten erreichen lassen. Daß man auch, wenn man will und kann, mit sehr bescheidenen Mitteln Bedeutendes zu leisten vermag, lehrt *Wesenberg-Lunds* Laboratorium in Frederiksdal in Dänemark. Aus diesem winzigen Holzgebäude, dem einstigen Decklaboratorium des dänischen Expeditionsschiffes „Ingolf“, sind wohl die schönsten hydrobiologischen Arbeiten der letzten Zeit hervorgegangen, — freilich nicht gerade deshalb, weil *Wesenberg-Lund* mit so bescheidenen Mitteln arbeiten mußte, sondern obwohl er keinen ausreichenden wissenschaftlichen Apparat zur Verfügung hatte. So wie jenes Laboratorium des bedeutenden dänischen Hydrobiologen nach seinen Leistungen als Musterinstitut dienen sollte, möchten wir auch die mehrfach erwähnte dänische Mittelmeerexpedition des „Thor“ nach den von ihr erzielten wissenschaftlichen Erfolgen als mustergültig hinstellen. *J. Schmidt* hatte z. B. in stiller, gediegener Gelehrtenarbeit die schwierige Aalfrage im Mittelmeergebiet in glänzender Weise bereits gelöst, als die zwei staatlichen Adriakommissionen auf einer Konferenz in Monaco den Fragen der praktischen Fischerei und darunter auch dem Problem der Aalbiologie eben erst näher zu treten trachteten.

Die Bedeutung, welche hydrobiologische Forschungen für die praktische Fischerei — unter gewissen, unerläßlichen Vorbedingungen — erlangen können, ist oft erörtert worden. Die für die Praxis verwendbaren Ergebnisse mariner Forschung sind ja gewissermaßen die vielversprochenen Zinsen³⁾ der oft sehr bedeutenden Kapitalien,

³⁾ Im „Aufruf“ des Adriavereines wird versprochen: „Nebst der Lösung wissenschaftlicher Fragen würde sich eine Reihe praktischer Erfolge ergeben, wie vor allem die auf sicherer Grundlage beruhende Verwertung des unerschöpflichen Fischreichtums des Meeres, ein wirtschaftliches Moment, dessen eminente Bedeutung für den Volkswohlstand in allen Ländern anerkannt wird.“ (1. Jahrg. des Jahresberichts für 1900.)

„Speziell in zoologischer Beziehung wird beabsichtigt, . . . exakte Beobachtungen über die für die Seefischerei belangreichen Verhältnisse der Ernährung, der Wanderung, der Laichzeiten und Laichplätze anzustellen.“ (Ebenda S. 11.)

Das „Referat über die in der Adria vorzunehmenden ichtthyologischen Forschungen und Studien“ von *Steindachner* betrifft hauptsächlich das Studium adriatischer Clupeiden. (Ebenda S. 12, 17—19.)

Über die erzielten Resultate wird behauptet:

„Der Verein hat . . . spezielle Fragen der praktischen Fischerei studieren lassen, so insbesondere die Laichzeit und die Laichverhältnisse des Flunders . . . Ferner wurden auch Versuche mit einem neuen Zucht-bassin zur Aufzucht von marinen Jungfischen und künstlich befruchteten Eiern gemacht, . . . die in volkswirtschaftlicher Hinsicht zu schönen Hoffnungen berechtigen.“ (2. Jahrg. für 1904, S. 8.)

„Im Interesse der Fragen praktischer Fischerei wurden . . . die Untersuchungen über Laichzeit, Gewichtsverhältnisse und Nahrung des Flunders, sowie die Ver-

welche für die marine Biologie auch aus Steuergeldern geopfert werden. Es ist ein gutes Recht des Staates, zu verlangen, daß diese in Aussicht gestellten „Zinsen“ den Fischern richtig in irgendeiner Weise ausgezahlt werden. Wenn man nun, nach dem ersten Dezennium offizieller Adriaforschung unsere Fischer fragen würde, ob sich bei ihrem mühevollen Gewerbe eine Verzinsung der aufgewendeten Summen irgendwie bemerkbar macht, ich fürchte, die Antwort wäre ein ebenso vielsprachiges wie einstimmiges: Nein!

Um uns über die Ziele und Wege der künftigen biologischen Mittelmeerforschung klar zu werden, mußten wir an den bisherigen Leistungen Kritik üben, denn aus Fehlern lernt man. Kritisieren ist bekanntlich leicht, Bessermachen schwer. Aber vielleicht gilt auch hier die altbewährte Medizinerregel: Eine richtige Diagnose ist die halbe Therapie. Und deren zweite Hälfte besteht in diesem: ein bescheidenes Ziel sich zu setzen, den Weg dahin aber mit zäher Ausdauer zu verfolgen. Er ist beschwerlich genug, wenn man ihn im Laboratorium nach Arbeitsstunden und nicht auf Yachten nach Seemeilen abzuschätzen gelernt hat. Material verarbeiten ist wichtiger, freilich auch schwieriger, als Material fischen. „Und beim Fischen ist das wichtigste, möglichst viel wieder über Bord zu werfen!“ lehrte mich ein norwegischer Biologe.

Über Bord denn auch mit dem für die biologische Forschung unnützen Ballast undurchführbarer Programme, langatmiger Protokolle, kostspieliger Komiteesitzungen, hochamtlicher Kommissionsberichte! Trachten wir dafür anzuheuern, was an tüchtigen, arbeitsfähigen Biologen die Mittelmeerstaaten aufzuweisen haben! Sind erst von diesen „alle Mann an Bord“, dann mag die „Mittelmeerbiologie“ die Anker lichten zu glücklicherer Fahrt!

Die Physik auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.

Erste Sitzung: Montag, den 22. September 1913, nachmittags. Vorsitzender: Herr V. v. Lang (Wien). Vorträge: 1. Herr A. Korn (Berlin): „Das Elektron als pulsierendes Teilchen mit konstantem Pulsationsquantum“. Nach den mechanischen Vorstellungen Korns sind sowohl gravitierende Teilchen als auch Elektronen als pulsierende Teilchen, d. h. Teilchen aufzufassen,

suche zur Aufzucht von Jungfischen in Seewasser-Freilandbecken mit schönem Erfolg fortgesetzt.“

„Die . . . Seewasserfreilandbecken haben ergeben, daß die diesem Projekte zugrunde liegende Idee sich durchführen läßt, indem es gelang, in diesen Aquarien in einfacher Weise eine reiche Mikrofauna an Protisten und kleinen Krebsen zu züchten . . . Die vielen Algen-schwärmer . . . würden dann für die in diese Behälter eingesetzten Jungfische jene erste Nahrung bieten, die nach den bisherigen Methoden nicht zu beschaffen ist. Dann würden die Krebslarven den heranwachsenden Fischchen als Nahrungsmittel dienen.“ Die Fischzuchtanstalt scheint nach ihrem derzeitigen Zustand und Bewohner, einem jungen Alligator, zu schließen, ihren Zweck bereits erfüllt zu haben.

Über die im Jahre 1900 in Aussicht gestellten praktischen Erfolge konnte ich in der mir zugänglichen Literatur keine Angabe finden.

welche in rascher Periodizität ihr Volumen ändern. Als Wechselwirkung pulsierender Teilchen in einem für rasche Schwingungen inkompressiblen Medium ergeben sich Anziehungen bei gleichen Phasen, Abstoßungen bei entgegengesetzten Phasen, und zwar Kraftwirkungen, umgekehrt proportional den Quadraten der Zentraldistanzen. Korn hat nun bekanntlich zur Erklärung der Gravitation und der molekularen Wechselwirkungen in seiner Theorie der universellen Schwingungen angenommen, daß das Weltsystem aus einem unendlich ausgedehnten, für rasche Schwingungen nahe inkompressiblen Medium mit eingelagerten, schwach kompressiblen Teilchen bestehe; dies System ist gewisser Eigenschwingungen fähig und als Grundschiwingung ergibt sich die Pulsation der eingelagerten Teilchen, als ihre Folge das Newtonsche Gravitationsgesetz zwischen den eingelagerten Teilchen. Wenn nun auch auf diesem Wege die mechanische Erklärung der Gravitation keine wesentlichen Schwierigkeiten macht, so muß doch bei der Auffassung der Elektronen als pulsierender Teilchen irgend etwas Neues hinzukommen, damit als Wechselwirkung zwischen gleichartigen Elektronen Abstoßung, zwischen entgegengesetzten Elektronen Anziehung herauskommt. Korn hat gezeigt, daß man das richtige Vorzeichen erhält, wenn man den pulsierenden Teilchen, welche Elektronen darstellen sollen, die Bedingung auferlegt, ihre Pulsationsgeschwindigkeiten konstant zu erhalten, so daß dieselben also einerseits jedem äußeren Zwang, der auf eine Änderung der Pulsationsgeschwindigkeit hinzielt, einen großen Widerstand entgegensetzen, als auch andererseits durch Strahlung nur verschwindend wenig von der lebendigen Kraft ihrer Schwingung, ihrem „Pulsationsquantum“, verlieren. Hier ergibt sich ein merkwürdiges und interessantes Zusammentreffen mit einer Forderung der modernen Strahlungstheorien. Diese fordern, daß ceteris paribus eine Emissionsquelle, also bei Zugrundelegung mechanischer Vorstellungen schwingende Materie, um so weniger von ihrer Schwingungsenergie aussendet, je kleiner die Schwingungsdauer ist. Die Schwingungen, welche das Wesen der elektromagnetischen Erscheinungen ausmachen, sind so rasch, daß an ein Strahlen eines (z. B. ruhenden) Elektrons so wenig zu denken ist, daß man die Konstanz der Schwingungsenergie geradezu als eine Bedingung jedem elektromagnetischen Probleme zugrunde legen kann. Wenn bei den gravitierenden Teilchen eine Änderung der Pulsationsquanten je nach der Konstellation der gravitierenden Teilchen eintritt — eine Änderung, die übrigens von der Größenordnung: Radien durch Zentraldistanz klein ist — so ist dies durch den großen Zwang des Gravitationsfeldes bedingt; bei den Elektronen kann dagegen die Konstanz der Pulsationsgeschwindigkeiten als Bedingung zugrunde gelegt werden. So erhalten wir einmal eine befriedigende Erklärung elektrischer Erscheinungen, andererseits setzen wir uns auch in Übereinstimmung mit den Forderungen der modernen Strahlungstheorien. Die mechanischen Theorien der elektrischen Erscheinungen gelangen so zu einem Prinzip der Erhaltung der Individualität, welches darin seinen Ausdruck findet, daß schwingende Materie der Veränderung ihrer Schwingung einen um so größeren Widerstand entgegensetzt, je kleiner die Periode der Schwingungen ist. — 2. Herr R. Pohl (Berlin): „Über die lichtelektrische Elektronen-emission“. Nach gemeinsam mit Herrn P. Pringsheim (Berlin) angestellten Versuchen. Die Absorption des Lichtes ist in vielen Fällen von einer Abspaltung von Elektronen begleitet. Man unterscheidet das auf ein enges Spektralgebiet begrenzte Resonanzphänomen des selektiven Photoeffektes, in dem Elektronen mit ausgesprochener Eigenfrequenz durch die elektrischen

Wellen des einfallenden Lichtes in der Schwingungsebene des Lichtes in Bewegung gesetzt werden, und einen, in seinem Mechanismus noch ungeklärten, sogenannten normalen Photoeffekt, in dem zwischen der Lage der Lichtschwingung und der Bahn des Elektrons kein Zusammenhang besteht und die Elektronenemission bei einem oberen Grenzwert der Wellenlänge beginnend mit wachsender Lichtfrequenz kontinuierlich ansteigt (vgl. *R. Pohl*, diese Zeitschr. 1, 618—621, 1913). Der Vortrag behandelt die Frage, wie weit die Eigenfrequenz des selektiven und die langwellige Grenze des normalen Effektes reproduzierbar sind, um als Grundlage für theoretische Ansätze zu dienen, erläutert einige chemische Einflüsse auf die Eigenfrequenz des selektiven Photoeffektes und gibt der Vermutung Ausdruck, daß die normale Elektronenemission eine sekundäre Folgeerscheinung eines noch unbekannten, vielleicht halb chemischen Vorganges an der Grenzschicht zwischen Metall und der oberflächlichen Gashaut darstellt. — 3. Herr *J. Franck* (Berlin): „Über einen Zusammenhang zwischen Stoßionisation und Elektronenaffinität“. Nach gemeinsam mit Herrn *G. Hertz* (Berlin) angestellten Versuchen. Da weder freie Weglänge noch Ionisierungsspannung die Unterschiede der Gase mit geringer Elektronenaffinität gegenüber den elektronegativeren erklären können, so glauben *Franck* und *Hertz* die alte Hypothese der unelastischen Stöße zwischen den Elektronen und den Gasmolekülen in allen Gasen fallen lassen zu sollen. Sie untersuchen, ob etwa die Elektronen elastische Zusammenstöße mit den Atomen der Edelgase erleiden, und ob diese Stöße um so unelastischer werden, je elektronegativer das betreffende Gas ist. Beobachtungen an Helium, Wasserstoff und Sauerstoff ergaben das erwartete Resultat. Daraus folgt dann, daß die Elektronen, um die zur Ionisation nötige Energie zu erlangen, nicht mehr auf einer einzigen freien Weglänge die Ionisierungsspannung zu durchlaufen haben, sondern daß sie die dieser Spannung entsprechende Energie auf vielen freien Weglängen erreichen können. — 4. Herr *Clemens Schaefer* (Breslau): „Die träge Masse schnell bewegter Elektronen“. Nach Versuchen von Herrn *Günther Neumann*. Mit wesentlich neuer Apparatur wurden die Versuche *Bookerers* nach der Methode der gekreuzten Felder wiederholt. Es ergab sich, daß im Intervall von 0,4 bis 0,7 der Lichtgeschwindigkeit die Lorentz-Einsteinsche Theorie mit einer Genauigkeit von 1,5 Promille bestätigt wird. Für *c/m* liefern die Versuche, je nach der Art der Berechnung die Werte 1,767 bzw. 1,765 · 10⁷ elektromagnetische Einheiten in guter Übereinstimmung mit den Befunden anderer Beobachter. — 5. Herr *Clemens Schäfer* (Breslau): „Über ein zweidimensionales Dispersions- und Absorptionsproblem“. Nach gemeinsamen Untersuchungen mit *Frl. H. Stallwitz*. Das behandelte Problem ist folgendes: In ein homogenes Medium sind parallel einer ausgezeichneten Richtung Zylinder aus beliebigem Material eingelagert, und zwar derart, daß ihre Abstände klein gegen die Wellenlänge der sich in dem Medium fortpflanzenden Welle sind; außerdem ist der Radius der Zylinder klein gegen ihren Abstand angenommen. Verlangt wird, den Brechungssexponenten und Extinktionskoeffizienten zu bestimmen, und zwar, sowohl wenn die elektrische Kraft parallel als auch senkrecht zu den Zylinderachsen ist. Die Ergebnisse der theoretischen Untersuchung sind in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie vom 17. Juli 1913 mitgeteilt und entziehen sich der Wiedergabe im Referat. Als Spezialfälle der abgeleiteten Formeln ergeben sich einerseits die Wienerschen Formeln der sogenannten Stäbchendoppelbrechung, andererseits ein vollständiges Analogon zur Rayleighschen Theorie des Himmelsblaus. Der Vor-

tragende hofft durch die Ergebnisse u. a. die Braunschen Versuche über den Hertzschen Gitterversuch im sichtbaren Gebiet klären zu können. — 6. Herr *H. F. Herzfeld* (Wien): „Über die Zahl der freien Elektronen in Metallen“. Die Zahl der freien, für die Elektrizitätsleitung in Betracht kommenden Elektronen in Metallen wurde bisher nach verschiedenen Methoden geschätzt, die alle etwa dieselbe Größenordnung, etwa $\frac{1}{2}$ der Atomzahl ergaben. Der Vortragende hat nun die Zahl der Elektronen wieder nach einer neuen, auf die Thermodynamik gegründeten Methode berechnet und findet, daß sie kleiner ist als $\frac{1}{600}$ der Atomzahl. Allerdings betont er selbst, daß seine Art der Rechnung gleich allen anderen Methoden nicht unbedingt zwingend sei. — 7. Herr *L. Flamm* (Wien): „Die Messung radioaktiver Substanzen im Schutzringplattenkondensator“. Der Schutzringplattenkondensator gibt für homogene Schichten α -strahlender Substanz genau die gleiche Sättigungsstromdichte wie der unendlich ausgebreitete Parallelplattenkondensator, der für die theoretische Behandlung am geeignetsten ist. Der Vortragende hat darum in Gemeinschaft mit Herrn *H. Mache*, und zwar mit Erfolg den Schutzringplattenkondensator für radioaktive Messungen auszubilden versucht. — 8. Herr *Arthur Szarvassi* (Brünn): „Zur Elektrodynamik der Bogen- und Funkenentladung“. Der Vortragende geht von der Theorie quasi-stationärer Ströme aus, bei der man es nur mit gewöhnlichen Differentialgleichungen nach der Zeit zu tun hat und die Eigenschaften der Funkenstrecke durch eine einzige Variable beschrieben werden; als solche wählt der Vortragende die durch das Verhältnis von Stromstärke zu Elektrodenspannung definierte Leitfähigkeit der Gasstrecke. Aus der Theorie ergibt sich, daß sowohl in der Strom- wie in der Spannungskurve eines mit einer sinusförmigen elektromotorischen Kraft betriebenen Wechselstromlichtbogens die ungeraden Oberschwingungen fehlen, ein Resultat, das sich aus aufgenommenen Oszillogrammen gut bestätigen ließ. Ferner ergab die Theorie, daß ein an sich labiler Gleichstrom-Lichtbogenkreis sich durch Parallelschaltung einer Kapazität stabilisieren läßt. Endlich ergeben sich aus der Theorie für einen Kondensatorkreis mit Funkenstrecke die Werte von Periode und Dämpfung und es läßt sich zeigen, daß der Schwingungsvorgang nach einer endlichen Zahl von Schwingungen erlischt, daß also jeder Funke im Grunde als Löschfunke wirkt.

Zweite Sitzung: Dienstag, den 23. September 1913, vormittags, gemeinsam mit den Abteilungen für Mathematik, Astronomie und Geodäsie. Vorsitzender: Herr *E. Lecher* (Wien). Vorträge: 1. Herr *A. Einstein* (Zürich): „Zum gegenwärtigen Stande des Gravitationsproblems“. Eines der am genauesten geprüften Gesetze der Physik ist dasjenige von der Gleichheit der trägen und der schweren Masse der Körper. Dies Gesetz findet seinen einfachsten Ausdruck in der Aussage, daß in demselben Schwerfeld alle Körper mit gleich großer Beschleunigung fallen. Diese wohlbekannte Tatsache legt die Auffassung nahe, daß in einem Schwerfeld alles so vor sich geht, wie relativ zu einem beschleunigten Bezugssystem, das sich aber in keinem Gravitationsfeld befindet. Diese Hypothese setzt uns in den Stand, die physikalischen Eigenschaften des Schwerfeldes theoretisch abzuleiten. Man findet, daß in einem Schwerfeld (wie relativ zu einem beschleunigten Bezugssystem) die Bahnen der Lichtstrahlen krumm seien, daß also die Lichtgeschwindigkeit mit dem Orte veränderlich sei. Diese Konsequenz paßt nicht in den Rahmen der gegenwärtig als „Relativitätstheorie“ bekannten Theorie hinein, nach welcher die

Lichtgeschwindigkeit vom Orte unabhängig sein soll. Der Vortragende hat aber in einer zusammen mit Herrn *H. Großmann* verfaßten Arbeit gezeigt, daß es eine verallgemeinerte Relativitätstheorie gibt, welche mit der genannten Hypothese über die Eigenschaften des Schwerfeldes im Einklang ist. Diese Theorie führt zu der schon von *Mach* vertretenen Auffassung, daß die Trägheit eines Körpers auf einer Wechselwirkung desselben mit den übrigen Körpern beruhe (Relativität der Trägheit); es ist dies im Einklang mit der Tatsache, daß auch die Beschleunigung nur als Beschleunigung des betrachteten Körpers relativ zu anderen Körpern definiert werden kann. Im Vortrag wird parallel mit dieser Theorie die Gravitationstheorie von *Nordström* behandelt. Letztere ist formal einfacher als erstere und ist dem Schema der gewöhnlichen Relativitätstheorie angepaßt (Konstanz der Lichtgeschwindigkeit), wird aber dem Postulat von der Relativität der Trägheit nicht gerecht. — 2. Herr *W. v. Dyk* (München): „Die Kepler - Manuskripte der Wiener Hofbibliothek“. — 3. Herr *A. Korn* (Berlin): „Über telegraphische Übertragungen kinematographischer Aufnahmen“. Nach gemeinsam mit Herrn *Br. Glatzel* angestellten Versuchen. Der Vortragende zeigt die erste gelungene bildtelegraphische Übertragung einer kinematographischen Aufnahme. Da man bereits einzelne Photographien verhältnismäßig rasch und sauber telegraphisch übermitteln kann, so hat die Übertragung kinematographischer Serien keine prinzipiellen Schwierigkeiten zu überwinden; von wesentlicher Bedeutung ist nur, wieviel Zeit für solche Übermittlung erforderlich ist. Es wurden zwanzig aufeinanderfolgende Bilder einer Serie in einer Stunde übertragen in der Weise, daß fünfmal je vier Bilder zu einem Cliché vereinigt wurden. Die 20 Bilder werden dann wieder fortlaufend auf einem Kinofilm kopiert. — 4. Endlich führte Herr *H. Lehmann* (Dresden) neuere Kinematographenapparate mit optischem Ausgleich der Bildwanderung (nach dem Nebelbilderprinzip) vor und zeigte mit Vorführung der neuesten Films aus verschiedenen Gebieten, wie sich die Kinematographie als Demonstrationsmittel in der Wissenschaft verwenden lasse.

Dritte Sitzung: Dienstag, den 23. September 1913, nachmittags, Vorsitzender Herr *E. Riecke* (Göttingen), später Herr *W. Hallwachs* (Dresden). Vorträge: 1. Herr *H. Geiger* (Charlottenburg): „Zählung von α - und β -Strahlen“. Die Methode beruht auf der Auslösung von Spitzenentladungen durch das in der Nähe der Spitze vorbeipassierende α - oder β -Teilchen. Bei der experimentellen Anordnung ist in ein 2 cm weites Messingrohr durch einen Ebonitstopfen ein in eine feine Spitze auslaufender Draht axial eingeführt. Die Spitze liegt etwa 0,8 cm von einer Scheibe entfernt, die das Messingrohr abschließt. Durch eine in der Mitte dieser Scheibe angebrachte Öffnung können die zu zählenden Strahlen in den Ionisierungsraum eintreten. Das Messingrohr ist auf ein positives Potential von etwa 1200 Volt aufgeladen, während der axiale Draht mit einem Fadenelektrometer in leitender Verbindung steht. Bei Luft von Atmosphärendruck ist im allgemeinen ein Potential von 1200 Volt ausreichend, um zu bewirken, daß jedes einzelne eintretende α - oder β -Teilchen eine Spitzenentladung auslöst, und es gelingt ohne weiteres, Ausschläge zu erreichen, die 10 bis 20 Volt entsprechen. Der primäre Effekt eines β -Teilchens kann auf solche Weise auf das 10^7 -fache vergrößert werden. An einem Poloniumpräparat wurde durch Zählung eine Emission von $4 \cdot 10^3$ α -Teilchen ermittelt, eine Zahl, die mit dem aus Ionisationsmessungen abgeleiteten Werte gut übereinstimmt. Ebenso konnte festgestellt werden, daß die Zahl der

beobachteten β -Teilchen, die von einem Radium-E-Präparat ausgesendet wurden, der Aktivität dieses Präparates entsprach. Die durch die α - und β -Teilchen verursachten Fadenbewegungen am Elektrometer lassen sich bequem photographisch registrieren. — 2. Herr *Rydberg* (Lund): „Ein rationelles Dimensionssystem der physikalischen Begriffe“. — 3. Herr *R. Seeliger* (Charlottenburg): „Über elektrische Doppelschichten auf Metalloberflächen“, nach gemeinsam mit Herrn *E. Gehrcke* unternommenen Versuchen. Aus den Beobachtungen ergibt sich als Vorschrift für elektrische Messungen in gasverdünnten Räumen, in denen Metallflächen in der Nähe von Entladungen zur Verwendung kommen: Benutzung von Platin für die fraglichen Metallteile und gründliche Reinigung der Oberflächen durch kathodische Zerstäubung unmittelbar vor jeder Messung, ferner tunlichste Verkürzung der Dauer einer Messung bzw. Unterbrechung derselben durch Kathodenzerstäubungen. — 4. Herr *O. Lehmann* (Karlsruhe): „Die Quellung flüssiger Kristalle“. Flüssigkristallinisches Ammoniumoleathydrat (Schmierseife) in eine enge Glaskapillare gesaugt, wird halbisotrop, d. h. die als Blättchen zu denkenden Moleküle ordnen sich parallel der Wandung, so daß die optische Achse überall radiale Richtung hat. Bringt man die Kapillare in Wasser, so dringt dieses in die Masse ein und bedingt Hervorquellen einer Myelinform von zylindrischer Gestalt und kugeligem Ende, indem sich ein wasserreicheres Hydrat bildet, dessen Moleküle sich in gleicher Stellung zwischen die anderen einlagern. Hierdurch wird Herabminderung der Doppelbrechung auf etwa die Hälfte bedingt. Das Wachstum erfolgt durch gleichmäßige Streckung an allen Stellen ohne Änderung der Dicke. Da sich die Molekülblättchen in ihrer Ebene leicht verschieben, wird die Expansivkraft anisotrop und bedingt Gestaltsänderung, bis sie durch gleichgroßen Kapillardruck gehindert wird. Bei den scheinbar lebenden Kristallen des Paraoxyzimtsäureäthylesters genügt schon das Einkristallisieren von etwas Lösungsmittel, ähnliche Gebilde zu erzeugen. Bei der Auflösung ziehen sie sich ohne Dickenänderung wieder zusammen. Ungleichmäßige Dehnung und Schrumpfung bedingt Schlingelbewegung. Änderung der Temperatur bedingt auch Änderung des Mischungsverhältnisses von Substanz und Lösungsmittel und damit des Quellungszustandes und der Bewegungserscheinungen, die mittels des Kinematographen vorgeführt wurden. Scheinbare Bewegungen entstehen durch rasche wellenartig fortschreitende Strukturänderungen. Das Aussehen von Kristalltropfen, welche solche zeigen, erinnert an Infusorien, deren Mundöffnung mit einem lebhaft tätigen Wimperkranz besetzt ist. — 5. Herr *V. F. Hess* (Wien): „Über Neuerungen und Erfahrungen an den Radiummessungen nach der γ -Strahlenmethode“. Der Vortragende bespricht zunächst eine Modifikation des Wulfschen Strahlungsapparates, welche darauf hinzielt, die Apparate mittels verschiedener Radiumstandardpräparate in absolutem Maße auf Radium zu eichen, so daß dann jedermann mittels eines Apparates gleichen Typs instande wäre, Radiumgehaltsbestimmungen ohne geeichtes Vergleichspräparat auszuführen. Eine Schwierigkeit zeigte sich hierbei insofern, als bei diesem Apparat, wie bei allen ähnlichen, die von einem Radiumpräparat in dem Apparat erzeugte Ionisation durch die sekundären γ -Strahlen der Umgebung in verschiedenem Grade erhöht werden kann. Indessen konnte nachgewiesen werden, daß die γ -Strahlenwirkung in verschiedenen Zimmern mit verschiedenem Wandmaterial praktisch vollkommen gleich ist, solange sowohl Präparat als auch Apparat von den Wänden überall mindestens 2 m abstehen. Die Apparate werden nunmehr auf Wunsch ihrer Besitzer im

Institut für Radiumforschung in Wien mittels Standardpräparaten geeicht. Am Schluß seiner Ausführungen beschrieb der Vortragende die sehr kompensierte Anordnung einer Kompensationsmethode zur raschen Bestimmung von Radiumpräparaten nach der γ -Strahlenmethode, worauf jedoch hier nicht näher eingegangen werden kann. — 6. Herr Th. Wulf (Valkenburg): „Ergebnisse von Simultanmessungen der in der Atmosphäre vorhandenen Strahlung hoher Durchdringungsfähigkeit“. Die gleichzeitigen Beobachtungen wurden an jedem Sonnabend in stündlichen Pausen unter Benutzung Wulfscher Gammastrahlektrometer ausgeführt in Graz (Benndorf und Veith), Davos (Dorno), Wien (Hess und Kofler), Innsbruck (v. Schweidler und Kruse) und in Valkenburg, Holland (Wulf). Sie ergaben keine Bestätigung der Vermutung einer außerirdischen Quelle für die Schwankungen der Gammastrahlen. Wenn in größeren Höhen eine solche vorhanden ist, so macht sie sich doch nicht in den erdnahen Schichten der Atmosphäre bemerkbar. Die Schwankungen der Tagesmittel scheinen durch lokale Einflüsse hervorgebracht zu werden. — 7. Herr Br. Glatzel (Berlin): „Ausströmungserscheinungen von Gasen unter hohem Druck“. Nach gemeinsam mit Herrn C. Crazz ausgeführten Untersuchungen. Die Ausströmungserscheinungen von Gasen aus Düsen sind bis zu Drucken von einigen Atmosphären bereits früher von E. und L. Mach, Emden, Prandtl und seinen Schülern untersucht. Die Herren Crazz und Glatzel haben nun die Erscheinungen bei erheblich höheren Drucken von einigen 100 Atmosphären mit Hilfe der elektrischen Funkentelegraphie in Verbindung mit der Schlierenmethode nach Toepler bzw. Dvorschak studiert. Die hohen Drucke wurden mit Hilfe eines Infanteriegewehrs erzeugt, bei welchem nach dem Austritt des Geschosses die Gase unter sehr hohem Druck ausströmen. Es bildet sich dann eine Strömungsfigur, wobei die Luft in der Umgebung stark zusammengepreßt wird und infolgedessen Staulinien, ähnlich wie beim Wasser, auftreten. Um die Geschwindigkeitsverteilung innerhalb dieser Figur zu ermitteln, haben die Experimentatoren eine feine Spitze als Sonde in den Gang der Strömungslinien gebracht. An der Spitze bilden sich dann Machsche Kopfwellen, welche es gestatten, sowohl die Richtung, als auch die Größe der Geschwindigkeit an der betreffenden Stelle zu messen. Es ergab sich dabei, daß die Geschwindigkeit der Gase von der Mündung an zunächst noch zunimmt und dann allmählich sinkt. Durch Messung des Abstandes der vor der Mündung entstehenden Staulinie und deren Lagenänderung zu verschiedenen Zeiten wurde ferner der Verlauf der zeitlichen Druckänderung an der Mündung festgestellt. Hier zeigte sich die bereits früher vermutete Erscheinung bestätigt, daß der Druck an der Mündung zunächst zu- und dann abnimmt, daß das Geschloß also kurz nach dem Verlassen der Mündung noch eine weitere Beschleunigung erfährt. Ferner ergaben die Funkenphotographien, daß an der Mündung selbst Verdichtungs- und Verdünnungserscheinungen auftreten, und zwar bildet sich zunächst eine starke Verdichtung, welche bis zu einem Maximalwert zunimmt, dann allmählich in eine Verdünnung übergeht, bis sich schließlich nach längerer Zeit der normale Atmosphärendruck ausbildet. Auch diese Tatsache des Auftretens einer Verdünnung war bereits früher von C. Crazz experimentell gefunden worden. Endlich wurden noch Versuche mit Ansatzröhren im Anschluß an Versuche mit dem Maximschen Schalldämpfer angestellt, die ergaben, daß hierbei die Erscheinungen noch in mancher Hinsicht durch das Neuaufreten von z. T. reflektierten Machschen Wellen kompliziert werden. — Es folgen

jetzt eine Reihe von Vorträgen Hallenser Physiker über Fragen, die bei gemeinsamen Fahrten im Freiballon, besonders bei Hochfahrten mit den Mitteln des Aerophysikalischen Forschungsfonds Halle behandelt worden sind. 8. Herr A. Wigand (Halle): „Das ultraviolette Ende des Sonnenspektrums in verschiedenen Höhen bis 9000 m“. Das Sonnenspektrum reicht im Ultraviolett bis zu einer ganz bestimmten Grenze, die sich nach Cornu um so weiter in das Gebiet der kurzwelligen Strahlen erstrecken soll, je geringer die Luftschicht ist, die von den Sonnenstrahlen durchlaufen werden muß. Nach neueren Untersuchungen, die von Miethe und E. Lehmann mit einem vollkommeneren Spektrographen im Tiefland und im Hochgebirge bis 4560 m Höhe angestellt wurden, ändert sich jedoch die Länge des Spektrums im Ultraviolett nicht mit der Höhe des Beobachtungsortes; die letzte im Spektrum wahrnehmbare Lichtspur hat vielmehr konstant eine Wellenlänge von 291,2 μ . Der Vortragende hat diese Frage von neuem behandelt, und zwar bei Hochfahrten im Freiballon bis zu einer Höhe von 9000 m. Dabei ergab sich wieder, daß die Grenze des Spektrums im Ultraviolett von der Höhe praktisch unabhängig ist. Es gelang jedoch in den höheren Luftschichten dank der dort größeren Strahlungsintensität und im Tiefland vermöge einer Verbesserung an der Apparatur das Sonnenspektrum bis zu Wellenlängen von 289,6 μ zu verfolgen und einige neue Absorptionslinien im äußersten Ultraviolett aufzufinden. Zur Erklärung der Versuchsergebnisse wurde die Hypothese diskutiert, daß nach Lord Rayleighs Theorie die Zerstreuung des Lichtes an den Luftmolekülen oder anderen kleinen Partikeln in den oberen Luftschichten die Begrenzung des Sonnenspektrums im Ultraviolett bewirkt. Die spektrale Untersuchung der ultravioletten Strahlung des blauen Himmels ergab 289,4 μ als Wellenlänge der äußersten merkbaren Lichtspur. — 9. Herr A. Wigand (Halle): „Zusammenhang der Störungen des atmosphärischen Potentialgefälles mit den luftelektrischen Empfangsstörungen der drahtlosen Telegraphie, mit Untersuchungen am Boden und im Freiballon“. Nach Untersuchungen von Herrn G. Lutz (Halle). Mit einem besonders konstruierten Wasserkollektor von 3 Sekunden Aufladezeit wurden schnelle Störungen des luftelektrischen Potentialgefälles verfolgt. In der drahtlosen Telegraphie äußern sich solche Potentialschwankungen als „luftelektrische Empfangsstörungen“ dadurch, daß sie im Telefon der Empfangsstation störende Geräusche erzeugen. Dieser Zusammenhang ließ sich durch Parallelbeobachtungen feststellen, wobei die Potentialstörungen häufig als oscillatorische Vorgänge mit einer Frequenz von mehr als 2000/Sek. erkannt wurden. Bei Beobachtungen im Freiballon ergab sich im allgemeinen eine Abnahme der Empfangsstörungen mit zunehmender Höhe. Es zeigte sich jedoch, daß der meteorologische Charakter der betreffenden Luftschicht von bestimmtem Einfluß ist und daß sich besonders in Wolken eine starke Vermehrung der Empfangsstörungen und damit jedenfalls auch der Potentialstörungen feststellen läßt. — 10. Herr E. Everling (Halle): „Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen der drahtlosen Telegraphie längs der Erdoberfläche, nach Beobachtungen bei Freiballonfahrten“. Nach Untersuchungen von Herrn G. Lutz (Halle). Von großer Bedeutung für Theorie und Praxis der drahtlosen Telegraphie ist die Frage, ob die elektromagnetischen Wellen sich vorzugsweise längs der Erdoberfläche oder in den Raum hinein ausbreiten. Die Berechnung von A. Sommerfeld zeigt, daß den Oberflächenwellen für die Zeichenübertragung eine große Bedeutung zukommt. Diese Wellen breiten sich längs der Erdoberfläche aus und nehmen nach unten, in die

Erde hinein, sehr rasch, nach oben hin langsamer ab. Zur experimentellen Nachprüfung dieser Theorie ist der Freiballon sehr geeignet. Die funkentelegraphische Empfangsstation im Ballon ändert ja ihren Abstand von der Sendestation in horizontaler Richtung und zugleich ihre Höhe über dem Erdboden. Bei zwei Fahrten in Höhen von über 6000 m ergab sich eine starke Abnahme der Stärke der empfangenen Zeichen mit zunehmender Erhebung über dem Erdboden, in sehr guter Übereinstimmung mit dem Ergebnis der theoretischen Berechnung von *Sommerfeld*. Damit ist die Existenz der Oberflächenwellen experimentell erwiesen. — 11. Herr *W. Kolkhörster* (Halle): „Messungen der durchdringenden Strahlung“. *Wulf* hat die Abnahme der durchdringenden Strahlung in geringeren Höhen durch Messungen auf dem Eiffelturm nachgewiesen. *Gockel* fand dann, daß in Höhen über 2000 m eine geringe Zunahme der Strahlung stattfindet, und *Hess* hat endlich auf sieben Freiballonfahrten eingehendere Messungen bis zu Höhen von annähernd 5000 m durchgeführt und dabei eine starke Zunahme festgestellt. Da diese Resultate nicht unwidersprochen geblieben sind, waren Messungen, womöglich noch in größeren Höhen, erwünscht, die nunmehr bei drei Ballonfahrten mit einem verbesserten Wulfschen Apparat bis 6300 m ausgeführt wurden. Das vom Vortragenden benutzte Elektrometer ist derartig eingerichtet, daß es einem inneren Überdruck bis zu $\frac{2}{3}$ Atmosphären standhält und gestattet, schon innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit brauchbare Zerstreuungsmessungen zu erhalten. Dies ist besonders zu beachten, da es immerhin Schwierigkeiten bereitet, den Freiballon über längere Zeit in bestimmten Höhen zu halten. Bei den drei Fahrten, die von Bitterfeld ausgingen, wurden Maximalhöhen von bzw. 4000, 4400 und 6300 m erreicht. Dabei ließ sich eine bedeutende Zunahme der durchdringenden Strahlung besonders über 4500 m feststellen. Die Werte bis 4000 m stimmen mit den früheren Beobachtungen, besonders mit denen von *Hess*, gut überein; die Strahlung nimmt innerhalb der ersten 1000 m gegenüber der am Erdboden gemessenen ab, erreicht in ungefähr 1700 m Höhe gleiche Werte wie am Boden, nimmt dann langsam und von 4000 m an schneller zu. Das gewonnene Material liefert Anhaltspunkte dafür, daß neben den durchdringenden Strahlen der radioaktiven Substanzen des Erdbodens und der Luft eine Strahlung von hohem Durchdringungsvermögen, also γ -strahlartigem Charakter existiert, deren Ursprung im Kosmos zu suchen ist. — 12. Herr *E. Everling* (Halle): „Beobachtung und Theorie der durch Reflexion erzeugten Lichtsäulen“. Der Vortrag behandelt eine Erscheinung, die so alltäglich ist, daß man sie meist gar nicht beachtet, die langgezogenen „Lichtsäulen“, die man wahrnimmt, wenn man das Spiegelbild eines Gestirns oder einer irdischen Lichtquelle auf einem bewegten Wasserspiegel, auf feuchtem Straßenpflaster oder anderen rauen Flächen betrachtet. Auch an Sonne und Mond kann man solche, meist vertikale Lichtsäulen beobachten, und im Freiballon sieht man zuweilen das Spiegelbild der Sonne an den Eiskristallen einer Wolke, die „Untersonne“, ebenfalls vertikal verlängert. Diese Erscheinungen und die Erklärung ihres Entstehens erläuterte der Vortragende im Anschluß an Untersuchungen, die er gemeinsam mit Herrn *A. Wigand* angestellt hat, indem er eine Reihe von Photogrammen, die im Laboratorium, im Freien auf Wasserflächen und im Ballon an Eiskristallwolken aufgenommen wurden, als Lichtbilder vorzeigte. Die rechnerische Durchführung der Theorie liefert Kurven, die in ihrer Gestalt der Form der Lichtsäulen sehr nahe kommen. — 13. Herr *G. Vieth* (Cöln): „Demonstrationen mit einer neuen Kolbenpumpe von *Gacde*“. Die neue

Gacde-Kolbenpumpe, die von der Firma *E. Leybolds Nachf.* in Cöln fabrikmäßig hergestellt wird, besteht aus drei in einem gemeinsamen Rohr befindlichen Kolbenpumpen, welche in Serie geschaltet sind. Die Pumpe der niedersten Druckstufe erzeugt eine mit dem *MeLeod* gemessene Luftverdünnung von 0,000 05 mm. Die Pumpe der höchsten Druckstufe stößt die Luft gegen die Atmosphäre aus und enthält eine besondere Vorrichtung, durch welche erreicht wird, daß die Pumpe gegen Wasserdämpfe unempfindlich ist. Bei den Kolbenpumpen kondensieren sich bekanntlich bei jedem Kompressionshub die von der Pumpe angesogenen Wasserdämpfe und bilden mit dem Öl eine Wasser-Öl-Emulsion, die beim folgenden Saughub wieder Wasserdampf abgibt und durch diesen Vorgang ein hohes Vakuum nicht zustande kommen läßt, so daß man gezwungen ist, die Wasserdämpfe durch Trockenmittel von der Pumpe fernzuhalten. Bei der *Gacde*-Kolbenpumpe ist diese umständliche Trocknung überflüssig gemacht, indem bei jedem Kolbenzug die Wasser-Öl-Emulsion durch das Pumpenventil in einen Wasserabscheider befördert wird, in welchem sich das Wasser von dem Öl sondert und in einem syphonartigen Gefäß ansammelt. Das gereinigte Öl fließt durch die Dichtungsspalte wieder in die oberste Kolbenpumpe und beginnt den Kreislauf von neuem; das angesammelte Wasser kann durch das Heberrohr abgesogen werden. Die Pumpe erlaubt die Anstellung von Hochvakuumversuchen ohne jede Verwendung von Trockenmitteln. Vorgeführt wurde eine einfache Entladungsröhre und eine Röhre zum Nachweis der negativen Ladung der Kathodenstrahlen. Die Pumpengeschwindigkeit ist so groß, daß eine Röntgenröhre von etwa 1 l Inhalt in 1 Minute so hoch evakuiert wird, daß harte Röntgenstrahlen auftreten. — Herr *E. Schenkl* (Graz): „Über die Prinzipie von *Hamilton* und *Mauvertius*“. Nach gemeinsam mit Herrn *H. Brell* angestellten Untersuchungen. Die eingehenderen Untersuchungen über das Verhältnis der beiden Prinzipie zueinander beginnen mit der grundlegenden Arbeit *Hölders* im Jahre 1896. Dort und in den weiteren Arbeiten über diesen Gegenstand ist die Ansicht vertreten, daß das *Hamiltonsche* Prinzip der Spezialfall für $\delta t = 0$ des allgemeinen Prinzips der kleinsten Aktion sei. Dem widerspricht die Tatsache, daß das Prinzip der kleinsten Aktion von *Hölder* für den Fall der rheonomen Koordinaten versagt. Es läßt sich nun zeigen, daß die von *Voss* i. J. 1900 gegebene erweiterte Form sich vom *Hamiltonschen* Prinzip nur rein formal unterscheidet, ferner daß das letztere nicht — wie stets angenommen — mit Ausschluß der Zeitvariation aufzufassen ist und dementsprechend die Einführung der Zeitvariation in die Variationsprinzipie nichts physikalisch Neues mit sich bringt. Die beiden Prinzipie stehen also durchaus auf einer Stufe und unterscheiden sich voneinander nur rein formal durch einen vollständigen Differentialausdruck und geänderte Koeffizienten in den Bedingungen für die Variationen der Koordinaten und der Zeit an den Integrationsgrenzen.

(Schluß folgt.)

Die Chemie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Prof. Dr. Robert Kremann, Graz.

Aus dem Gebiete der allgemeinen Chemie ist vor allem der Vortrag *E. Abels* (Wien) zu nennen, über den

gegenwärtigen Stand der katalytischen Forschung. Man muß zwischen *homogenen* und *heterogenen* Katalysen unterscheiden. Von den verschiedenen Theorien über die homogene Katalyse hat nur die Annahme von mit veränderter Geschwindigkeit verlaufenden Zwischenreaktionen eine tiefere Bedeutung, und man kann sagen, daß eigentlich nicht *Stoffe*, sondern nur *Reaktionen* katalysieren. Heterogene Katalysen können außer durch Schaffung neuer Reaktionswege, also durch Zwischenreaktionen, auch durch Schaffung örtlicher Konzentrationsverschiebungen zustande kommen. Heterogene Zwischenreaktionskatalysen konnten nur in einem einzigen Fall nachgewiesen werden. Die Verhältnisse bei der makroheterogenen Katalyse bestehen auch bei den mikroheterogenen Katalysen (Fermente) zu Recht, wo jedoch die durch die außerordentliche Dispersität des kolloidalen Katalysators bedingten Besonderheiten hinzutreten. Das Gesamtbild der katalytischen Forschung faßt der Vortragende in den Satz zusammen: *Katalyse kommt durch Erweiterung des Reaktionsweges bei chemischer, durch Verlegung des Reaktionsniveaus bei physikalischer Betätigung des Katalysators zustande.*

Aus dem Gebiete der *chemischen Kinetik* sind die zwei Vorträge von *Trautz* (Heidelberg) und *Skrabal* (Graz) zu erwähnen. Der letztgenannte Vortragende berichtet über die *Temperaturkoeffizienten chemischer Reaktionen*. Während man früher angenommen hat, daß in der Regel der Temperaturkoeffizient chemischer Reaktionen pro 10° meist 2 und auch 3 beträgt, kleinere und höhere Temperaturkoeffizienten nur zu den Ausnahmen gehören, hat der Vortragende in mehrjährigen Untersuchungen festgestellt, daß die höheren Temperaturkoeffizienten nicht allzuseiten sind und die hier obwaltenden Verhältnisse auch auf theoretischer Grundlage schematisieren können. Als allgemeines Resultat läßt sich anführen: Bei tiefen Temperaturen sind die Koeffizienten sehr groß und untereinander sehr verschieden. Sie sind um so größer, je langsamer die Reaktion und je kleiner ihre Wärmetönung ist. Bei mittlerer Temperatur haben langsame Reaktionen extreme Koeffizienten, und zwar entsprechen große Koeffizienten negativen Wärmetönungen, kleine echtgebrochene Koeffizienten großen, positiven Wärmetönungen. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß außerordentlich rasche Reaktionen den Temperaturkoeffizienten 1 haben, während äußerst langsame einen großen unechtgebrochenen, selten einen kleinen echtgebrochenen Koeffizienten besitzen.

M. Trautz (Heidelberg) berichtet über den Übergang einer *Adsorptionsreaktion* in eine *Diffusionsreaktion*. Wenn bei einer Gasreaktion die eigentliche Reaktion nicht im Innern des Gasraumes, sondern nur merklich unter dem Einfluß der Gefäßwände oder der daran haftenden Stoffe erfolgt, sind zwei Fälle denkbar. Ist die Geschwindigkeit der an den Gefäßwänden erfolgenden Reaktion nur klein, so hat die Diffusion der Gase Zeit, um die Reaktionsprodukte wieder von den Wänden zu entfernen und neue unverbrauchte Stoffe herbeizuführen. Es hängt dann die Geschwindigkeit des Umsatzes nur ab von der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit der an der Wand schon befindlichen Stoffe und vom Verhältnis der Wand- zur Gefäßgröße. In diesem Fall liegt eine Adsorptionsreaktion vor. Mit steigender Temperatur jedoch, wo die chemische Reaktionsgeschwindigkeit wächst, wird die Diffusion immer mehr der trägere Vorgang und bestimmt als solcher die Geschwindigkeit des Umsatzes (Diffusionsreaktion). Nach *M. Trautz* und *Helmer* erfolgt die *Oxydation von Jodwasserstoffgas* bei tiefer Temperatur (100—230° C.) als Absorptions-, bei hoher Temperatur als Diffusionsreaktion.

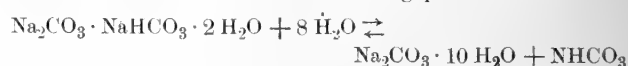
Derselbe Vortragende klärt auch den schein-

baren Widerspruch des *Nernstschen Wärmetheorems* bei der Spaltung von *Nitrosylchlorid* — nach dem eine Zersetzung nach $2\text{NOCl} \rightarrow 2\text{NO} + \text{Cl}_2$ zu 50 % schon bei 500° erfolgen sollte, während eine solche nach experimentellen Daten erst bei 1000° erfolgt — dahin auf, daß *Stickoxyd* und *Chlor* außer *NOCl* noch mindestens eine stickstoffreichere Verbindung in großer Menge und vielleicht auch noch eine chlorreichere bildet.

Der starke Abfall der spezifischen Wärmen unter die theoretisch geforderten Werte läßt sich wohl bei festen Körpern durch *Polymerisation* erklären. Bei Gasen, wo diese Erklärung nicht haltbar ist, muß man nach *M. Trautz* annehmen, daß jedes Gas aus einer begrenzten unstatigen Reihe von unmeßbar schnell miteinander ins Gleichgewicht kommenden Isomeren gleicher Molekulargröße besteht.

Auf dem Gebiete der *Kolloidchemie* bewegen sich die Vorträge *R. Zsigmondys* (Göttingen) sowie ein Vortrag *H. Herrmanns* (Teplitz-Schönau). So berichtet *R. Zsigmondy* über ein neues, von der Firma *Winkel* in Göttingen gebautes *Ultramikroskop*. Dieses unterscheidet sich von dem Spaltokularmikroskop von *Siedentopf* und *Zsigmondy* durch Einführung von *Immersionsobjektiven* hoher Apertur sowohl zur Beleuchtung wie zur Beobachtung. In seinem zweiten Vortrag berichtet der Vortragende über die *ultramikroskopische Untersuchung der Gallertstrukturen*, im besonderen von *Gelatine* und *Kieselsäure*. Dieselben weisen große Mannigfaltigkeiten auf, die auf verschiedene Entstehungsbedingungen zurückgeführt werden können. Nach *H. Herrmann* werden durch neutrale und essigsäure Wolframatlösungen die natürlichen Gele der *Kieselsäure* (*Chalcedon*, *Opal*, *Feuerstein*) erheblich angegriffen, gefällte *Kieselsäure* unabhängig von den Versuchsbedingungen der Darstellung leicht und vollständig gelöst, während *Bergkristall* fast nicht angegriffen wird. Aus der Tatsache, daß *Kaolin* und drei Tonarten nur sehr wenig angegriffen werden, schließt der Vortragende in diesen Stoffen auf einen geringeren Gehalt an kolloidaler *Kieselsäure* als 0,1 % entspricht.

Auf dem Gebiete der *anorganischen Chemie* seien zunächst die Vorträge von *R. Wegscheider* (Wien) und *F. Raschig* (Ludwigshafen) erwähnt. Letztgenannter Autor führt aus, daß man durch Einleiten von *Stickstoffgas* in flüssigen *Sauerstoff* einen mattgrünen Körper erhält, der zweifelsohne *Stickstoffperoxyd* NO_3 darstellt, welches nur bei größerem Sauerstoffüberschuß beständig ist. Beim Auswaschen mit flüssigem *Stickstoff* gibt das *Hexoxyd* einen Teil seines Sauerstoffs ab und geht in *Isostickoxyd* NO_2 oder N_2O_4 über. *R. Wegscheider* berichtet über die *Trona*, das natürliche saure *Natriumkarbonat*. Ihr Umwandlungspunkt:



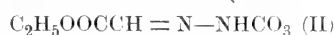
liegt bei 21°. Das Umwandlungsintervall erstreckt sich bis über 95°, was mit der Tatsache, daß *Tronabildung* in der Natur nur in warmen Ländern und in Lösungen mit überschüssigem Na_2CO_3 erfolgt, im Einklang steht. Bei 90° treten zwischen *Trona* und *Natriumhydrokarbonat* noch zwei weitere Doppelsalze auf, die wahrscheinlich die Formel $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ und $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{NaHCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ haben. Neben kochsalzreichen Lösungen ist das Existenzgebiet der *Trona* wesentlich ausgedehnter. Bei der Zersetzung der *Trona* durch Wasser bildet sich ein bisher nicht bekanntes *Natriumkarbonat*.

In das Gebiet der *organischen Chemie* spielen bereits über zwei Vorträge von *F. v. Konek-Norwall* (Budapest) und desgleichen ein Vortrag von *F. Franzen* (Heidelberg). Erstgenannter Vortragender hat gelegent-

lich der Verbrennung des Diantipyril-selenids (aus Antipyrin und Selenchlorür) in der calorimetrischen Bombe bei 25 at Druck als Verbrennungsprodukt statt der erwarteten Selensäure, SeO_3 , die Entstehung eines andern festen Oxyds beobachtet, dem er vorbehaltlich die Formel Se_3O_4 zuschreibt. In seinem zweiten Vortrag betont derselbe Vortragende die Strukturidentität von Selenchlorür einerseits und Schwefelchlorür andererseits. Beide Stoffe gehen mit Antipyrin eine analog konstituierte Diantipyrilbiverbindung ein. Während jedoch das Bisulfid glatt ein Atom Quecksilber zu addieren vermag, ist dies beim Biselenid nicht der Fall, was der Vortragende auf die geringere Affinität von Selen zu Quecksilber als von Schwefel zu Quecksilber zurückführt. Nach H. Franzen erhält man durch Einwirkung der Oxyde von Blei, Calcium, Strontium, Barium und Magnesium auf Formaldehyd Salze, die beispielsweise auf 6 Atome Blei 5 Moleküle Formaldehyd, auf 1 Atom Calcium 2 Moleküle Formaldehyd usf. enthalten. Solche Salze sind nach Ansicht des Vortragenden in den Pflanzen die ersten Zwischenprodukte auf dem Wege vom Formaldehyd zum Zucker.

Aus dem Gebiete der reinen organischen Chemie seien folgende Vorträge erwähnt:

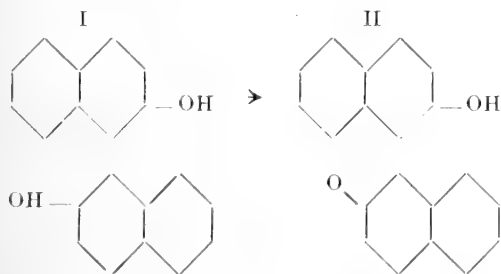
Zur Entscheidung der Frage, ob im Diazomethan und im Diazoessigester die Ringstruktur I oder die sogenannte Diazoniumformel II



anzunehmen ist, hat E. Zerner (Wien) die Einwirkung von Organomagnesiumverbindungen auf die beiden genannten Stoffe, im besonderen von Phenylmagnesiumbromid auf Diazomethan untersucht. Da bei letzterer Reaktion in guter Ausbeute Benzaldehydphenylhydrazon sich bildet, kann die Diazoniumformel als die einzige richtige angesprochen werden.

Während im allgemeinen die sogenannte β -Laktone bei der pyrogenen Spaltung unter Kohlendioxydentwicklung zu Äthylenverbindungen übergehen, zeigt nach E. Ott (Zürich) das β -Oxyisopropylmalonsäurelaktone einen von diesem Verhalten abweichenden Zerfall unter Acetonabspaltung. Die Bildung von Ketenen wurde nur bei der Spaltung der Laktonsäureester erhalten, während bei der Verwendung freier Säure die vielleicht primär gebildeten Ketene weiter verändert werden.

Ein neues organisches Radikal Oxybinaphthyl-oxyd (II) wurde von R. Pummerer (München) bei der Oxydation von β -Binaphthyl (I)



aufgefunden. Dieser Körper reagiert tautomer als Aroxyl (Radikal mit einwertigem Sauerstoff und als α -Keto-Methyl).

Nach Gerngroß (Berlin) erfolgt die Ringsprengung des Benzimidazols durch Benzoylchlorid in der Weise, daß zunächst Benzoylchlorür angelagert wird, dieses additionelle Produkt sich zu einer labilen Pseudobase, Dibenzoyl-Benzimidazol, umlagert, dieses unter Ring-

öffnung in ein zweites labiles Zwischenprodukt Formyl-dibenzoyl-o-phenylendiamin sich umwandelt, das dann schließlich in das Endprodukt der Reaktion: das Dibenzoyl-o-phenylendiamin vom Schmelzpunkt 300°C . übergeht.

Über neue Indigosynthesen, bei denen als Ausgangsmaterialien Indol und Diindyl, die sogenannten Mutter-substanzen des Indigo dienen, berichtet W. Madelung (Charlottenburg).

Zu Indolderivaten kann man auch durch Belichtung von Stilbenchloriden, die in o-Stellung zur $\text{CHCl} \cdot \text{CHCl}$ -Brücke eine Nitrogruppe enthalten, in Pyridinlösungen gelangen, indem hierbei, wie P. Pfeiffer (Zürich) berichtet, Phenylisatogene in guter Ausbeute entstehen.

H. Biltz (Breslau) führt aus, daß die von ihm dargestellten Glykolhalbäther der physiologisch so wichtigen Harnsäure die Brücke zu den Pseudoharnsäuren bilden. Letztere Substanzen dürften als 4,5 Dihydro-5-oxy-harnsäure aufzufassen sein. Gleichzeitig von physiologischem Interesse scheinen nachfolgende Vorträge, von denen der in der gemeinsamen Sitzung von Chemie und Botanik gehaltene Vortrag E. Abderhaldens (Halle) über den gegenwärtigen Stand der Eiweißchemie und ihre weitere Entwicklung an erster Stelle zu nennen ist. Mit Hilfe der sogenannten Estermethode Emil Fischers ist es möglich, alle Monamino-säuren zu erkennen, deren Gemische bei der vollständigen Hydrolyse der Proteine resultieren, sofern die obengenannten Säuren unzersetzt destillierbare Ester liefern. Es sind heute ungefähr 20 verschiedene Aminosäuren bekannt, die sich am Aufbau der Eiweißmoleküle beteiligen. Die verschiedensten Proteine sind fast immer aus den gleichen Aminosäuren aufgebaut, die sich einmal durch die Mengenverhältnisse derselben, zum zweiten durch Verschiedenheit in der molekularen Struktur unterscheiden. Nach der Annahme E. Fischers sind in den Eiweißkörpern die Aminosäuren amidartig verknüpft. Die synthetisch durch Verknüpfung von zwei oder mehr Aminosäuren erhaltenen Di-, Tri- usw. Polypeptide, sind andererseits in den Abbauprodukten der Eiweißkörper aufgefunden worden. Der Weg zur Erforschung der Struktur der einzelnen Eiweißarten wird darin bestehen, einzelne bestimmte Gruppierungen von Aminosäuren zu charakterisieren, die als erste Abbauprodukte der betreffenden Eiweißmoleküle erhalten werden. Bei dem Mangel an quantitativen Analysemethoden zur Trennung der einzelnen Aminosäuren und der großen Variationsmöglichkeit der denkbaren Kombinationen von Aminosäuren bleibt der einzig gangbare Weg der, sich zunächst künstlich alle denkbaren Polypeptide synthetisch darzustellen, ihre Eigenschaften zu studieren und durch Vergleich mit den Abbauprodukten, die bei der Hydrolyse von Eiweiß unter den günstigsten Bedingungen erhalten werden, einen Rückschluß auf die Zusammensetzung der betreffenden Eiweißmoleküle zu ziehen.

Über Versuche betreffend die Entstehung der Alkaloide in den Pflanzen berichten G. Ciamician und C. Racenna (Bologna). Die Entstehung der Alkaloide, die den Pyridin- oder Chinolinring als strukturaufbauendes Element enthalten, in den Pflanzen kann man sich, nachdem in den Spaltungsprodukten des Pflanzeneiweißes Pyrrolderivate aufgefunden wurden, dahin erklären, daß innerhalb der Pflanzen eine Umwandlung des Pyrrols in den Pyridinring erfolgt. Diese Vermutung Pictets wird durch Versuche der obengenannten Autoren gestützt, die in Datura- und Tabakpflanzen Pyridin und Pyperidin einführen. Das Ergebnis war, daß in beiden Fällen eine merkliche Steigerung des Alkaloidgehaltes in den Pflanzen erfolgte. Auch Zuführung stickstofffreier Substanzen, wie Glucose, Benzoesäure,

Hydrochinon und anderer steigert den Nikotingehalt der Tabakpflanze.

H. Franzen (Heidelberg) führt aus, daß in den Blättern der Edelkastanie sowie in denen der Hainbuche die gleichen flüchtigen Substanzen, wie Ameisensäure, Essigsäure, Hexylensäure, höhere homologe Säuren, Acetaldehyd und Butyaldehyd, Valeraldehyd α - β -Hexenaldehyd, höhere Aldehyde, Butylenalkohol, Pentylenalkohol, Hexylenalkohol, ein Alkohol $C_8H_{14}O$ und höhere Alkohole vorkommen. Die gleichfalls vermutete Anwesenheit von Formaldehyd scheint jedoch neuerdings in Frage gestellt.

W. Schneider (Jena) trägt vor über Versuche, die dazu führten, aus dem Goldlacksamen in reiner Form ein Glucosid des *Cheiolins*, jenes merkwürdigen, eine Sulfongruppe enthaltenden Senföls, darzustellen. Diesem vom Vortragenden als Glucocheirolin bezeichneten Senfölglicosid ist die Formel $C_{11}H_{20}O_{11}NS_3K + H_2O$ zuzuschreiben.

E. Zerner (Wien) berichtet über zwei Fälle, in denen in einem *Pentoseharn* nicht, wie als allgemein angenommen wird, Arabinose, sondern l-Lyxose, oder aber wahrscheinlicher d-Xylose als Stammzucker vorkommt.

Schließlich soll noch einiger Vorträge gedacht werden, die wegen ihres technisch bedeutsamen Inhaltes Interesse erheischen. So trägt H. Kast (Berlin) über die *Brisanz* und *Explosionsgeschwindigkeit* moderner Sprengmittel vor. Es wird betont, daß nur große Zersetzungsgeschwindigkeit, nicht aber ein großer Energieinhalt das Kennzeichen eines Sprengstoffes ist. Die Größe der Zersetzungsgeschwindigkeit ist auch das Unterscheidungsmerkmal der einzelnen Sprengstoffgruppen. Ein weiterer wichtiger Faktor ist auch die große Energiedichte der Sprengstoffe. Diese Eigenschaft grenzt das Gebiet der technisch brauchbaren Sprengstoffe ab. Definiert man die Brisanz als maximale Arbeitsleistung, so müssen im betreffenden mathematischen Ausdruck die Energiemenge E , die Zeit der Energieentwicklung t und die Energiedichte d enthalten sein. Man kann nun $B = \frac{E}{t} \cdot d$ setzen. Für den Wert von t gewinnt man aus der Detonationsgeschwindigkeit einen Anhaltspunkt; d entspricht der kubischen Dichte des Sprengstoffs. Der Vortragende bespricht schließlich in extenso die praktische Brisanzprüfung mit dem deutschen Brisanzmesser sowie die Berechnung der Detonationsgeschwindigkeit aus dem bei der Explosion entwickelten Gasdruck sowie deren experimentelle Bestimmung mittels des Siemensschen Funkenchronographen.

Gustav Bonwitt (Berlin) berichtet über die neuere Entwicklung der *Celluloidindustrie*. Die Bestandteile des Celluloids haben ihre technischen Nachteile; Kampfer wegen seines hohen Preises und Nitrocellulose wegen ihrer Feuergefährlichkeit. Man hat daher versucht, die Nitrocellulose durch Acetylcellulosen zu ersetzen, und zwar durch hydratisierte Acetylcellulosen, weil erst diese mit Kampfer plastische Massen geben. Die versuchten Kampferersatzmittel, wie Zusatz von Ölen in Lösungen von Nitrocellulose in niedrig siedenden Lösungsmitteln wie Kollodium, haben jedoch nicht die spezifische Wirkung des Kampfers auf Nitrocellulose und können nur als Weichmachungsmittel angesprochen werden. Schließlich versuchte man beide Celluloidbestandteile zu ersetzen, um zu Celluloidersatzmitteln zu kommen. Hierher gehört der „Galathith“, ein durch Formaldehyd gehärtetes Caseinpräparat, „Bakelit“, ein Kondensationsprodukt aus Formaldehyd mit Phenolen, sowie die aus Gelatine hergestellten Massen wie diejenigen aus Cellulosehydraten, z. B. Monit und Viscosid. Diese Substanzen haben zum Teil auch Plastizität in der Wärme.

(Schluß folgt.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Beobachtung der Zerlegung von Spektrallinien durch ein elektrisches Feld.

Der Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien ist bis jetzt ein öfter diskutiertes, aber experimentell nicht gelöstes Problem gewesen. Durch Herstellung eines starken elektrischen Feldes in einem leuchtenden Gas und unter Anwendung geeigneter optischer Hilfsmittel ist es mir gelungen, eine Reihe von Spektrallinien in Komponenten zu zerlegen, welche im Transversaleffekt (Sehrichtung senkrecht zu den elektrischen Kraftlinien) in bezug auf die Achse des zerlegenden Feldes bei einigen Linien vollständig geradlinig polarisiert sind. Die Wasserstofflinien H_3 und H_7 z. B. werden bei der angewandten Dispersion symmetrisch in fünf Komponenten durch das elektrische Feld aufgespalten; die drei inneren von ihnen schwingen parallel dem elektrischen Feld, die zwei äußeren senkrecht dazu. Meine erste Abhandlung über die aufgefundenene neue Erscheinung wird demnächst in den Berichten der Berliner Akademie der Wissenschaften erscheinen.

Aachen, Techn. Hochschule, den 19. November 1913.

Prof. Dr. J. Stark.

Die „Geschichte der Chemie“ von Ekecrantz.

Die Besprechung des Ekecrantz'schen Buches im Heft 42 (S. 1018) dieser Zeitschrift bedarf noch einer Ergänzung. Es ist nicht nur die Darstellung über „die Entwicklung, die die Chemie in neuerer Zeit, etwa in den letzten dreißig Jahren, genommen hat, . . . etwas dürftig“, obgleich „gerade bei solcher Gelegenheit der Autor besser als in jenen Kapiteln, die auch von anderen oft bearbeitet worden sind, hätte zeigen können, was er kann“, sondern der schwedische Herr „Verfasser“ hat sich im wesentlichen damit begnügt, aus E. v. Meyers „Geschichte der Chemie“ die ihm zusagenden Abschnitte auszu ziehen, etwas anders anzuordnen, ins Schwedische zu übersetzen und danach ins Deutsche zurückzuübersetzen.

Hier ein paar Beispiele:

E. v. Meyer. (Dritte Aufl.)

Die edlen Metalle *Gold* und *Silber*, deren Beständigkeit im Feuer den Alten nicht entgangen war, sind am frühesten, schon in vorgeschichtlicher Zeit bekannt und hoch geschätzt gewesen, was durch ihr gediegenes Vorkommen und die Leichtigkeit ihrer Verarbeitung hinlänglich erklärt wird. Die ungewöhnliche Dehnbarkeit des Goldes erregte im hohen Maße das Staunen der alten Völker und ermöglichte frühzeitig die Vergoldung von Gegenständen, durch Bedecken mit dünnen Blättchen des Metalls. Die später gelernte Applikation eines Goldüberzuges mittels des Amalgamierungs-Verfahrens war zu *Plinius'* Zeit schon länger bekannt. S. 11.

Ekecrantz.

Die edlen Metalle *Gold* und *Silber*, deren Glühbeständigkeit den Völkern des Altertums nicht entgangen zu sein scheint, waren schon sehr früh, in vorgeschichtlicher Zeit bekannt. Dies ist ja auch durch das Vorkommen der beiden Metalle in gediegenem Zustande leicht zu erklären. Die ungewöhnliche Dehnbarkeit des Goldes erregte früh die Aufmerksamkeit, und man bediente sich derselben, indem man verschiedene Gegenstände mit dünnem Goldblatt überzog. Das später benutzte Verfahren, mit Hilfe von Amalgamen den Gegenständen einen Goldüberzug zu geben, war schon zur Zeit des *Plinius* lange in Gebrauch gewesen. S. 5.

Glasbereitung. Die Kunst, Gefäße aus Glas zu verfertigen, hat ihren Ursprung in China und Ägypten, und besonders in Theben lange Zeit ihren Hauptsitz gehabt; sie gelangte von da zu den Phöniziern und anderen Völkern des Morgenlandes, nachweislich erst im fünften Jahrhundert v. Chr. zu den Griechen. Bei *Plinius* findet sich die erste bestimmte Angabe, daß Glas durch Schmelzen von Sand und Soda bereitet werde. S. 15.

Die scheinbar so nahe liegende Annahme, daß in gleichen Volumen verschiedener Gase eine gleiche Anzahl kleinster Teilchen enthalten sei, daß aber diese bei den einfachen Gasen nicht unzerlegbar, sondern aus mehreren, in der Regel zwei Atomen bestehen, wurde schon im Jahre 1811 von *Avogadro* gemacht. Aus einer solchen Annahme folgte, daß die Massen der kleinsten Teilchen, also die **Molekulargewichte**, den Gasdichten proportional seien. Diese selbständigen Teilchen nannte er *molécules intégrantes*, die Bestandteile derselben, unsere Atome, *molécules élémentaires*. So fruchtbar diese Gedanken waren und so einfach sich mit Hilfe derselben die Volume der Gase auf die Atome und umgekehrt diese auf jene zurückführen ließen: damals blieb der gesunde Kern solcher Spekulationen so gut wie unbeachtet. S. 193.

Zu Beginn der vierziger Jahre hatte die Unsicherheit der Frage, welche Atomgewichte man den Elementen beilegen solle einen besonders hohen Grad erreicht. Das mühsam ins Leben gerufene Werk von *Berzelius*, sein Atomgewichtssystem, war nahe daran aufgegeben oder stark verändert zu werden. An Stelle seiner durch gute Gründe gestützten Atomgewichte der Grundstoffe sollten *Ver-*

Glasbereitung. Die Kunst, Geräte aus Glas zu verfertigen, nimmt ihren Ursprung von China und Ägypten. Im letztgenannten Lande war besonders Theben der Mittelpunkt der Glasbereitung. Dort lernten die Phönizier die Bereitungsweise kennen und durch sie die übrigen Völker des Orients. In Griechenland war die Kunst, Gegenstände aus Glas zu machen, wie erweislich, schon im fünften Jahrhundert v. Chr. G. bekannt. *Plinius* ist der erste, der bestimmte Angaben über die Darstellung des Glases durch Zusammenschmelzen von Sand mit Soda macht. S. 7.

Die scheinbar so nahe liegende Annahme, daß gleiche Volumen verschiedener Gase eine gleich große Anzahl von kleinsten Teilchen enthalten, daß aber dieselben bei den Gasen nicht isoliert, sondern zu zweien vereinigt vorkommen, war schon im Jahre 1811 von *Avogadro* aufgestellt worden. Aus dieser Annahme folgt, daß es die Massen der Teilchen sind, d. h. ihre **Molekulargewichte**, die den Gasdichten proportional sind. Diese selbständig auftretenden Teilchen wurden von *Avogadro* *molécules intégrantes*, die Bestandteile derselben aber, die *Atome*, *molécules élémentaires* genannt. So fruchtbringend dieser Gedankengang sich später zeigen sollte, und so einfach man mit Hilfe derselben die Gasvolumen auf Atome und umgekehrt beziehen konnte, der gesunde Kern dieser Spekulation wurde von der Mitwelt so gut wie nicht beachtet. S. 111.

Im Anfang der vierziger Jahre hatte die Ungewißheit in bezug auf die Atomgewichte, die den Elementen zuzuteilen sind, ihren Höhepunkt erreicht. Das mit so großer Mühe von *Berzelius* zustande gebrachte Atomgewichtssystem war man geneigt aufzugeben oder wenigstens stark zu verändern. Anstatt der mit großer Schärfe und Genauigkeit festgesetzten Atomgewichte der Grundstoffe

bindungsgewichte, also diejenigen Werte treten, welche die einfachsten Proportionen der sich vereinigenden Stoffe zum Ausdruck zu bringen bestimmt waren. Alle Spekulation über relative **Atomgröße** wurde verbannt, eine möglichst nüchterne Formulierung chemischer Verbindungen erstrebt. Die nächste Folge dieser Reaktion war die Halbierung einer großen Zahl der von *Berzelius* in die Wissenschaft eingeführten Atomgewichte. So traten an Stelle der von ihm für Kohlenstoff, Sauerstoff, Schwefel und die meisten Metalle angenommenen Werte die halb so großen und abgerundeten **Äquivalente**: $C = 6$, $O = 8$, $S = 16$, $Ca = 20$, $Mg = 12$ usw.

Gerhardt wandte sich zuerst im Jahre 1842 gegen diese Äquivalente ... S. 258.

wollte man jetzt Verbindungsgewichte verwenden, d. h. Zahlen, die den Ausdruck der einfachsten Proportionen, worin die Stoffe sich miteinander chemisch verbinden, bilden. Alle Spekulationen über die relativen Atomgewichte wurden in den Bann getan, und man strebte vor allem einer möglichst einfachen Formulierung der chemischen Verbindungen nach. Die nächste Folge dieses Umschlages der Anschauungen war die Halbierung einer großen Anzahl der Berzeliusschen Atomgewichte. So erhielt man für *Kohlenstoff*, *Sauerstoff*, *Schwefel* und *die meisten Metalle* anstatt der früher benutzten Atomgewichte nur halb so große, abgerundete Äquivalente: $C = 6$, $O = 8$, $S = 16$, $Ca = 20$, $Mg = 12$ usw.

Gerhardt wandte sich im Jahre 1842 gegen diese Äquivalente S. 140.

Die Beispiele lassen sich beliebig vermehren. Nur wenige Abschnitte stammen nicht von *Ernst v. Meyer*. Oldenburg i. Gr., den 31. Oktober 1913.

R. Winderlich.

Besprechungen.

Burgess, G. K., und H. le Chatelier, Die Messung hoher Temperaturen. Übersetzt von G. Leithäuser. Berlin, Julius Springer, 1913. XVI, 486 S. und 178 Figuren. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 16,—.

Wie alle Zweige der Physik, so hat sich auch das Gebiet der Temperaturmessung, insbesondere dasjenige der mittleren und hohen Temperaturen, seit den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts außerordentlich stark entwickelt. Zwar hatte *Regnault* zwischen 0 und 300° schon 30 Jahre früher die Grundlage aller Temperaturmessungen, nämlich die Gasthermometrie, auf eine hohe Stufe der Genauigkeit geführt und sehr wertvolle Studien über die Quecksilberthermometer angestellt, doch ist der erste Impuls für eine zuverlässige Messung der höheren und für die Technik gerade wichtigen Temperaturen bis 1500° erst von den Untersuchungen *Le Chateliers* über das Thermolement Platin gegen eine Legierung von Platin mit 10 % Rhodium ausgegangen. Fast gleichzeitig hat auch *Barus* in Amerika ein anderes Thermolement, Platin gegen Platiniridium, als brauchbar befunden, das sich indessen wegen gewisser nachteiliger Eigenschaften nicht allgemein einzubürgern vermochte. Eine neue Epoche der Temperaturmessung, in der die Genauigkeit wiederum eine erhebliche Steigerung erfuhr, setzte etwa mit der Wende des Jahrhunderts ein, als der elektrische Strom für die Heizung der Laboratoriumsöfen mehr und mehr zur Einführung gelangte, und als man somit die Flammengase, welche vielfach die Gefäßwandungen der Gasthermometer durchdrangen oder die Drähte der Thermolemente verdarben, gänzlich ausschließen konnte. In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wurde um diese Zeit von *Holborn* und *Day* eine umfangreiche Unter-

suchung durchgeführt, durch die unter Anwendung der besten damaligen Hilfsmittel Erstarrungs- und Schmelzpunkte einer großen Anzahl reiner Metalle gasthermometrisch festgelegt wurden. Mit Hilfe dieser Fixpunkte kann man seitdem ohne direkte Verwendung eines Gasthermometers allerorten beliebige Gebrauchsthermometer zuverlässig eichen. Zunächst heizte man auf elektrischem Wege nur *Luftbäder*, die sehr schnell auf verhältnismäßig hohe Temperaturen zu bringen sind. Einen weiteren Fortschritt bedeutete die Einführung der zwar trägeren, aber dafür viel gleichförmiger heizbaren Flüssigkeitsbäder (bis 300° Öl, bis 700° Salpeter), in denen die Vergleichung zwischen dem fundamentalen Gasthermometer und dem sekundären, aber viel einfacheren Gebrauchsthermometer mit der bisher unerreichten Genauigkeit von ca. 0,1° bei 500° vorgenommen werden konnte. Das Thermoelement zeigte sich den nun geforderten Ansprüchen nicht mehr unter allen Umständen gewachsen. An seine Stelle ist seitdem bis herauf zu 500° und höher das Platinwiderstandsthermometer getreten. Es wurde von *Callendar* bereits im Jahre 1891 benutzt, ist aber in dem genannten Temperaturbereich, wenigstens bei wissenschaftlichen Untersuchungen, erst jetzt zu unbedingter Herrschaft gelangt. Für niedrigere Temperaturen ist es schon seit längerer Zeit in ersten Wettbewerb mit dem Quecksilberthermometer getreten, das zwar wegen seiner Unabhängigkeit von jeglichen weiteren Meßinstrumenten auch bei exakten Forschungsarbeiten noch sehr vielfach bevorzugt wird, aber wegen seiner vielen, oft beträchtlichen und schwierig zu bestimmenden Korrekturen langsam in den Hintergrund gedrängt zu werden scheint.

Für Messung sehr hoher Temperaturen (über 1500° C.) bedient man sich Methoden, welche von den bisher erwähnten gänzlich abweichen. Es kommen praktisch dafür nur die Strahlungsmessungen in Frage, die theoretisch und experimentell von ihren ersten Anfängen bis zu ihrem heutigen Stande fast ausschließlich von deutschen Physikern ausgebildet worden sind. Einen sehr großen Anteil an diesem Ruhm nimmt die Physikalisch-Technische Reichsanstalt für sich in Anspruch. Die Strahlungsgesetze sind zwar zunächst nur auf den schwarzen Körper anwendbar, d. h. auf einen Körper, der alle Strahlen, welche von außen auf ihn fallen, absorbiert und keine hindurchläßt oder reflektiert; die Kirchhoffschen Überlegungen haben indessen gezeigt, daß man als gleichwertig mit solch einem Körper auch einen Hohlraum betrachten kann, der von beliebigen, undurchlässigen, aber überall gleichmäßig geheizten Wänden umgeben ist und nur eine kleine Öffnung besitzt, durch die man die Hohlraumstrahlung beobachten kann. Diese Bedingungen sind in der Praxis oft erfüllt, z. B. bei Feuerungsanlagen oder noch besser bei den Muffeln der Porzellanbrennerei. Aus diesem Grunde sind die Strahlungsbeobachtungen, die eine Temperaturmessung aus der Helligkeit des Strahlers ermöglichen und an keine obere Grenze gebunden sind, von hoher Bedeutung geworden, zumal seitdem eine Anzahl sehr einfacher Pyrometer konstruiert wurde, welche die Helligkeit in einer bestimmten Farbe quantitativ festzustellen gestatten. Als Maß gilt die Temperatur, welche ein gleichmäßig geheizter Hohlraum bei gleicher Helligkeit besitzt. Dies ist die sogenannte „schwarze Temperatur“.

Die Strahlungsmessungen können nicht als unabhängig von der Gasthermometrie angesehen werden; da die Konstanten der Strahlungsgesetze, deren Kenntnis unerlässlich ist, nur dann mit genügender Sicherheit ermittelt werden können, wenn mindestens eine hohe Temperatur bereits bekannt ist. Bei wissenschaftlichen Bestimmungen entstehen dadurch häufig Schwierigkeiten, die erst gänzlich beseitigt sein werden, wenn man

die Gasthermometrie zwischen 1000 und 1500° auf eine Stufe höherer Sicherheit gebracht haben wird.

Viele Fragen aus dem Gebiet der Temperaturmessung harren noch ihrer Beantwortung, erinnert sei in dieser Hinsicht z. B. an die Verwirklichung der thermodynamischen Skala. Aber andererseits ist durch die Forschungsarbeiten in allen großen Kulturnationen schon ein so großes wissenschaftliches Material zusammengetragen, daß eine ausführliche Zusammenstellung über die Messung hoher Temperaturen, und zwar von einem wohlbekannten Mitarbeiter in diesem Fach, als sehr willkommene Gabe begrüßt werden muß. Das vorliegende amerikanische Werk geht auf französischen Ursprung zurück, nämlich auf das im Jahre 1900 von *Le Chatelier* und *Boudouard* verfaßte Buch: *Mesures des Températures élevées*. Dies Buch wurde von *Burgess* ins Englische übersetzt und von ihm anlässlich der dritten englischen Auflage gänzlich umgearbeitet. Sie erschien im Jahre 1911 und ist von Prof. *G. Leithäuser* in unbedingt zuverlässiger Weise ins Deutsche übersetzt sowie gleichzeitig vielfach berichtigt und an einzelnen Stellen ergänzt worden.

Das Buch gliedert sich in 11 Kapitel. Das Gasthermometer und die Gasgesetze werden auf 70 Seiten, das Thermolement auf 90, das Widerstandsthermometer auf 40 und die Strahlungsgesetze und ihre Anwendung zur Temperaturmessung auf etwa 100 Seiten behandelt. Ein besonderes Kapitel wird der Eichung der Pyrometer durch Fixpunkte sowie den in der Technik vielfach verwendeten registrierenden Instrumenten gewidmet. Den Bedürfnissen der Technik kommt das Buch in sehr weitgehendem Maße entgegen, während die wissenschaftliche Seite der behandelten Fragen vielfach stark in den Hintergrund gedrängt ist. Einen recht breiten Raum nehmen historische Betrachtungen ein. Völlig veraltete Methoden werden in ausführlicher Darstellung geschildert; so wird z. B. ein ganzes Kapitel der calorimetrischen Methode der Temperaturmessung gewidmet, die darin besteht, daß ein Metallstück bekannter spezifischer Wärme von der unbekannten Temperatur bis zu Zimmertemperatur abgekühlt und sein Wärmehalt gemessen wird. — Es wird für den Laien nicht immer leicht sein, die gebräuchlichen von den veralteten Methoden zu unterscheiden. Trotz dieser Mängel ist das Buch wegen der Zuverlässigkeit und Ausführlichkeit seiner Angaben von großem Wert. Die Literaturübersicht ist sehr vollständig zusammengestellt, leider nicht leicht benutzbar, da im Text selbst jeder Hinweis auf Zitate fehlt. Einige dem Buche angehängte Tabellen über Fixpunkte und optische Konstanten sowie für Umrechnungen verschiedener Art, bei denen vielfach auf die in Amerika noch gebräuchliche Fahrenheitskala Rücksicht genommen ist, mögen oft nützlich sein.

F. Henning, Lichterfelde.

Strunz, Franz, Die Vergangenheit der Naturforschung.

Ein Beitrag zur Geschichte des menschlichen Geistes. Jena. Eugen Diederichs, 1913. VIII, 198 S. und 12 Tafeln. Preis geh. M. 4,—, geb. M. 5,50.

In neuerer Zeit hat sich das Interesse an dem Werden naturwissenschaftlicher Erkenntnis sehr erheblich gesteigert, und darum darf auch das vorliegende Buch von dem Wiener Gelehrten *Franz Strunz*, der sich durch seine zahlreichen historisch-naturwissenschaftlichen Veröffentlichungen bereits einen wohlverdienten Ruf erworben hat, wohl auf einen größeren Leserkreis rechnen. Wer allerdings die Schrift im Vertrauen auf den Titel in der Hoffnung in die Hand nimmt, in ihr eine kurzgefaßte Geschichte der Naturwissenschaften zu finden, wird sich enttäuscht sehen, denn in Wirklichkeit bringt das Buch eine Sammlung von elf, nur in

losem Zusammenhange zueinander stehenden Essays, deren erstes, wie nicht selten die erste Novelle einer Novellensammlung, dem Ganzen den Namen gegeben hat.

Zur Charakteristik des Werkes sei der erste Abschnitt des Vorwortes hier abgedruckt: „Dieses Buch versucht das mähliche Werden des Naturgefühls und der Naturerkenntnis in einer Reihe von Charakterbildern festzuhalten. Sie sind meist quellenmäßige Abhandlungen, die auf Spezialstudien zurückgehen. Einiges gibt allgemeine Übersichten. Wo es nur anging, sind die Zusammenhänge mit dem Leben fühlbar gemacht, denn Geschichte ist ja nichts Totes, sondern Vollendung. Die Wurzeln unseres innigsten Seins haften im Gewesenen, so wie wir der Mutterboden der Zukunft sind. In uns verwirklicht sich das Einst, und wir werden uns im Kommenden vollenden. Wir leben noch immer von den Kräften, die in der Arbeit der Vergangenheit am Werke waren. Ich sage, um Leben handelt es sich. Aber Leben sind Menschen. In ihnen hat sich die Geschichte ihren Ausdruck und ihr plastisches Vermögen geschaffen. Die Seele ist der große Baumeister der Historie, sie schafft Einheit, Zusammenhang-Pathos und Unsterblichkeit. Sie ist Baumeister der Vergangenheit und der Zukunft, ob sie gleich nicht weiß, zu welchem Ende ihre Arbeit führt. Geschichte ist erweiterte Lebenserfahrung und Empirie des Lebens; das innere Ereignis, das sich aus dem Menschen hebt und angewandtes Menschentum und praktische Menschenkunde wird. Gewiß gilt auch hier noch immer die hippokratische Weisheit: *πάντα θεία καὶ ἀνθρώπινα*.“

Ist durch diese Worte die historische Auffassung des Verfassers und der Stil seiner Darstellung gekennzeichnet, so bleibt noch einiges über den sachlichen Inhalt seiner Essays zu sagen.

Während die beiden ersten Kapitel, „Die Vergangenheit der Naturforschung“ (S. 1 bis 40) und „Naturgefühl und Naturerkenntnis“ (S. 41 bis 49), mehr allgemeinen Inhalts sind, beschäftigen sich die anderen Abschnitte mit spezielleren Themen. Zwei Kapitel, das dritte und das fünfte, behandeln wichtige Epochen aus der Geschichte der Chemie, jenes „Die Anfänge der Alchemie“ (S. 50 bis 79), dieses „Die Chemie der Araber“ (S. 86 bis 118). Die anderen Essays knüpfen an einzelne Personen an. Im vierten Kapitel (S. 80 bis 85) wird über eine bisher kaum beachtete Vertreterin der naturforschenden Mystik, die Äbtissin *Hildegard von Bingen* (1098 bis etwa 1180) berichtet. Die sechste und siebente Abhandlung geben eine Darstellung der biochemischen Theorien von *Johann Amos Comenius* (S. 119 bis 138) und des Wirkens von *Johann Baptist van Helmont* als Chemiker und Naturphilosoph (S. 139 bis 161). Im achten Essay wird besonders in Anlehnung an die wichtigen Arbeiten von *Hermann Peters* der Nachweis geführt, daß das Verdienst der Erfindung des europäischen Porzellans nicht, wie man lange gemeint hat, dem Alchemisten *J. F. Böttger*, sondern dem Freunde *Leibnizens*, *Ehrenfried Walter von Tschirnhaus*, zuzuschreiben ist (S. 162 bis 182). Das letzte Essay endlich behandelt „*Rousseau* und die Natur“ (S. 183 bis 194).

Da die sich zum großen Teil auf Originalstudien des Verfassers stützende Darstellung sachlich einwandfrei, in glänzendem Stil geschrieben und vom Verleger mit bekanntem Geschmack ausgestattet ist, so wird jeder Leser des Buches an ihm seine Freude haben.

Werner Mecklenburg, Clauthal i. H.

Krebs, N., Länderkunde der österreichischen Alpen.
Bibl. länderkundl. Handb. Herg. von A. Penck. Stuttgart, J. Engelhorn Nachf., 1913. XV, 557 S., 77 Ab-

bild., 12 Tafeln und 14 Karten. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 21,50.

Mit diesem Werk beginnt eine Reihe länderkundlicher Bücher zu erscheinen, die dem dringenden Mangel an solchen in der neueren geographischen Literatur abhelfen soll. Ältere Unternehmungen dieser Art, wie sie A. Kirchhoff beispielsweise begonnen hatte, sind nach Erscheinen weniger Bände stehen geblieben oder sind, wie die Sammlung „Land und Leute“, allmählich zu Bilderbüchern mit sehr fragwürdigem Text herabgesunken. Hier aber soll es sich um streng wissenschaftliche Monographien der betreffenden, nicht zu großen Gebiete handeln, die lesbar geschrieben, doch in Anlage und Stoffreichtum auch Handbücher darstellen, in denen ein Nachschlagen zu praktischen Zwecken möglich ist, die sich dadurch auch einen gewissen weiteren Benutzerkreis sichern. In der Art der Ausarbeitung ist zugleich den einzelnen Autoren volle Freiheit gelassen, so daß der vorliegende erste Band nun nicht etwa das Normalschema darstellt, nach dem auch die übrigen gegliedert sein werden.

Die geographische Länderkunde — lieber würde ich Landbeschreibung sagen, denn zur Kunde eines Landes gehört mancherlei mehr, als die Geographie bieten kann — ist die eigentliche Domäne des Geographen, zugleich aber auch das allerschwierigste Gebiet unserer Wissenschaft, weil ihre Behandlung eine sehr umfassende Vorbildung beansprucht und ihre Methoden aus Mangel an durchgeführten Versuchen noch gar nicht feststehen. So ist jedes neue Werk aus diesem Gebiet nicht nur seinem sachlichen Inhalt nach, sondern auch nach seiner methodischen Stellung besonders zu würdigen. N. Krebs behandelt hier ein viele äußere Schwierigkeiten bietendes Stück der Erdoberfläche, einen Teil eines Hochgebirges mit den mannigfachsten Landschaften, vom öden Karst im Süden bis zu dem dichtbewohnten und kultivierten Wiener Becken im Norden. Er hält sich im großen an die übliche und wohl auch allein zweckmäßige Gliederung in einen allgemeinen und einen besonderen Teil.

Der allgemeine Teil gibt zunächst die Entstehungsgeschichte und die Geschichte der Herausbildung der Formen; besonders die letztere eingehende Darstellung, auf neuem Standpunkt stehend, ist als wertvoll zu begrüßen und darf nie wieder in der Disposition so vernachlässigt werden, wie es bisher oft geschah. Es folgen Klima und Vegetation, dann die Klarlegung der Siedlung und der wirtschaftlichen Verhältnisse, die in der Volksdichtekarte und ihrer Erläuterung gipfelt.

Damit ist die Grundlage für die Einzelbeschreibung gewonnen, die, nach natürlichen Landschaften vorgehend, in der Siedlungskunde ausklingt, in der den Städten, wie Innsbruck und Wien, wertvolle Abschnitte gewidmet sind, die in Anlage und Auffassung oft formulierten Wünschen zur Stadtgeographie endlich nachkommen.

Den Beschluß macht ein Literaturverzeichnis von nahezu 1200 Nummern. Das Buch ist reich ausgestattet; besonders dankenswert sind die zahlreichen, sauberen morphologischen Kärtchen, welche den Text des speziellen Teiles begleiten und wie die anderen Kartenbeilagen in verschiedenen Maßstäben eine Fülle eigener Forschungsergebnisse bringen. Gustav Braun, Basel.

Przibram, H., Vitalität. Eine Zusammenfassung der durch Versuche ermittelten Gesetzmäßigkeiten tierischer Lebenszustände (Kolloidform, Wachstum, Bewegung). (Experimentalzoologie, Bd. 4.) Leipzig und Wien, Fr. Deuticke, 1913. VIII, 179 S. und 10 Taf. Preis M. 10,—.

Den früher erschienenen drei ersten Teilen seiner

Experimentalzoologie (Embryogenese, Regeneration, Phylogenese) läßt *Przibram* den vierten folgen, der sich mit den allgemeinen Eigenschaften des Lebendigen beschäftigt. Wenn sich der Verfasser auch in diesem Teil seines Werkes auf das zoologische Gebiet beschränkt hat, so mußte doch manches aus der chemischen und physikalischen Literatur berücksichtigt werden. Dagegen sind bakteriologische und botanische Arbeiten im Interesse der Einheitlichkeit des Ganzen nicht herangezogen worden. Auf etwa 650 Publikationen basiert diese Zusammenfassung, die insofern mehr als ein gewöhnliches Referat ist, als die von *Przibram* am Schlusse eines jeden Kapitels gebotenen Ergebnisse in vieler Hinsicht Beachtenswertes mitteilen.

Hinsichtlich der Frage nach der Möglichkeit, durch experimentelle Analyse und Synthese in die Geheimnisse der Vitalität einzudringen, huldigt *Przibram* der Anschauungsweise, die für den in tätiger Arbeit begriffenen Forscher die einzig zuträglichste ist. Wir sind zurzeit weit davon entfernt, den Aufbau der Lebewesen aus den uns aus dem Anorganischen bekannten Stoffen und Energien zu erklären. „Von mancher Seite wurde voreilig die Aussicht auf Erfolg für den Erfolg selbst gehalten, der weitere Forschung überflüssig oder zumindest ohne Bedeutung erscheinen ließe. Wieder andere haben, mißmutig über das wiederholte Fehlschlagen einer mechanischen Erklärung des Lebens, ihre Zuflucht zu dem sogenannten Vitalismus genommen, der verzichtet, das Leben und seine vornehmsten Eigentümlichkeiten auf die erforschten einfacheren Gesetzmäßigkeiten physikalisch-chemischer Natur zurückzuführen, und eine eigene, über der leblosen Natur stehende Sondergesetzmäßigkeit annimmt. Ich will mich nicht vermessen, im gegenwärtigen Zeitpunkte ein abschließendes Urteil zu fällen; doch erscheint es mir für die Ökonomie und Methodik der Wissenschaft vorteilhaft, zunächst alle Mittel zu erschöpfen, die uns für eine Zurückführung des Lebens auf einfachere Erscheinungsformen zu Gebote stehen, ehe wir uns auf die Statuierung vitalistischen Geschehens einlassen.“

Der reiche Stoff wird in neun Kapiteln behandelt: die Nachahmung einzelner Lebenserscheinungen mit leblosem Material, die tierischen Formgebilde im Zusammenhang mit dem Aggregatzustand des Protoplasmas, Schichtungs- und Richtungspolarität, Assimilation und Katalyse, Intensitätsgrenzen der Umweltfaktoren für die Existenzmöglichkeit des Lebendigen, Wachstum, Bewegung (Chemo-, Hydro-, Tono-, Stereo-, Bary-, Elektro-, Photo-, Thermotaxis), Gedächtnis (im Sinne von *Scmons* Mneme), die Energiegesetze der Physik in ihrer Anwendung auf den Organismus.

Przibrams Bericht über die einzelnen Fakta ist ein hinreichend orientierender, der das Studium der Quellen nicht überflüssig macht, sondern ihre Auffindung erleichtert. Seine zusammenfassenden Urteile zeichnet Zurückhaltung aus, so daß dem weiter arbeitenden Forscher durch kein Vorurteil der Weg abgeschnitten ist.

Zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit als einer spezifischen Eigenschaft des Lebendigen wird darauf aufmerksam gemacht, wie sehr es dabei auf den Standpunkt des Betrachters ankommt: „Es erscheint uns zweckmäßig, wenn das Tier seine Form durch Regeneration wiederherstellt; ist es weniger zweckmäßig, wenn der Kristall dasselbe tut?“

Hat der Mensch nicht in früheren Zeiten alle ‚Zweckmäßigkeit‘ in der Natur als eine für ihn erschaffene angesehen und dabei Zweckmäßigkeiten zu erkennen geglaubt, über die wir jetzt lächeln?

Gibt es nicht andererseits in der anorganischen Welt so merkwürdige Anomalien wie das Ausdehnungsminimum des Wassers bei 4° C., das für die Erhaltung

einer wärmeren Wasserschicht unter dem leichteren Eise verantwortlich ist und allen Süßwasserorganismen das Überdauern des Winters in äußerst ‚zweckmäßiger‘ Weise gestattet?

Der Umfang des Zweckmäßigen muß außerordentlich wechseln, je nach dem Objekte, in dessen Interesse- und je nach dem Subjekte, in dessen Willen der Zweck gelegen sein soll.“

J. Schaxel, Jena.

Astronomische Mitteilungen.

Wiederum ein neuer Komet ist am 23. Oktober auf der Bamberger Sternwarte von *Zinner* entdeckt worden als Gestirn von der 10. Größenklasse, ein teleskopischer Haarstern mit deutlicher Schweifentwicklung. Inzwischen ist dieser Komet schon auf mehreren Sternwarten beobachtet worden, und es hat sich daraus eine recht gute Bahnbestimmung ableiten lassen, woraus sich eine merkwürdige Ähnlichkeit mit den Elementen des periodischen Kometen Giacobini 1900 III ergibt, dessen Umlaufzeit etwa 6½ Jahre beträgt und der also jetzt in seiner zweiten Wiederkehr sich befinden würde. Der von *Zinner* aufgefunden Komet 1913 e bewegt sich sehr rasch nach der südlichen Halbkugel zu, da er bereits Mitte November 27 Grad südlich vom Äquator in Deklination stehen wird. Sollte sich die Identität des Kometen 1913 e mit dem von *Giacobini* bestätigen, so wäre dies schon der zweite Fall in diesem Jahre, da auch der Komet 1913 d sich als identisch mit einem periodischen Kometen (Westphal) erwies. So würden von den im ganzen bisher im Jahre 1913 entdeckten fünf Kometen höchst wahrscheinlich nur drei als wirklich neue Haarsterne zu betrachten sein.

Merkwürdiger Anblick des Kometen 1913 e. Prof. *Barnard* von der Yerkes-Sternwarte bei Chicago teilt in der *Astronom. Nachrichten* Nr. 4690 Beobachtungen des von *Neujmin* entdeckten Kometen 1913 e im größten Linsenteleskop der Erde, dem 40-zölligen Refraktor der Yerkes-Sternwarte mit, die ein besonderes Interesse beanspruchen. Der Kern des Kometen erschien vollkommen sternartig, sogar bei 460 facher Vergrößerung, und erst bei Anwendung einer 700 fachen Vergrößerung verlor der Kometenkern seinen sternartigen Anblick. Der sternartige Kometenkern war ferner von einer schwachen, durchaus nicht schweifartigen Nebelhülle umgeben. Die ganze Erscheinung ist etwa von der 11½. Größenklasse aus Vergleichen mit schwachen umgebenden Sternen geschätzt worden.

Für die Bahnbewegung desselben Kometen 1913 e hat *G. Strucke* vom Kgl. Recheninstitut in Berlin-Dahlem neue Elemente abgeleitet und in Nr. 4690 der *Astronom. Nachrichten* mitgeteilt. Dieselben weichen erheblich von den früheren Elementen dieses Kometen ab und machen es dringend nötig, daß der Komet 1913 e noch recht lange in größeren Fernrohren beobachtet wird, um seine Bahnberechnung sicherzustellen.

Über das magnetische Feld der Sonne bringt Nr. 4680 der *Astronom. Nachrichten* eine wichtige Untersuchung von *D. Brunt* (Cambridge, neue englische Sonnenwarte), die an die neuesten Entdeckungen *Hales* über das magnetische Verhalten der Sonne sich anschließt. Nach den Messungen dieses ausgezeichneten amerikanischen Astrophysikers ist das allgemeine magnetische Feld auf der Sonne viel geringer als das über den Regionen der Sonnenflecken beobachtete. Es ist daher von Interesse, die Theorien kritisch zu erörtern, die bisher zur Erklärung des magnetischen Sonnenfeldes vorliegen. *Brunt* betrachtet die Theorien von *Lamb*, *Schuster*,

Swante Arrhenius, Thomas, Harker und Hale. *Hale* nimmt zur Erklärung des allgemeinen magnetischen Feldes der Sonne die Existenz einer großen Zahl kleiner Wirbelbewegungen in den Sonnenporen an und vermag damit den größten Teil seiner magnetischen Sonnenmessungen zu erklären. Die anziehendste aller Theorien erklärt das Entstehen des magnetischen Feldes auf der Sonne durch die Rotation der elektrisch geladenen Sonne, aber trotz der großen Wahrscheinlichkeit, daß die Sonnenatmosphäre ähnlich der irdischen eine starke Ionisierung erfährt, sucht *Brunt* nachzuweisen, daß dadurch keine befriedigende Erklärung des Sonnenmagnetismus möglich ist.

Über die Verwendung photoelektrischer Kaliumzellen in der Astrophotometrie haben die Astronomen *E. Meyer* und *H. Rosenberg* auf der letzten Astronomenversammlung zu Hamburg (August 1913) einen sehr beachtenswerten Bericht abgestattet, der jetzt im dritten Heft der *Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft* (1913, 48. Jahrgang) erschienen ist. An Stelle des Selenphotometers, des bisher empfindlichsten Apparates zum Messen von Gestirnsheelligkeiten, haben *Rosenberg* und *Meyer* zum ersten Male die Photozelle in Gestalt einer *photoelektrischen kolloidalen Kaliumzelle* eingeführt und damit einen bemerkenswerten Erfolg erzielt. Die zugehörigen Versuche sind an einem mittleren Refraktor der Tübinger Sternwarte angestellt worden und haben folgende allgemeine Resultate ergeben: die Genauigkeit, ausgedrückt durch einen mittleren Einstellungsfehler von nur wenigen Tausendsteln einer Größenklasse, ist allen bisherigen *optischen* und *photographisch-photometrischen* Methoden überlegen; es haben sich Photostrome von Sternen bis fast zur 6. Größenklasse messen lassen; der Photoeffekt in der neuen Kaliumzelle ist unabhängig von Schwankungen der Temperatur, und die Trägheit jener Zelle ist so gering, daß beim Übergang von dem einen Stern auf den anderen, der einige Minuten in Anspruch nimmt, der Apparat sofort verwendbar ist. Endlich verdient noch Erwähnung, daß es bei der neuen Photozelle ganz gleichgültig ist, ob eine leuchtende Fläche oder ein leuchtender Punkt gemessen wird, denn der Photoeffekt ein und desselben Sterns war bei fokaler und stark extrafokaler Stellung vollkommen gleich, so daß die neue Photozelle gleichsam über die ganze auffallende Lichtmenge zu integrieren imstande ist. Die Kaliumzelle dürfte deshalb ein sehr brauchbares *Flächenphotometer* abgeben, mit dem Helligkeitsmessungen an Planeten und Nebelflecken unmittelbar an Messungen von Fixsternen anzuschließen sind. Sogar von der Milchstraße, und zwar von einer Stelle derselben ohne hellere Sterne, ließ sich ein merklicher Photoeffekt beobachten, und schließlich konnte auch diffuses Himmelslicht bei Mondschein gemessen werden.

Eine bessere und genauere Ortsbestimmung des Mondes und damit eine noch genauere Erforschung der ziemlich komplizierten Bahn unseres der Erde so nahen Satelliten wird in kurzer Zeit möglich sein, nachdem *F. Hayn* (Göttingen) zu diesem Zweck eine genaue Karte der Randgebiete des Mondes zum Abschluß gebracht hat, über die er gleichfalls auf der letzten Astronomenversammlung zu Hamburg (*Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft* 1913, Heft 3) berichtete. Während die Ortsbestimmung von Sonne und Planeten, deren Scheiben bei ihrer größeren Entfernung stets als geometrisch vollkommene Kreise oder Ellipsen erscheinen, keine besonderen Schwierigkeiten macht, erscheint der Mond bei seiner großen Nähe durchaus nicht kreisförmig begrenzt, und sein Mittelpunkt oder vielmehr Schwerpunkt läßt sich nur mit geringer Genauigkeit aus

Randbeobachtungen unseres Trabanten ermitteln. Bisher suchte man diesem Übelstande durch Bestimmung von selenographischen Koordinaten eines geeigneten Oberflächenpunktes (nach *Franz*: Krater Mösting) abzuweichen. Aber die Einführung eines solchen Fixpunktes leistete noch nicht die erwünschte Genauigkeit. *Hayn* schlug deshalb den aussichtsreicheren Weg ein, der in einer besseren Definition des Mondmittelpunktes liegt und eine möglichst genaue Karte des Mondrandes nötig macht, um alle Mondbeobachtungen auf möglichst viele Punkte der Peripherie zu beziehen. Eine solche Karte des Mondrandes hat nun *Hayn* auf photographischem Wege hergestellt, die außerdem durch Messungen von Sternbedeckungen verbessert wurde. Auf den dazu nötigen Platten im Format 6 × 9 cm wurden immer je zwei Mondbilder aufgenommen, ferner sind die Platten durch aufkopierte Sternbilder in bekanntem Positionswinkel orientiert worden. Endlich wurde nahe dem Bildzentrum eine sehr feine Marke angebracht, von der aus eine große Zahl von Mondradien gemessen wurden. Auf solche Weise erhielt man durch Ausgleichung der Radien den Ort des wahren Mondzentrums sowie die Abweichungen des Mondrandes von der Kreisform. Eine derartige Mondkarte hat jetzt *Hayn* fertig abgeschlossen und zwar auf Grund von 200 Mondbildern mit Festlegung von über 10 000 Punkten in ihren selenographischen Koordinaten. Diese neue Mondkarte, die bald veröffentlicht wird, bedeutet in der Tat einen wesentlichen Fortschritt für die Astrometrie und die Mechanik des Himmels bei allen Aufgaben, die mit dem Monde zu tun haben. Es wird dadurch möglich werden, die Ortsbestimmung unseres so wichtigen Trabanten nach Richtung und Entfernung erheblich genauer und von systematischen Fehlern wesentlich freier auszuführen. Erst dann wird man die noch immer nicht abgeschlossene Theorie der Mondbewegung durch ein einwandfreieres und genaueres Beobachtungsmaterial vervollkommen können.

A. Marcuse.

Botanische Mitteilungen.

Reizbewegungen von Mimosa. Über die schnellen Reizbewegungen von Gelenkpflanzen, hauptsächlich von Mimosa, hat *Bose*¹⁾ zahlreiche Versuche angestellt. Die Stellungen der zarten Blättchen wurden mit Hilfe leichter Hebel selbsttätig auf beruhte Glasflächen aufgezeichnet. Die Reibung wurde auf ein Minimum reduziert, indem die Berührung zwischen Schreibspitze und Schreibfläche durch elektromagnetische Oszillation auf einzelne, in regelmäßiger Zeitfolge wiederkehrende Punkte beschränkt wurde. So konnte z. B. die zwischen Reizung und Bewegung bei Mimosa verstreichende „Latenzzeit“ auf $\frac{1}{100}$ Sek. genau festgestellt werden. Sie beträgt 0,08—0,12 Sek., während Biophytum nach 0,4, Neptunia nach 0,6 Sek. reagieren. Wurden sehr schwache elektrische Reize angewendet, so mußten sie mehrfach wiederholt werden, ehe die Blattsenkung eintrat, und zwar ist dabei das Produkt aus Reizstärke und Zahl der Einzelreize konstant, d. h. für die zur Reaktion führende Erregungsschwelle gilt das sogen. Reizmengengesetz, das bereits verschiedentlich beim Menschen und bei Pflanzen aufgefunden worden ist. Mit den Methoden des Verf., die ähnlich schon früher angewendet worden sind, konnte auch die Reizleitung näher studiert werden. Dies ist deshalb wichtig, weil ver-

1) *J. Ch. Bose, Researches on irritability of plants. New York, Bombay and Calcutta 1913*

schiedene Forscher zu dem Ergebnis gekommen waren, es handle sich bei *Mimosa* nicht um echte Fortpflanzung der Erregung, etwa wie im Nerven, sondern es werde hier eine Flüssigkeitswelle, die sich durch die Pflanze verbreite, Ursache, daß die Bewegung auf entfernte Teile übergreife. *Bose* lehnt diese Vorstellung ab. Schwache elektrische oder thermische Reize könnten eine solche hydrodynamische Störung nicht bewirken und lösten doch weithin die Senkung der Blättchen aus. Zudem würde ihre Ausbreitung durch lokale Abkühlung oder Vergiftung verhindert. Ob nicht freilich die als Reize viel wirksameren Verwundungen doch ihre Fernwirkung einer Flüssigkeitsbewegung verdanken, scheint dem Ref. noch untersuchungsbedürftig, da deren Einfluß sich sicher über abgetötete Strecken fortpflanzt.

Verwandtschaftsreaktionen bei Pflanzen. Schon wiederholt hat man Serumreaktionen, wie sie zur Aufdeckung von Verwandtschaften in der Tierreihe gedient haben, auch auf Pflanzen anzuwenden gesucht. Es wird dabei eiweißhaltiges Material einem Tiere, z. B. Kaninchen, eingespritzt und dann dessen Serum und daneben das eines unbehandelten Tieres daraufhin untersucht, ob es beim Zusatz von Eiweiß einer anderen Pflanze, deren Verwandtschaft mit der erstverwendeten geprüft werden soll, gewisse Reaktionen, hauptsächlich Präzipitation und Konglutination, ergibt. *Mez*¹⁾ hat nun eine breit angelegte Untersuchung der Verwandtschaftsverhältnisse bei den Blütenpflanzen mit diesen Methoden unternommen, um da, wo die rein morphologischen Kennzeichen nicht mehr ausreichen, durch Verwendung der „Eiweißverwandtschaft“ als ganz anders gearteten Hilfsmittel alte Theorien nachzuprüfen und neue Beziehungen aufzudecken. Da bei Pflanzen unter entsprechenden Bedingungen weitere Verwandtschaftsgruppen die gemeinsame Reaktion ergeben als bei Tieren, so konnte die gleiche Abstammung in großen Zügen auch bei einander fernerstehenden Familien wahrscheinlich gemacht werden. Dabei blieben dort, wo die alten Methoden schon einige Sicherheit gebracht haben, die systematischen Beziehungen unangetastet. Die Verwandtschaft der Gymnospermen mit den Archegoniaten konnte für die Coniferen einerseits, die Selaginellaceen andererseits nachgewiesen werden, nicht aber die von Coniferen zu Ginkgo und Cycadaceen. Dagegen reagierten die Pinaceen mit *Ephedra* (Gnetaceen), mit den Taxaceen und mit den Araucariaceen. Diese alle gehören also einheitlich zum Gymnospermenstamm, während die Cycadeen für sich entstanden sein müssen, offenbar aus den Cyadofilices. Die Monocotylen gingen nach neueren Vorstellungen aus primitiven Dikotylen hervor, dementsprechend reagierten die Helobiae (z. B. Alismataceen) mit den Ranales (z. B. Nymphaeaceen). Die Potamogetonaceen dagegen stehen abseits und schließen sich den Pandanales an. Neben diesen zweigt sich als andere Reihe der in dem Liliifloren gipfelnde Monocotylenstamm ab. Von den Liliaceen sind auch die Gramineen durch Reduktion abgeleitet. Mit den Magnoliaceen, die vielleicht die niedersten Dikotylen sind und von Gymnospermen abstammen, reagierten die Aristolochiaceen, die man bisher gar nicht unterzubringen wußte. Von den übrigen Ergebnissen ist die ungleiche Abstammung der Verwachsenkronblättrigen besonders wichtig. So gaben die mit oberständigem und die mit unterständigem Fruchtknoten keine Reaktion mitein-

ander, ebenso wenig die Compositen mit den Dipsacaceen, deren äußere Ähnlichkeit also auf Konvergenz beruhen muß.

Irisieren bei Meeresalgen. Wie *Berthold* vor mehr als 30 Jahren schon gezeigt hat, ist der eigentümliche bläuliche Glanz vieler Meeresalgen auf Inhaltskörper der Zellen zurückzuführen, die sich bei starker Besonnung vor die empfindlichen (hier roten) Chlorophyllkörper lagern und diese dadurch schützen. *Faber*²⁾ hat nun diesen interessanten Fall von Lichtschutz noch genauer untersucht. Nach ihm kommt der Farbwechsel bei seinen Objekten nach Besonnung ziemlich schnell zustande. Hervorgerufen wird er dadurch, daß ein amöboid bewegliches Organ der Zelle, das durch tröpfchenförmige Inhaltskörper trüb ist, sich phototaktisch auf die dem Lichte zugekehrte Seite der Zelle begibt und so die Chromatophoren, die das Licht fliehen, verdeckt. Die Pflanze erscheint dann auf dunklem Grunde bläulich, wie das trüben Medien eigen ist. Im Schatten ziehen sich die Lichtschutzorgane langsam hinter die Chlorophyllkörper zurück, so daß die Alge wieder rein rot erscheint.

E. G. Pringsheim, Halle.

Kleine Mitteilungen.

Einen wichtigen Beitrag zur Frage der natürlichen Stickstoffassimilation liefern Versuche von *Walther Löb*, die in der chemischen Abteilung des Virchow-Krankenhauses zu Berlin gemacht worden sind und in den *Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 1913, 4, S. 684 f. beschrieben werden. Es ist nach diesen Versuchen zum ersten Male der Nachweis erbracht, daß aus den Ausgangsprodukten der natürlichen Synthese, der Kohlensäure, dem Ammoniak und dem Wasser ohne Zuhilfenahme anderer Stoffe nur durch zweckmäßige Energiezuführung eine Aminosäure sich künstlich gewinnen läßt, die zweifellos eine der ursprünglichsten Phasen im Aufbau des natürlichen Eiweißes darstellt. Während nun in der Natur die Sonnenstrahlung und elektrische Energie, welche durch das Vorhandensein von Spannungsunterschieden erzeugt werden, als Energiequellen in Frage kommen, wobei als wirksamste Faktoren die gelben und roten Strahlen auftreten, welche in den grünen Pflanzenteilen Assimilationsreaktionen auslösen — da ja die chemisch stärker wirkenden ultravioletten Strahlen durch die Atmosphäre zum größten Teil absorbiert werden —, wurden für den künstlichen Versuch gerade diese letzteren Strahlen wegen ihrer starken Wirkung mit Erfolg benutzt. Dies leuchtet um so mehr ein, als der künstliche Versuch auf die Mitwirkung des Chlorophylls verzichten muß, welches in der Natur die Rolle eines Sensibilators spielt, das heißt den gelben und roten Strahlen chemische Wirksamkeit erteilt. Durch den stillen Entladungsvorgang werden ultraviolette Strahlen hinreichend erzeugt, so daß dieser Vorgang für solche Versuche die geeignetste Energiequelle darstellt. Ob allerdings hierbei auch noch elektrische Energie als mitwirkend in Frage kommt, müssen erst weitere Versuche zeigen. Über die experimentelle Ausführung der Synthese muß auf den Originalbericht verwiesen werden.

—2.

¹⁾ *Mez* u. *Gohlke*, Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaften der Angiospermen. Cohns Beitr. z. Biologie der Pflanzen Bd. 12, 1913.

²⁾ *F. C. v. Faber*, Die Organisation und Entwicklung der irisierenden Körper der Florideen. Zeitschrift f. Botanik Bd. 5, 1913.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 49.

5. Dezember 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Die Wirkung der Sonnenstrahlung auf die Ozeane und deren Ausbeutung. Von *Prof. Dr. V. Hensen*, Kiel. S. 1189.

Gittererscheinungen auf verschiedenen Gebieten. Von *Dr. Fritz Reiche*, Berlin. S. 1193.

Die Flächen des Stoffaustausches im Säugetierkörper. Von *Prof. Dr. A. Pütter*, Bonn. S. 1197.

Die Brachiopoden des Kambriums von Nordamerika. Von *Dr. Carl L. Henning*, Denver. S. 1202.

Die Physik auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von *Prof. Dr. Karl Scheel*, Berlin - Dahlemburg. (Schluß.) S. 1205.

Zuschriften an die Herausgeber:

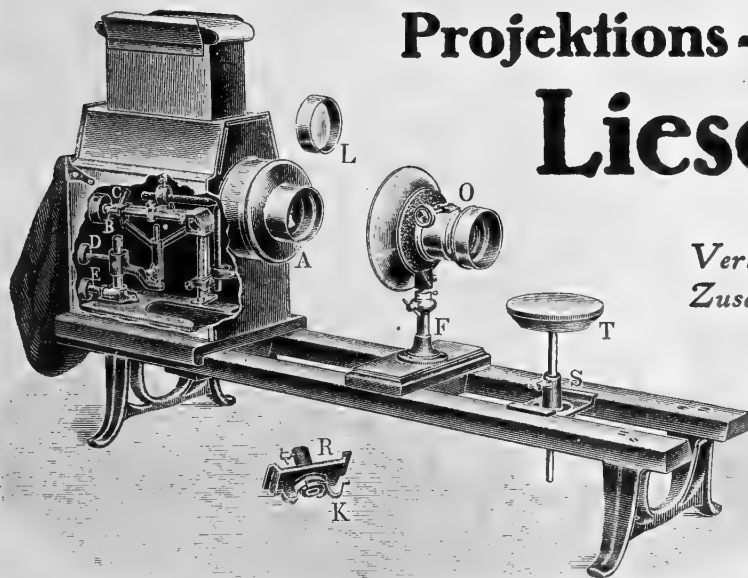
Entgegnung an Herrn Privatdozenten Dr. Paul Kammerer. Von *Prof. Dr. H. Joseph*, Wien. S. 1208.

Bemerkung zur Entgegnung des Herrn Prof. Dr. Joseph. Von *Dr. Paul Kammerer*, Wien. S. 1210.

Besprechungen. S. 1212.

Astronomische Mitteilungen. S. 1215.

Kleine Mitteilungen. S. 1216.



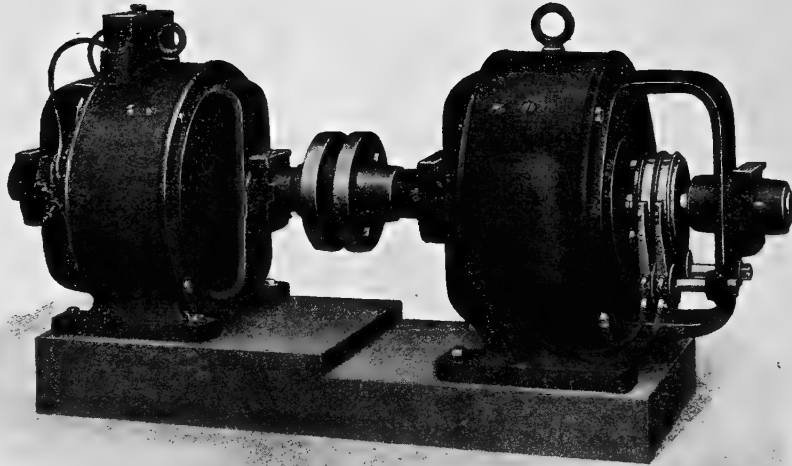
Projektions - Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

Ed. Liesegang * Düsseldorf
Brieffach 124.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

Neu! Neu! Neu!

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

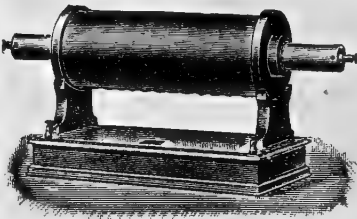


10 Bände gebunden ca. 230 Mark
8 Bände liegen fertig vor und werden
gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quar-
talsrate franko geliefert. Ein Band zur
Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Induktoren mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser
als alle anderen
für physikalische
Arbeiten, gehen
mit jedem Unter-
brecher, sind
durchschlag-
sicher, zu be-
ziehen durch alle
Lehrmittelhand-
lungen, andern-
falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Be-
fruchtung, Reifung und Furchung des Eies von
Ascaris megaloc (Pferdespulwurm). Eine Serie
von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Thermostaten

mit elektrischer Heizung und automatischer

Temperaturregulierung D. R. P.

Jede gewünschte Temperatur einstellbar, mit einer
Konstanz von nur einigen Zehntel-Graden Differenz

Als Gär- oder Brutschränke

bis auf 50 Grade.

Als Trockenschränke von 70—110 Grade.

*Zeugnisse von Staatsanstalten
und Preislisten kostenfrei.*

GEBR. BISCHHAUSEN, BERN (Schweiz)

Generalvertreter für Deutschland:

MAX PURRMANN, DÜSSELDORF.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Carl Kabitzsch, Würzburg: Seite III — B. G. Teubner, Leipzig: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Gebr. Bischoff, Bern: Seite II — Dr. med. Gaudlitz, Aue:
Seite II — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Arthur Pfeiffer, Wetzlar:
Seite IV — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — Weston-Instrument-Company, Schöneberg: Seite III.

Die Wirkung der Sonnenstrahlung auf die Ozeane und deren Ausbeutung.

Von Prof. Dr. V. Hensen, Kiel.

Man rechnet, daß die Oberfläche unserer Meere nahezu $\frac{2}{3}$ der Oberfläche der Erde beträgt. Neben dem rein wissenschaftlichen Interesse daran, wie sich die Produktion des Meeres an Energie und Stoff zu der des Festlandes verhält, legt sich noch die Frage nahe, ob und wie eine Ausbeutung der auf die Ozeane fallenden Sonnenenergie durch den Menschen möglich sein könnte. Diese Frage hat insofern einige Bedeutung, als wir neuerdings mit unserer subterrestrischen Erbschaft an Kohle und Erdölen einen gewaltigen Luxus treiben. Freilich würden wir ohne diesen weder im Frieden noch im Krieg so weiterwirtschaften können. Noch vor 70 Jahren waren es nur der König und die Kanonen, die mit 6 Pferden fahren durften. Heute fahren schon die meisten Fischer, wenn nicht mit Dampfschiff, so doch mit 6 bis 10 PS auf das Meer hinaus, und wer eilig oder bequem ist, durchläuft per Auto seine Bahn mit einer Geschwindigkeit, die ein Vorspann von 6 Pferden nicht erreichen könnte. Das besagt indessen nichts, denn fast alles, was wir an Dampfkraft, Gas und Elektrizität verwenden, wird durch die gespeicherte Sonnenenergie bereitet.

Man beginnt die Flußgefälle zur Gewinnung von Elektrizität auszunutzen. Die Vorausberechnungen lauten verschieden, doch soll z. B. der Rhein in der Schweiz dreimal 40 000 PS liefern können. Die neueren großen Ozeandampfer und die größeren Kriegsschiffe brauchen bei rascher Fahrt etwa je die gleichen Mengen. Es wäre gewagt, von der Ausnützung aller unserer Flüsse viel zu hoffen. Ob heute der Holzzuwachs aller unserer Wälder unserer Erde neben dem sonstigen Holzbedarf die Heizung unserer stetig wachsenden Wohnräume decken könnte, ist sehr zweifelhaft; verzehren doch allein die Papierfabriken ganze Gehölze.

Mögen Erdöle und Steinkohlen noch wenige tausend Jahre ausreichen, die rasch anwachsenden Produktionskosten bei dem in immer größere Tiefen dringenden Abbau dürften die Preise bald erheblich steigern. Es legt sich die Frage nahe, ob die überwiegend große Menge der Sonnenstrahlen, die die Ozeane trifft, eine Ausbeutung zugunsten des Energiebedarfs der Menschheit gestattet?

Auf dem Festland erwärmt die Sonne vorwiegend die Oberfläche und nächtlich geht diese Wärme wieder verloren. Wenige Fuß unter der Erdoberfläche ist die Temperatur im Sommer und im Winter die gleiche. In das durchsichtige Meer dringen die Sonnenstrahlen sehr viel tiefer ein. Die Oberfläche erwärmt sich weniger stark und strahlt daher auch weniger Wärme aus. Sie verliert namentlich durch Wasserverdunstung Wärme.

Die Wasserwärme, die in den Tropen 25° bis 28° C. erreicht, geht außerdem durch Ausgleich mit den polaren Gewässern immer wieder verloren, oder der Wärmegehalt des Meeres wird sogar fortwährend vermindert. Würde nämlich die Wärme aufgespeichert, so würde sie während der langen Zeit, innerhalb deren die Ozeane annähernd in der jetzigen Gestalt bestanden haben, durch Leitung sehr tief eingedrungen sein müssen. Es ist aber die Abkühlung bereits in der Tiefe von 400 m sehr bedeutend, und am Meeresboden ist die Temperatur nahe 0° oder selbst noch etwas niedriger. Die subtropischen fossilen Pflanzenreste und die großen Steinkohlenlager an der Westküste von Spitzbergen beweisen meines Erachtens schlagend, daß das gerade dorthin treibende warme Wasser des nördlichen Atlantischen Ozeans in der Vorzeit einen viel größeren Wärmegehalt besessen haben, die Aufspeicherung der Wärme sich daher vermindert haben muß: eine Wiedervermehrung dieser Gabe ist möglich, aber sie kann kaum erwartet werden. Die Ozeane versorgen das Festland mit Regen, mit Wärme und mit Wind, sind dafür freilich nicht die einzige Quelle.

Eine Aufspeicherung der Energie wird nur durch die Körper von Organismen bewirkt werden können. Indem in dieser Arbeit die Erzeugung der Organismenmasse zum Kern der Darlegung genommen wird, geschieht dies *nur wegen des wissenschaftlichen Interesses* des Problems, da eine *Aufspeicherung der Körper* infolge der im Ozean obwaltenden, eigentümlichen Bedingungen verhindert wird. Ein näheres Eingehen dürfte auch deshalb erlaubt sein, weil es gerade die *deutschen Studien* sind, die eine Beantwortung des scheinbar so gewaltigen Problems: „was an Organismen in den Ozeanen erzeugt wird“, in vorläufig genügender Weise gegeben haben.

Die allgemeine Meinung der Zoologen war früher die, daß die kleinen, mehr oder weniger mikroskopischen Organismen des Meeres, die als Nahrung für dessen größere Tiere dienen, wesentlich in Schwärmen verbreitet seien¹). Man erbeutete sie nämlich mit *horizontal gezogenen*, mit ziemlich dichtem Zeug bezogenen Schmetterlingsnetzen. Da die Organismen, durch äußere Umstände bestimmt, auf und ab steigen, wurde bald wenig, bald viel gefangen. Dieser Befund wurde um so mehr auf Schwärme gedeutet, als einzelne größere Tierarten sich in der Tat zusammenscharen, und weil die Meeresoberfläche bei ruhigem Wasser namentlich in Strömungen, die vom Ufer herkommen, zuweilen auf meilenweite Strecken durch Tiere gefärbt sein kann.

Es ist unzweifelhaft, daß nur Züge vom Meeresboden aus vertikal nach oben, oder doch wenigstens

¹) Für diese Ansicht vergleiche: *Haeckel, E., Planktonstudien*, Jena 1890.

von einer Tiefe aus, bis zu der die lebenden Organismen ihrer Mehrzahl nach zu gehen pflegen, vertikal nach oben, ein Urteil über die Verbreitung der Massen unter der Oberfläche geben können. Dazu müssen dann auch noch Zählungen, nach Art der Blutkörperchenzählungen, von abgemessenen Bruchteilen des Fanges kommen, da Volumenbestimmungen wegen sehr verschiedener Sperrigkeit der oft mit langen Fortsätzen versehenen Organismen wenig brauchbar sind. Auf Grund dieser Überlegung bin ich nach vielen Versuchen zur Konstruktion einer Netzform gekommen, die quantitativ bestimmbare Wassermassen durchfischt und selbst auf hoher See gut arbeitet. Auf deren Beschreibung gehe ich hier nicht ein, erwähne nur, daß der Netzbeutel aus feinsten Seidengaze besteht. Die Poren darin sind nur noch mit der Lupe deutlich sichtbar, aber dennoch gehen die kleinsten Organismen glatt durch sie hindurch. Die Auszählungen der Netzfänge ergeben daher nur ein Bild von der Menge der etwas größeren treibenden Bestandteile, nicht aber von den großen, seltenen und auch nicht von den sehr kleinen Formen. Der Fang wird also nur ein Mindestmaß des Gehalts in der mit dem Netz abgefischten Wassersäule, die etwa 735 qcm Querschnitt hat, ergeben. Da aber fast alle Tiere gefangen werden, abgesehen von den relativ sehr seltenen großen Tieren, und da die Nahrung gerade der kleinen Tiere zum Teil aus den kleinsten Organismen besteht, so geben die Fänge *indirekt* einen Anhalt auch für die Dichte der kleinsten Formen.

Die direkte Untersuchung dieser kleinsten Organismen hat Lohmann¹⁾ in folgender Weise ausgeführt. Wasser wurde aus verschiedenen Tiefenstufen entnommen, filtriert oder zentrifugiert und auf den Bestand der verschiedenen Arten ausgezählt. So wurde zwar eine Vorstellung über die Dichte auch der kleinen Organismen gewonnen, doch konnte die Zahl der Bakterien in dem Gewimmel dieses sog. Nanoplanktons noch nicht ermittelt werden. Überhaupt ist das Ergebnis unvollständig, weil die Verbreitung nach der Tiefe, wie Apstein²⁾ nachgewiesen hat, recht unregelmäßig ist, so daß nicht ersehen werden kann, wie der Gehalt des Wassers ober- und unterhalb der Probenentnahme gewesen ist. Ein exaktes Verfahren ist die Entnahme einer ganzen Wassersäule durch einen offen hinabgelassenen Spritzenschlauch. Während dessen oberes Ende an Deck bleibt, wird das untere Ende hoch gezogen und so die ganze vertikale Wassersäule gefangen. Die Resultate dieses Verfahrens sind noch nicht veröffentlicht, daher müssen Lohmanns Ergebnisse genügen, nach denen, soweit mir ersichtlich, die Masse der kleinen Organismen den Netzfang um höchstens die Hälfte ergänzt.

Zahlreiche im Jahre 1885/86 in der Ostsee mit dem Netz ausgeführte Untersuchungen führten zu

der Entdeckung, daß die im Wasser treibenden Organismen nicht in Schwärmen vereint gehen, sondern gleichförmig unter der Oberfläche auf weite Strecken hin verteilt sind. Je an einem Tage wurden an verschiedenen Orten der Ostsee eine Reihe von Fängen gemacht und für jeden Ort wurden die Mittelzahlen der verschiedenen Arten bestimmt. Soweit diejenigen Arten, die unabhängig vom Boden lebten, in mindestens Hunderten von Individuen vertreten waren, ergab sich, daß sie in gleich schwerem Wasser gleichmäßig genug vorkamen, um die Unterschiede ihrer Zahl auf die erheblichen Fehlerquellen solcher Untersuchungen und auf Ungleichheiten der Wassertiefe beziehen zu müssen.

Es kann also aus wenig Fängen ein Urteil über den Bestand weiter Wasserflächen gewonnen werden. Auf dieser Entdeckung basiert der Wert aller quantitativen Planktonuntersuchungen. Auch für die Systematik ist es wichtig zu erfahren, wie die Mengen der von ihr unterschiedenen Arten sich zueinander verhalten.

Da diese theoretisch gut verständliche Erfahrung schon für die flache Ostsee gewonnen wurde, trotzdem deren Wasser sowohl durch Zuflüsse aus dem Kattegat, wie aus der östlichen brakischen Ostsee erhebliche Veränderungen erleidet, durfte erwartet werden, daß in den Ozeanen mit ihrem viel weniger gestörten Wasserbestand die Gleichmäßigkeit der Bewohnung sehr ausgedehnte Flächen umfassen werde. Namentlich da, wo der Wechsel der Jahreszeiten geringen Einfluß auf die Beschaffenheit des Wassers hat, also in den Tropen, war eine ausgedehnte Gleichmäßigkeit zu erwarten. Diese Überlegung war bestimmend für den Plan der ersten deutschen, rein wissenschaftlichen Hochseeexpedition. Der deutsche Kaiser und die preußische Akademie der Wissenschaften gewährten die Mittel, diesen Plan in der Planktonfahrt 1889 auszuführen.

Die Überlegung hat sich als richtig erwiesen. Die Copepoden, die den Hauptbestand an Tieren ausmachen und deren Arten sich bei diesen kleinen Krebsen gegenseitig vertreten, ergaben z. B. folgendes: Unter 87 Fängen im warmen Wasser, die meistens in Abständen von 100 bis über 300 Kilometern gemacht wurden, differierten von den benachbarten Fängen 53 um weniger, oft um viel weniger als das Doppelte, obgleich bei dem Übergang von einem Stromgebiet in das andere der Unterschied auf das 12 fache steigen konnte. Fünf auf einer Strecke von 2450 Kilometern sich unmittelbar folgende Fänge ergaben den Gang: 53 000, 46 000, 43 000, 40 600 und 37 300 Copepoden unter 0,0735 Quadratmeter Oberfläche, trotzdem wegen Zeitmangels an jedem Ort immer nur ein Zug gemacht werden konnte. Solcher Beispiele könnten viele gegeben werden. Bei großen Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Wassers können die Unterschiede groß werden. Das Minimum der Copepoden im warmen Wasser war z. B. 35 mal kleiner als das Maximum im kalten Wasser.

Die Befunde der Gleichmäßigkeit auf großen Strecken haben ein um so größeres Gewicht, weil sie theoretisch gefordert werden müssen. In den

¹⁾ Lohmann, H., Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der Deutschland . . . durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans. Internationale Revue 1912.

²⁾ Apstein, Plankton der Nord- und Ostsee. Wiss. Meeresuntersuchungen Bd. IX.

Ozeanen sind auf gewaltigen Strecken Licht, Wärme und Wasserbeschaffenheit völlig gleich. Unterschiede des 4 bis 5000 m tief liegenden Meeresbodens haben für die Formen der Oberfläche keine oder fast keine Bedeutung. *Primär sind also alle Lebensbedingungen gleich.* Da der Besatz an lebenden Wesen etwa so vollständig sein wird, wie die Verhältnisse dies gestatten¹⁾, wird auch die Dichte derselben auf entsprechend weite Strecken die gleiche sein müssen. *Sekundär können aus mancherlei Ursachen Veränderungen des Bestandes eintreten.* Namentlich stört an den Küsten und in den Binnengewässern die wechselnde Beschaffenheit des Grundes und die Konkurrenz der von dem Boden aufsteigenden Planktonen die Gleichmäßigkeit des Besatzes. Im Meer wird die Tendenz, Ungleichheiten unter den Planktonen auszugleichen, vorherrschen; eine noch offene Frage ist höchstens, wie rasch solcher Ausgleich erfolgt.

Etwas ängstlich konnte man sein, ob das Netz ausreichen würde, alles abzufischen, wenn die Besetzung bis in große Tiefen so dicht sein würde, wie sie in der Ostsee gefunden wurde. Eine Fahrt, die 1885 in den Golfstrom westlich von Schottland gemacht wurde, beruhigte darüber.

Es war auffallend, daß die Fänge im warmen Wasser erheblich kleiner ausfielen, als sie in dem kalten Wasser des Nordens gewesen waren. Die Anzahl der *Arten*, die schon im Norden in jedem Fang einige Hunderte betrug, war erheblich vermehrt, auch waren die Formen zum Teil größer und zierlicher gebaut, aber die gefangene Masse war nach Zahl und Volumen erheblich vermindert. Nur wo kaltes Wasser aus dem Süden hinzugetreten war, besserte sich das Verhalten. Auf *Filchners* antarktischer Expedition hat *Lohmann* ähnliche Erfahrungen gemacht.

Dieser Befund ist theoretisch recht wohl verständlich. An den Küsten findet sich überall da, wo der Boden geeignet ist, ein lebhafter Pflanzenwuchs. Selbst im warmen Wasser bei der Insel Ascension fand sich reiche Bewachsung; auch die Masse des im Absterben begriffenen, treibenden Sargassokrauts in der Sargassosee weist auf reiche Bewachsung der Küsten des Golfs von Mexiko hin, wo es losgerissen wird. Die meisten solcher Küstenpflanzen haben keine Wurzeln, sondern nur Haft-scheiben. Wie an den Landpflanzen stets die Luft lebhaft vorbeistreicht, so erneut sich an diesen Küstenpflanzen fortwährend die Wasserumgebung, also der Nahrungszufluß. Für die *treibenden* Planktonpflanzen gilt dies nicht. Hilfe für ihren Stoffbedarf gewährt einmal die außerordentliche Kleinheit der meisten isoliert treibenden Zellen. Deren Oberfläche ist im Verhältnis zu ihrem Volumen sehr groß, auch wird sie überdies häufig vergrößert durch Streckung, Abflachung oder besondere Fortsätze. Außerdem kann sich ein Teil dieser Pflanzen durch Flimmerhaare etwas fortbewegen, ein anderer Teil kann sich durch Entwicklung von

Luft oder von Fett aufwärts bewegen und durch deren Abgabe wieder sinken. Diese Tätigkeiten erfordern aber alle einen gewissen Stoffverbrauch, daher sind die Bedingungen für das Gedeihen der Planktonpflanzen ungünstig. Dies trifft namentlich zu für das Leben im warmen Wasser. Hier ist der Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff entsprechend den physikalischen Absorptionsbedingungen relativ gering. Außerdem zeigt sich der Gehalt an Stickstoffverbindungen verringert, nach Ansicht von *K. Brandt* infolge der in der Wärme verstärkten Arbeit der dentrifizierenden Bakterien.

Was für die einzelnen, zahlreichen Pflanzenarten der Stoff sein mag, dessen Minimum das Maximum ihrer Dichte begrenzt, bleibt dahingestellt. Jedenfalls ist es verständlich, daß in dem warmen Wasser das Gedeihen der treibenden Pflanzen erschwert ist. Die größere Mannigfaltigkeit der Formen mag eine intensivere Ausbeutung der im Minimum vorhandenen Nahrungsstoffe gestatten, aber der Stoffwechsel wird durch die Wärme sehr beschleunigt, vielleicht aber auch wird die Zeugungsgeschwindigkeit vermehrt; der Stoffbedarf wird also vergrößert.

Die Copepodenherde bildet die weit überwiegende Masse des tierischen Planktons. Sie ist omnivor, und von ihr lebt direkt oder indirekt die sehr große Mehrzahl aller makroskopischen Ozeanbewohner. Meine Mittelzahlen für 0,0735 qm Oberfläche sind in der westlichen Ostsee 149 500, für das kalte Wasser des nördlichen Atlantischen Ozeans 86 000, für das warme Gebiet 45 700 Stück Copepoden. Das wäre also etwas über $\frac{1}{2}$ und unter $\frac{1}{3}$ des Küstengewässers, wie es die westliche Ostsee repräsentiert. Für den gesamten Ertrag des letzteren habe ich gefunden, daß er etwa dem Ertrag einer gleichen Grasfläche unseres Landes gleichkommt. Für den warmen Ozean dürfte der Ertrag etwa einem Drittel der gleichen Fläche tropischen Graslandes gleich zu setzen sein, denn die Copepodenherde spiegelt hier den ganzen Gehalt des Meeres in einer vorläufig genügenden Weise. Soweit ich ein sachverständiges Urteil habe, ist nicht zu erwarten, daß sich durch erneute *quantitative* Untersuchungen die Zahlen für die Tropen sehr erheblich verändern werden, weil die Jahreszeiten wenig Einfluß haben.

Wenn also die Ozeanflächen etwa soviel an organischer Substanz wie das gesamte Festland erzeugen, so resultiert daraus dennoch *keine* Speicherung von Energie. Selbst der Detritus auf dem Grunde der Küstengewässer, der nach Untersuchungen des Dänen *Joh. Petersen* noch manchen Tieren als Nahrung dient, enthält so wenig Kohlenstoff, daß von einer Speicherung zu Steinkohle, wie sie auf dem Festlande stattgefunden hat, nicht die Rede sein kann. In mittleren Meerestiefen fand schon die *Challenger*-Expedition den Grund bedeckt mit Schalen und Skeletten von Planktonen, deren Erhaltungszustand nachwies, daß sie den Darm von Tieren nicht passiert hatten. In ihnen war aber organische Substanz kaum vorhanden. Der Regen der von der Oberfläche absinkenden

¹⁾ Dieser Satz gilt nicht für die Bodenbewohner flacher Gewässer, weil diese sich nicht am Ort vermehren, sondern ihre Brut in das Plankton entlassen.

Organismen wird nach den Untersuchungen des Fürsten von Monaco teils am Boden selbst durch Amphipoden, teils durch in größeren Tiefen schwimmende größere Tiere ergriffen und verzehrt. Wesentlicher aber dürfte sein, daß die mikroskopischen Körper und was an Exkreten in das Wasser gelangt, durch Bakterien zersetzt wird. *K. Brandt* hat betont, daß schon die Flüsse im Lauf der Jahrtausende soviel Materie dem Meer zugeführt haben müssen, daß ohne Zerstörung dieser Massen eine *Verjauchung* des Wassers eingetreten wäre. Vielmehr noch müßten die Exkrete der Planktontiere eine Verjauchung bewirkt haben, denn die Phytoplanktonten können doch nur die vom Licht noch getroffenen Schichten reinigen. Da aber das Meer nicht verjaucht ist, muß eine Reinigung stattfinden, die, trotz vielen Widerspruchs, doch wohl nur durch die in einiger Menge vorhandenen Bakterien erfolgen kann. Durch die Zerlegung der organischen Substanzen in CO_2 , H_2O und N muß das Wasser etwas Wärme gewinnen.

Da eine Speicherung der Körper nicht stattfindet, bleibt nur für eine Ausnutzung der auf die Ozeane fallenden Sonnenstrahlen als Energiequelle der ozeanische Wind übrig.

Es ist vielfach an eine Ausnutzung der Flutwelle gedacht worden. Diese könnte erfolgreich wohl nur an den Küsten, an denen die Gezeitenbewegung eine große Höhe erlangt, stattfinden. Wenn eine *kontinuierlich* wirkende Stromkraft gewonnen werden soll, werden *sehr schwierige* und teure Bauten erforderlich. Jedenfalls ist die deutsche Nordseeküste für derartige Einrichtungen von zu beschränkter Ausdehnung und von ungünstiger Lage, denn vereinzelte Anlagen kommen für den Ersatz oder für ausgiebige Ergänzung der Kohlen nicht in Betracht.

Es ist auch an die Ausbeutung der Wellenbewegung gedacht worden, aber die Wellen sind an den Küsten in ihrer Höhe so wechselnd und überhaupt so schwierig in Betriebskraft zu verwandeln, daß von ihrer Benutzung abgesehen werden muß.

Die Verwendung von Windmühlen ist üblich und führt zu einigermaßen befriedigenden Ergebnissen. Ich lese, daß die neueren amerikanischen Mühlen bei frischem Wind (8 m die Sekunde) und bei einer arbeitenden Fläche von 9 qm nach einer Formel von *Coulomb* 2,3 PS liefern sollen. Nach *La Cour*¹⁾ würden richtig gebildete vierflügelige Windmühlen besser arbeiten und für die genannte Fläche 3,17 PS liefern. Man kann jedoch nur rechnen, daß 150 Tage im Jahre brauchbare Winde auf dem Lande geben, außerdem würden enorme Landflächen gebraucht werden, um erhebliche Energiemengen zu gewinnen, daher erscheint diese Art von Energiegewinn nicht sehr empfehlenswert.

Die Winde auf dem Ozean versprechen eine bessere Ausbeute und sind allen Nationen zugänglich. Segelschiffe würden die Kreisfahrt Kanariengstrom, Nord-Äquatorialstrom, Strom an den westindischen Inseln und Golfstrom mit günstigem,

meistens 8 m die Sekunde wehendem Wind durchlaufen können, sind doch diese Ströme wesentlich das Resultat der dort beständig wehenden Winde. Die Schiffsgeschwindigkeit würde auch recht gleichmäßig sein können, da bei stärkerem Winde die Segel gekürzt werden müssen. Werden solchen Schiffen Schaufelräder angehängt, die ihrerseits Dynamomaschinen treiben, so wird durch elektrolitische Wasserzersetzung eine Fracht von Sauerstoff- und Wasserstoffbomben gewonnen werden können, die der Heimat die Energie zuzuführen vermöchte, welche die Verminderung der Steinkohle erfordert. Dafür würde es an Raum und Wind nicht fehlen. Da jetzt vielfach die Frage, wie lange Zeit unsere Steinkohlen noch reichen, erwogen wird, hat es Interesse, die Frage der Ausnutzung der, wie ich glaube, einzigen Energie, die *ausgiebigen* Ersatz bieten könnte, ins Auge zu fassen. Es ist leichter gesagt als getan, durch Segelschiffe diese Energie auszubeuten. Soviel ersichtlich, wird sich der Betrieb erst lohnen können, wenn die Preise der Kohle erheblich gestiegen sind, bis wohin hoffentlich noch manches Jahrhundert vergehen wird. Überhaupt werden zunächst noch Technik und Erfahrung viel zu leisten haben, um den vorgeschlagenen Energiegewinn zweckmäßig zu gestalten. In dieser Richtung bin ich nicht kompetent, aber es dürfte doch wohl schon in unserer Zeit viele Leser interessieren, Äußerungen von jener Seite hier zu lesen. Ich habe daher versucht, nachfolgend einige Daten zusammenzutragen, die ein näheres Eingehen auf das Problem gestatten. Das Besondere in der Sache liegt ja darin, daß die anderweit nicht ersichtliche Möglichkeit nachgewiesen wird, einen dauernden Ersatz des in der Ferne drohenden Kohlenmangels zu gewinnen.

Ein Barkschiff, in Wasserlinie 100 m lang, 16 m breit, von etwa 2 600 000 kg Ladefähigkeit hat eine Segelfläche von 2750 qm. Zuzufolge den technischen Taschenbüchern lastet bei frischem Wind (8 m/sek) auf dem Quadratmeter Segelfläche ein Druck von 7,7 kg, also bei halbem Winde ein Druck von 21175 kg. Das Schiff kann ganz wohl 2,8 bis 3,1 m die Sekunde laufen, es würde also mit 790 bis 875 PS fest gehalten werden können. Ich rechne, daß davon 200 PS entnommen werden können, indem dem Schiff Schaufelräder mit einer Fläche von 26 bis 30 qm der eintauchenden Schaufeln angehängt werden. Die Schaufelräder treiben 1 oder 2 Dynamos. Wird gerechnet, daß der Widerstand gegen die Bewegung des Schiffs im Wasser nach der dritten Potenz der Geschwindigkeit steigt, so würde das Schiff noch mit einer Geschwindigkeit von 2,5 bis 2,8 m fahren können.

La Cour hat in seiner Versuchsmühle elektrolitisch Gas gewonnen und gibt in seiner vortrefflichen Arbeit, S. 8, darüber an, daß 5 Pferdekkräfte in 4 Stunden 1 Liter Wasser zersetzen und zugleich das Gas komprimiert haben. Man kann annehmen, daß 1 Liter Wasser 1862 Liter Gas bei atmosphärischem Druck gibt. Dann geben und komprimieren 200 PS in 24 Stunden 447 000 Liter komprimiertes Gas. *La Cour* rechnet die 1862 Liter Gas zu 11,20 M., also 1000 Liter zu 5,50 M. Das ist der Detailpreis. Ich kann höchstens dafür 1,20 M. ansetzen. H ist im Großhandel noch billiger, aber da von O nur halb soviel gewonnen wird, dürfte die An-

¹⁾ *La Cour*, P., Die Windkraft (Leipzig 1905), S. 62.

nahme zutreffen. Das gibt pro Arbeitstag einen Verdienst von 536 M.

Gegenrechnung ist: Das Schiff mit Dynamo (6000 M.) und Akkumulatorbatterie (8000 M.) kostet 400 000 M. Die Kosten des Gasentwicklers habe ich nicht ermittelt. 4 % Verzinsung, 8 % Versicherung, 2 % Reparaturen, 5 % Abschreibung, gibt im ganzen 19 %. Die Arbeitszeit des Schiffs zu 300 Tagen genommen, erfordert dies täglich 253 M. Die Gasbomben zu 75 kg Gewicht werden für 60 M. pro Stück herzustellen sein. Sie werden auf 250 Atmosphären, womöglich wiederholt, geprüft und können bei 150 Atmosphären Druck 6000 Liter Gas aufnehmen. Es werden 75 Stück täglich gefüllt, so daß für eine Reihe von 80 Tagen 6000 Stück zum Preise von 360 000 M. mitzunehmen sind. Diese mit 4 % Zinsen, 8 % Versicherung und 1 % Amortisation und Reparatur, also in Summa mit 13 % gerechnet, erfordern pro Tag 156 M. Verdienst. Die gleiche Zahl Bomben auf Lager, mit 4 % verzinst, erfordert täglich 46 M. Verzinsung. Die Bemannung von 16 Personen, à 5 M. täglich, erfordert 80 M. Die Tageskosten wären demnach $253 + 156 + 46 + 80 = 535$ M. gegen 536 M. Einnahme.

Größere Reedereien, die allein in Frage kommen können, werden wohl etwas billiger fahren, aber gegenüber der Leistung von Steinkohlen ist zurzeit noch keine Konkurrenz möglich.

Eine Dampfmaschine mit Dynamo zu 200 PS kostet 60 000 M., dazu Akkumulatorenbatterie und Druckpumpen etwa 9000 M. 4 % Verzinsung, 10 % Abschreibung, 2 % Reparaturen, also 16 %, erfordern für 300 Tage täglich einen Verdienst von 37 M. Land und Haus kosten 15 000 M., Verzinsung 6 %, also pro Tag 3 M. Vorrätig müssen höchstens 6000 Bomben sein. Mit 5 % verzinst und amortisiert gibt 60 M. Kohlen pro PS 50 Pf., macht pro Tag 100 M. Tageskosten betragen also 220 M. Es können daher 1000 Liter Gas für 50 Pf. geliefert werden.

Soweit ersichtlich, kann also der Wind für größere Lieferungen nicht konkurrieren, solange die Kohlen noch so billig zu haben sind.

Gittererscheinungen auf verschiedenen Gebieten.

Von Dr. Fritz Reiche, Berlin.

§ 1.

Wenn man, des Abends am Fenster stehend, durch eine behauchte oder mit Eisblumen bedeckte Fensterscheibe nach dem Lichte der Straßenlaterne blickt, so sieht man das Licht von bunten Ringen umgeben, in denen man leicht die Farben des Regenbogens wiedererkennt. Auch im Großen begegnen wir ähnlichen Erscheinungen: In gewissen Nächten, in denen unsere Erdatmosphäre an Feuchtigkeit reich ist, ist der Mond von einem gefärbten Hof und manchmal sogar von regenbogenartigen Kreisen umgeben.

Derartige Erscheinungen nennt man *Beugungserscheinungen des Lichtes*. Was hierunter zu verstehen ist, möge aus dem Folgenden hervorgehen.

Es gibt in der Physik eine große Reihe von Vorgängen, die man unter dem Namen *Wellenbewegungen* zusammenfassen kann. Von den Wasserwellen her sind diese Vorgänge hinreichend bekannt. Wirft man in ein ruhendes Gewässer einen Stein,

so erzeugt der Stein an der Stelle, wo er das Wasser trifft, eine Bewegung der Wasserteilchen, die sich allmählich auf der Oberfläche ausbreitet. Man erkennt leicht, daß die Bewegung der einzelnen Wasserteilchen in der folgenden Weise vor sich geht: Das anfänglich ruhende Teilchen steigt über seine Ruhelage in die Höhe bis zu einem höchsten Punkt, den man den Wellenberg nennt, kehrt dann zur normalen Ruhelage zurück, sinkt tiefer hinab unter die Ruhelage bis zu einem tiefsten Punkt, dem Wellental, und steigt wieder bis zur Ruhelage empor. Es vollführt also jedes Teilchen Schwingungen um seine Ruhelage, ohne jedoch eine fortschreitende Bewegung zu erlangen. Die einzelnen Teilchen aber schwingen zeitlich nacheinander; denn die Schwingung des Teilchens beginnt um so später, je weiter es von dem Ausgangspunkt der Erregung entfernt liegt. Man kann also sagen: Die Schwingungsbewegung pflanzt sich allmählich vom Erregungszentrum nach allen Seiten fort. Dieses Fortschreiten der Bewegungsform, ohne ein Fortschreiten der schwingenden Teilchen selbst, ist das wesentliche Merkmal aller Wellenbewegungen.

Schwingen, wie in dem eben besprochenen Beispiel, die Teilchen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Wellen, so spricht man von Transversalwellen. Zu ihnen gehören u. a. die elektrischen Wellen, die in der drahtlosen Telegraphie verwendet werden, die ultraroten Wärmewellen, die Wellen des sichtbaren Lichtes und die chemisch-wirksamen ultravioletten Wellen. Schwingen dagegen die Teilchen in der Fortpflanzungsrichtung der Welle, so hat man es mit Longitudinalwellen zu tun. Zu ihnen gehören die Schallwellen in Luft, in Flüssigkeiten und in festen Körpern.

Die Wellenbewegungen unterscheiden sich erstens durch ihre *Fortpflanzungsgeschwindigkeit*. Z. B. pflanzt sich der Schall in der Luft unter normalen Verhältnissen mit einer Geschwindigkeit von rund 340 m in der Sekunde fort, das Licht dagegen mit der sehr großen Geschwindigkeit von 300 000 km in der Sekunde. Zweitens aber unterscheiden sich die Wellen durch den Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wellenbergen. Diese Strecke heißt die *Wellenlänge*. So hat man es z. B. bei den elektrischen Wellen mit Wellenlängen von mehreren Kilometern bis herab zu einigen Millimetern zu tun; die zurzeit bekannten Wärmewellen besitzen Längen von $\frac{1}{2}$ mm an bis herab zu etwa $\frac{1}{1000}$ mm und noch geringer ist die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, des ultravioletten Lichtes und der Röntgenstrahlen.

Man hat nun erkannt, daß jede Wellenbewegung, die sich ungestört ausbreitet, sich in geraden Linien fortpflanzt. Diese Linien nennt man die *Strahlen* und spricht demnach von Lichtstrahlen, von Wärmestralen, von elektrischen Strahlen und von Schallstrahlen. Streng genommen aber ist die ungehinderte Ausbreitung der Wellen ein in der Wirklichkeit nie erfüllter Idealfall. Denn Licht und Schall treffen bei ihrer Ausbreitung stets auf Körper im Raum, die sich den Wellen hindernd in den Weg stellen. Denken wir uns etwa in den

Weg der Lichtwellen, die von einer punktförmigen Lichtquelle herrühren, einen undurchlässigen Schirm gestellt, der die Form eines schmalen, bandförmigen Streifens haben möge. Würden sich die Lichtwellen hier geradlinig fortpflanzen, so müßte der Streifen einen vollständig scharf begrenzten schwarzen Schatten werfen. In Wirklichkeit aber bemerkt man, daß, wenn man den Streifen immer schmaler macht, der Schatten sich aufhellt und schließlich fast ganz verschwindet. Der streifenförmige Schirm hat also den regelmäßigen Verlauf der Lichtwellen gestört. Das Licht ist von seiner geradlinigen Bahn abgewichen und um die Ränder des Schirms herum in den Schatten eingedrungen. Man spricht in diesem Falle von einer *Beugung* der Wellen an den Rändern des Schirms.

Es hat sich gezeigt, daß die Beugung der Wellen allgemein um so stärker wird, je kleiner die Dimensionen der beugenden Gebilde im Vergleich zur Wellenlänge sind. Ein und derselbe beugende Körper lenkt daher die langen Wellen mehr von ihrer geradlinigen Richtung ab — er beugt sie stärker — als die kurzen Wellen. Nun entsprechen aber im Gebiete der Lichtwellen die längsten Wellen der roten Farbe; dann folgen in der Skala der Wellenlängen die Wellen des gelben, grünen, blauen Lichtes; die violetten Wellen schließlich sind die kürzesten. *Es werden daher die roten Wellen stets am stärksten gebeugt, die violetten am schwächsten.* Besteht der auf den beugenden Körper auffallende Wellenstrom aus Wellen aller Farben, d. h. ist das einfallende Licht weiß, so werden die einzelnen farbigen Bestandteile des weißen Lichtes verschieden stark gebeugt und daher örtlich voneinander getrennt. Das Beugungsbild ist daher bunt und zeigt alle Farben des Spektrums.

Unter allen Beugungserscheinungen nehmen diejenigen eine bevorzugte Stellung ein, die entstehen, wenn der beugende Körper eine *gitterartige Struktur* besitzt. Diese Gittererscheinungen sind auf den verschiedensten physikalischen Gebieten von großer Bedeutung geworden.

Was ein Gitter ist, das sehen wir täglich auf der Straße, denn die Gärten unserer Häuser sind im allgemeinen von Gittern eingefast. Es besteht also ein Gitter aus einer regelmäßigen Anordnung paralleler, gleichweit voneinander entfernter Gitterstäbe, deren Achsen in der Regel in einer Ebene liegen. In diesem Falle spricht man von ebenen Gittern. Der konstante Abstand zweier aufeinanderfolgender Gitterstäbe — genauer gesagt, der Abstand ihrer Achsen — heißt die *Gitterkonstante*.

§ 2.

Wir wollen uns an erster Stelle mit den *optischen Gittern* befassen. Wir wissen: die Lichtwellen sind von außerordentlicher Kleinheit. Will man daher gut sichtbare Beugungserscheinungen erhalten, so müssen die Dimensionen der beugenden Gitterstrukturen klein gewählt werden; die Gitterstäbe und die Zwischenräume, die sogenannten Gitterspalte, müssen also schmal gemacht werden. Man kann sich ein solches Gitter etwa herstellen, indem man eine Glasplatte versilbert und

dann mit einer feinen Diamantspitze eine große Reihe paralleler, dicht nebeneinander liegender äquidistanter Risse in die Silberschicht einritz. Die Risse bilden dann die durchlässigen Gitterspalte, die stehengebliebenen Silberschichten zwischen zwei Rissen sind die undurchlässigen Gitterstäbe.

Blickt man durch ein solches Gitter nach einer einfarbigen Lichtquelle, einer Lichtquelle also, die nur Wellen von einer ganz bestimmten Länge aussendet, so sieht man das folgende charakteristische *Gitterbeugungsbild*: In der Mitte des Beugungsbildes bemerkt man einen sehr hellen schmalen Streifen, das sogenannte *Zentralbild*, das durch die ungebeugten Wellen entsteht. Symmetrisch zu beiden Seiten des Zentralbildes erblickt man eine Reihe weiterer heller Streifen von allmählich abnehmender Helligkeit; diese sogenannten *Seitenmaxima*, die den gebeugten Wellen entstammen, sind von dem Zentralbild sowohl wie voneinander durch vollständig dunkle Zwischenräume getrennt.

Ist die Lichtquelle nicht, wie wir eben annahmen, streng einfarbig, sondern entsendet sie Wellenarten von verschiedener Länge, wie wir es von den leuchtenden Gasen und Dämpfen her kennen, so verändert sich das Gitterbeugungsbild; das Zentralbild allerdings bleibt, wie es ist, denn in ihm fallen ja alle in der Lichtquelle enthaltenen Wellen ungebeugt aufeinander. Die Seitenmaxima aber entstehen durch die gebeugten Wellen, und, wie wir wissen, werden die langen Wellen stärker gebeugt als die kurzen. Daher wird jedes Seitenmaximum in ebenso viele getrennte Streifen zerfallen, wie die Lichtquelle einzelne getrennte Wellenlängen entsendet. Strahlt die Lichtquelle z. B. nur eine rote und eine blaue Welle aus, entsendet sie also, wie man sagt, nur eine rote und eine blaue Spektrallinie, so besteht jedes Seitenmaximum des Beugungsbildes ebenfalls aus zwei Streifen, einem roten und einem blauen, die infolge der verschiedenen starken Ablenkung der roten und blauen Wellen deutlich voneinander getrennt sind.

Fällt endlich auf das Gitter weißes Licht, das also alle Farben enthält, so wird jedes Seitenmaximum zu einem *Spektrum* ausgebreitet; aus den ersten Seitenmaximis rechts und links entstehen die Spektren erster Ordnung, aus den zweiten Seitenmaximis die Spektren zweiter Ordnung usw.

So sehen wir, daß wir in den optischen Gittern Instrumente besitzen, die uns gestatten, *spektroskopische Untersuchungen* auszuführen. Drei Aufgaben vor allen können wir mit Hilfe des Gitters lösen:

1. können wir die Strahlung beliebiger Lichtquellen, z. B. der Sonne, der einzelnen Sterne oder irgendeines leuchtenden festen oder gasförmigen Körpers rein *qualitativ analysieren*, d. h. wir können feststellen, welche verschiedenen einzelnen Wellenlängen in der Gesamtstrahlung der untersuchten Lichtquelle enthalten sind. Denn das Gitter zerlegt ja diese Gesamtstrahlung in ihre spektralen Bestandteile.

2. können wir mit dem Gitter die Wellenlängen der von unserer Lichtquelle entsandten

Spektrallinien auch *quantitativ* mit großer Genauigkeit *messen*. Denn die gesuchte Wellenlänge ist, wie die Theorie uns lehrt, gleich der Gitterkonstanten multipliziert mit dem Sinus des Beugungswinkels, d. h. desjenigen Winkels, um den die betrachtete Welle im Spektrum erster Ordnung abgelenkt wird.

3. endlich können wir mit Hilfe des Gitters auch die Struktur der einzelnen Spektrallinien erkennen; denn wir wissen, daß selbst die schmalste Spektrallinie nicht aus einer einzelnen Wellenlänge besteht, sondern stets einen endlichen Wellenlängenbereich umfaßt. Die Spektrallinie ist nie eine wirkliche Linie im mathematischen Sinne, sondern stets ein Streifen von endlicher Breite, der in der Mitte am hellsten ist und nach den Rändern zu an Helligkeit abnimmt. Die Art, wie sich die Helligkeit über den Streifen verteilt, nennt man die *Intensitätsverteilung der Spektrallinie*. Diese Intensitätsverteilung, ferner die Breite der Spektrallinie und den Einfluß von Druck, Temperatur und magnetischen Kräften auf den Bau der Linie — alles dies können wir mit Hilfe des Gitters messen, und aus den Resultaten Schlüsse auf die Entstehung der Spektrallinien ziehen.

Soll unser Gitter in spektroskopischer Hinsicht leistungsfähig sein, so muß es zwei im Spektrum benachbarte Spektrallinien voneinander trennen, d. h. es muß jedes Seitenmaximum deutlich in zwei getrennte Streifen zerfallen, selbst wenn die auf fallenden Wellenlängen sich nur um wenig unterscheiden. Diese Fähigkeit des Gitters heißt: sein *Auflösungsvermögen*. Nun lehrt uns die Beugungstheorie, daß das Auflösungsvermögen des Gitters um so größer ist, je mehr Stäbe das Gitter enthält. Es ist daher das Ziel der optischen Technik, Gitter mit großer Stabzahl herzustellen. Da andererseits die Wellenlängenmessung mit Hilfe des Beugungswinkels um so genauer ausfällt, je größer der Beugungswinkel, je kleiner also die Gitterkonstante ist, so wird es sich schließlich darum handeln, Gitter mit kleiner Gitterkonstante, aber großer Stabzahl zu konstruieren, d. h. auf einem kleinen Raum eine große Zahl eng aneinanderliegender äquidistanter Gitterstriche zusammenzudrängen. Mit Hilfe besonders konstruierter feinmechanischer Teilmaschinen kann man Glasgitter herstellen, bei denen 400 Gitterstriche auf 1 mm kommen. Ein weiterer Fortschritt wurde erzielt, als man die Gitter, statt sie durchsichtig zu machen, auf spiegelnde Metallflächen ritzte und im reflektierten Licht beobachtete. So konnte *Rutherford* auf gut polierte ebene Metallflächen Gitter einritzen, die 500—600 Striche pro mm enthielten; *Rowland* steigerte diese Leistung weiter auf 700 Striche pro mm, indem er zugleich die Gitter auf konkave Flächen ritzte und dadurch den Gebrauch optischer Linsen überflüssig machte.

Neben den eben besprochenen Beugungserscheinungen, die von einfachen Gittern erzeugt werden, gibt es nun noch eine unendliche Mannigfaltigkeit der schönsten Beugungsbilder, die den komplizierteren Gitterstrukturen ihre Entstehung verdanken.

Man denke nur an die herrlichen Farbenmuster, die man leicht beobachten kann, wenn man durch ein Stück Musselin, Flor, dünnes Seidenband oder durch den Stoff eines Sonnen- oder Regenschirms nach einem Licht blickt.

§ 3.

Alle diese einfachen und komplizierten Gitterstrukturen sind nun von entscheidender Bedeutung in einem Gebiet, das innig mit der praktischen und technischen Optik zusammenhängt: nämlich bei der mikroskopischen Abbildung.

Ernst Abbe, der wissenschaftliche Leiter des Zeißwerkes in Jena, war es, der zuerst klar erkannte, daß die *Abbildung im Mikroskop im allgemeinen eine Abbildung nichtselbstleuchtender Objekte von gitterartiger Struktur sei*, und daß daher die Beugung der durchleuchtenden Strahlen am gitterartigen Objekt bei der Abbildung eine wesentliche Rolle spielt.

Denken wir uns etwa als typischen Vertreter eines mikroskopischen Präparats ein einfaches Gitter, wie wir es vorhin betrachteten, unter das Mikroskop gebracht, und dieses Gitter von rückwärts mit weißem Licht durchleuchtet, so entsteht, wie wir wissen, ein Beugungsbild des Gitters und zwar in der Weise, daß von dem Gitter erstens ungebeugte Strahlen ausgehen, die das Zentralbild erzeugen, zweitens aber in bestimmten Richtungen symmetrisch nach beiden Seiten die gebeugten Strahlen verlaufen, die die Beugungsspektren erster, zweiter und höherer Ordnung erzeugen. Es ist uns ferner bekannt, daß die Helligkeit dieser Spektren mit wachsender Ordnungszahl abnimmt; es ist also z. B. das dritte Spektrum weniger hell als das zweite, das zweite weniger hell als das erste. Die Zahl der überhaupt entstehenden Spektren ist begrenzt und um so kleiner, je kleiner die Gitterkonstante, je enger also die Gitterstruktur ist.

Abbe erkannte nun, daß man unser Gitter im Mikroskop nur dann ähnlich abgebildet sieht, wenn alle Beugungsspektren von noch zu berücksichtigender Helligkeit auf das Mikroskopobjektiv treffen, so in den Mikroskoptubus gelangen und bei der Abbildung mitwirken. Die Abbildung wird dagegen sofort unvollkommen und unähnlich, sowie gebeugte Strahlen von nennenswerter Intensität nicht in den Tubus gelangen, für die Abbildung also verloren gehen, sei es, daß diese Strahlen so schräg vom Gitter ausfahren, daß sie das Objektiv nicht mehr treffen, sei es, daß sie künstlich abgeblendet werden. Blendet man z. B. willkürlich die Spektren von ungeradzahlgiger Ordnung links und rechts ab, also die ersten, dritten, fünften usw., so sieht man im Mikroskop ein Gitter mit doppelt soviel Strichen, als es in Wirklichkeit besitzt. So hat man es in der Hand, die Abbildung willkürlich zu fälschen.

Aber noch mehr: Denken wir uns einmal Gitter von immer kleinerer Gitterkonstante, also immer engerer Struktur, unter das Mikroskop gebracht, dann werden, wie wir wissen, die Beugungsspektren immer weiter auseinanderrücken, es werden also

immer weniger Spektren ins Mikroskop gelangen, die Abbildung wird immer unähnlicher werden. Schließlich werden, bei einem hinreichend engen Gitter, auch die Spektren erster Ordnung rechts und links soweit vom Zentralbild abgerückt sein, daß sie nicht mehr das Mikroskopobjektiv treffen. In diesem Fall, wo nur das Zentralbild ins Mikroskop gelangt, erreicht die Unähnlichkeit der Abbildung ihren höchsten Grad: Man sieht nämlich im Mikroskop nur eine glatte, weiße Fläche ohne eine Spur von Strukturandeutung. *Das Mikroskop löst, wie man sagt, in diesem Fall unser Gitter nicht mehr auf. Abbe konnte zeigen, daß die erste Andeutung einer Struktur mit richtiger Wiedergabe der Strichzahl erst erfolgen kann, daß also das Mikroskop das Gitter erst auflösen kann, wenn neben dem Zentralbild mindestens noch eins der beiden Spektren erster Ordnung bei der Abbildung mitwirkt.*

Dies kann man dadurch erreichen, daß man erstens mit Licht möglichst kleiner Wellenlänge beleuchtet, evtl. sogar sich der photographischen Methode bedient; denn dann werden die Spektren erster Ordnung am wenigsten abgelenkt; daß man zweitens das mikroskopische Präparat der Objektivlinse möglichst nahe bringt, und daß man drittens das Präparat in eine Flüssigkeit von hohem Brechungsquotienten eintaucht, die bis zur Objektivlinse reicht und ihre Vorderfläche bespült.

Verfährt man in dieser Weise, so ist damit die *Leistungsgrenze des Mikroskops* erreicht. Das Mikroskop kann dann eine gitterartige Struktur von etwa $\frac{1}{10000}$ mm Strichabstand noch gerade auflösen. Noch feinere Strukturen aber aufzulösen, d. h. als Strukturen abzubilden, ist mit keinem noch so guten Mikroskop möglich.

§ 4.

Wir wollen jetzt das Gebiet der reinen Optik verlassen und uns zu anderen Gebieten wenden, auf denen Gittererscheinungen von Bedeutung geworden sind. In erster Linie kommt da das Gebiet der elektrischen Wellen in Frage.

Als *Heinrich Hertz* im Jahre 1888 durch seine berühmten Versuche die Identität der elektrischen Wellen mit den Licht- und Wärmewellen nachwies, da gelang es ihm auch zu zeigen, daß die von seinem elektrischen Oszillator ausgehenden Wellen *polarisiert* seien, wie es die Lichtwellen sind, die ein Nicolsches Prisma durchlaufen haben. Es bedeutet dies, daß die Schwingungen der elektrischen Kraft dauernd in einer bestimmten Ebene vor sich gehen (die senkrecht zu der sogenannten Polarisations-ebene liegt). Den Nachweis dieser Polarisation führte *Hertz* in folgender Weise: Er stellte in den Strahlengang der elektrischen Wellen ein Gitter, das aus zylindrischen Metalldrähten von 1 mm Durchmesser bestand. Die Gitterkonstante betrug 3 cm, die Länge der elektrischen Wellen etwa 66 cm.

Hertz fand nun, daß das Gitter die Strahlung fast ungeschwächt hindurchläßt, wenn die elektrische Kraft in der Welle senkrecht zur Achse der Gitterstäbe schwingt, daß dagegen die Strahlung fast

vollständig abgeschirmt wird, wenn die elektrische Kraft den Gitterstäben parallel schwingt. Nennen wir die Durchlässigkeit des Gitters im letzteren Fall die parallele Durchlässigkeit, im Gegensatz zu der senkrechten Durchlässigkeit, so können wir das Ergebnis von *Hertz* folgendermaßen formulieren: *Bei einem engen Gitter aus dünnen Metallstäben — eng und dünn im Verhältnis zur Wellenlänge gerechnet — ist im Gebiete der elektrischen Wellen die senkrechte Durchlässigkeit beträchtlich größer als die parallele.* Diesen Effekt nennt man den *Hertzeffekt*.

Zu sehr viel allgemeineren Resultaten gelangten *Dubois* und *Rubens* in ihren ausgedehnten Untersuchungen aus den Jahren 1891, 1893 und 1911. *Dubois* und *Rubens* verfolgten die Durchlässigkeit verschiedener Metalldrahtgitter (deren Öffnungen ebenso breit waren wie die Gitterstäbe) vom Gebiete der kleinen sichtbaren Wellen aus bis zu den längsten zurzeit bekannten ultraroten Wärmewellen. Sie fanden im Gebiete des sichtbaren Lichtes, wo die Gitterstäbe dick und die Gitteröffnungen weit im Vergleich zur Wellenlänge sind, eine dem *Hertzeffekt* genau entgegengesetzte Erscheinung: die parallele Durchlässigkeit des Gitters war hier nämlich größer als seine senkrechte Durchlässigkeit. Dieser Effekt heißt der *Duboiseffekt*.

Ging man zu größeren Wellenlängen über, so verschwand allmählich der Unterschied der parallelen und der senkrechten Durchlässigkeit, und man gelangte schließlich an einen Punkt, den sogenannten *Inversionspunkt*, wo die beiden Durchlässigkeiten einander gleich wurden. Geht man zu noch größeren Wellenlängen jenseits des Inversionspunktes über, so kehrt sich, wie man erwarten konnte, der *Duboiseffekt* um, und es ergibt sich der *Hertzeffekt*. Bei den längsten Wärmewellen schließlich sinkt die parallele Durchlässigkeit der Gitter auf Null herab, und ihre senkrechte Durchlässigkeit steigt nahezu bis zum Werte 1, so daß man hier ein genaues Analogon zu den Hertzschen Versuchen vor sich hat.

Die Theorie der geschilderten Erscheinungen steckt noch in den Anfängen. Was sie vorläufig zu erklären vermag, ist das Auftreten des *Hertzeffekts* bei Gittern mit dünnen metallischen Stäben. Ist aber der Stabdurchmesser nicht mehr klein gegen die Wellenlänge, so stößt die Theorie auf mathematische Schwierigkeiten; daher ist der Übergang vom *Hertzeffekt* durch den Inversionspunkt zum *Duboiseffekt* ein zurzeit noch ungelöstes theoretisches Problem.

§ 5.

Ich möchte zum Schluß auf eine Reihe sehr interessanter Gittererscheinungen eingehen, die erst in jüngster Zeit entdeckt worden sind, und deren weiteres Studium einen tiefen Einblick in die Welt der Atome zu gewähren verspricht.

Wir haben bis jetzt die langen elektrischen Wellen, die Wärmewellen und endlich die Wellen des sichtbaren Lichtes bei ihrem Durchgang durch gitterartige Strukturen verfolgt. Nun besitzen wir aber in den *Röntgenstrahlen* Wellenimpulse, deren

Länge noch weit unterhalb der Wellenlänge der sichtbaren Strahlen liegt; sie beträgt etwa nur $\frac{1}{10000}$ der Lichtwellenlänge, hat also in absolutem Maß die ungeheuer kleine Länge von rund einhundertmillionstel Millimeter. Es taucht daher hier die Frage auf, ob wir auch mit den Röntgenstrahlen Gittererscheinungen hervorrufen können. Diese Frage ist insofern noch für die Erkenntnis der Röntgenstrahlen von tieferer Bedeutung, als der Nachweis von Gittererscheinungen mit Entschiedenheit für das *Vorhandensein regelmäßiger Wellenzüge in der Röntgenstrahlung* spricht, während die bisherige Auffassung der Röntgenstrahlen als einer unregelmäßigen Folge stoßartiger Impulse keine Gittererscheinungen erwarten ließ.

Wollte man aber mit den Röntgenstrahlen Gittererscheinungen sichtbar machen, so mußte man dazu viel feinere Strukturen verwenden, als sie je die Hand oder die Teilmaschine des Feinmechanikers herstellen kann. Denn die Gitterkonstanten unserer besten optischen Gitter sind im Vergleich zur Wellenlänge der Röntgenstrahlen noch immer so ungeheuer groß, daß die einzelnen Gitterspektren im Beugungsbild untrennbar dicht zusammenfallen würden.

Es war *Max Laue*, der auf den einfachen und schönen Gedanken kam, daß uns ja die Natur selbst in den Kristallen Gitterstrukturen von außerordentlicher Feinheit und Regelmäßigkeit darbietet, die für die Erzeugung von Gittererscheinungen im Gebiete der Röntgenstrahlen geeignet seien¹⁾. Denn seit *Bravais* ist es bekannt, daß die Moleküle der Kristalle ein regelmäßiges, je nach dem Kristallsystem verschiedenes, gitterartiges Netzwerk bilden. Der Unterschied gegen die optischen und elektrischen Gitter besteht darin, daß wir es hier nicht mehr mit ebenen Gittern zu tun haben, sondern mit *Raumgittern*. Obgleich dieser letzte Umstand theoretisch eine erhebliche Komplikation bedeutet, gelang es *Laue* dennoch, eine angenäherte Theorie durchzuführen.

Die Rechnung von *Laue* zeigte, daß die Gittererscheinung hier nicht, wie im optischen Falle, aus einem strichartigen Zentralbild und einer Reihe paralleler strichartiger Seitenmaxima besteht, sondern daß sich hier rings um ein unabgelesenes Zentralbild eine Reihe einzelner Punkte gruppiert, die im Fall eines regulären Kristalls auf Kreisen liegen. *Die Symmetrie dieser Punktfigur entspricht stets genau der Symmetrie des durchstrahlten Kristalls.*

Diese Folgerungen der Theorie haben auf *Laues* Veranlassung *Friedrich* und *Knipping* experimentell geprüft und mit wunderbarer Genauigkeit bestätigt gefunden. Die mit den verschiedensten Kristalltypen hergestellten Röntgenphotogramme zeigen Punktmuster von erstaunlicher Schärfe und Schönheit, und lassen stets die charakteristische Kristallsymmetrie deutlich erkennen.

Trotz der kurzen Zeit, die seit *Laues* Entdeckung verflossen ist, hat sich bereits eine ganze Reihe interessanter Versuche denen von *Friedrich*

und *Knipping* angeschlossen; besonders ist außer dem Durchgang der Röntgenstrahlen durch Kristalle auch ihre regelmäßige Reflexion an Glimmer und Gips eingehend untersucht worden.

So hat man in den Photogrammen der durch Kristalle hindurchgegangenen oder an ihrer Oberfläche reflektierten Röntgenstrahlen einerseits ein neues Mittel in der Hand, um den Kristalltypus zu erkennen. Andererseits aber darf man wohl erwarten, mit Hilfe der Kristallgitter auch die Natur der Röntgenstrahlung zu ergründen, und die in ihr enthaltenen Wellen in derselben Weise zu analysieren und zu messen, wie die Lichtwellen mit Hilfe der optischen Gitter.

Die Flächen des Stoffaustausches im Säugetierkörper.

Von Prof. Dr. August Pütter, Bonn.

Die Beschäftigung mit den Problemen des Stoffaustausches im Säugetierkörper, mit den Fragen nach der Resorption und Sekretion von Gasen, Wasser, Salzen und organischen Stoffen in den verschiedenen Organen, führt überall auf die Frage, wie groß die *Flächen* sind, die das Sekret liefern, das wir in seiner Menge und Zusammensetzung beobachten, wie groß die Flächen sind, welche die Stoffe aufsaugen, die wir oft mit so erheblicher Geschwindigkeit aus resorbierenden Organen verschwinden sehen.

In der anatomischen und physiologischen Literatur findet man nur ganz vereinzelte Angaben über diese Größen: für die Größe der resorbierenden Fläche der Lunge liegen Schätzungen und Bestimmungen vor, die Gesamtfläche der roten Blutkörperchen, die beim Menschen etwa 3000 m² beträgt, ist eine bekannte Zahl, die schon erkennen läßt, wie bedeutend die Flächenentwicklung einer bestimmten Zellart werden kann.

Je feiner verteilt irgendwelche Materie ist, desto deutlicher tritt die Wirkung der Oberfläche hervor, und wir haben in den Absorptionerscheinungen an fein verteilten Stoffen, z. B. an Tierkohle, in den Erscheinungen der explosionsartig raschen Verbrennung von Mehl- oder Kohlenstaub, die besten Beispiele dafür, daß die Oberflächenentwicklung von maßgebender Bedeutung für den Ablauf von Reaktionen ist, daß mit zunehmender Oberflächenentwicklung ganz neue, erstaunliche Phänomene an einem System zur Beobachtung kommen können.

In der Physiologie der Resorption und Sekretion ist es üblich, einige extreme Beispiele von besonders raschem Stofftransport in der Form anzuführen, daß man angibt, das Wievielfache des eigenen Volumens ein Organ pro Tag an Sekret abgibt, oder was dasselbe ist, die Sekretmenge für 1000 g Organ und eine Stunde mitzuteilen. Die beistehende kleine Zusammenstellung gibt einige solche Zahlen. Danach sondert die Speicheldrüse im Mittel fast ihr eigenes Volumen pro Stunde ab, und diese Sekretmenge kann noch erheblich stei-

¹⁾ Vergl. z. B. diese Zeitschrift I, 1913, S. 105 ff.

gen, so daß das eigene Volumen schon in einer halben Stunde zur Absonderung gelangt.

	Sekretmengen	
	in Vielfachen des eigenen Volumens pro Tag	auf 1000 g pro Stunde ccm
Niere, Erwachsener	5,3	220
Niere, Kind von 2—3 Wochen	12,5	520
Pankreas	12,5	520
Speicheldrüse	20,0	830

Solche Zahlen sind aber nicht geeignet, uns eine Vorstellung von den Leistungen der secernierenden Organe zu vermitteln: Das Sekret wird ja von einer *Fläche* geliefert, und um sich ein zutreffendes Bild davon zu machen, welche Leistung ein Organ der Sekretion oder auch ein solches der Resorption vollbringt, muß man die gelieferte Sekretmenge nicht mit der *Masse* des Organs vergleichen, sondern mit der Größe der *Fläche*, die die Leistung vollbringt.

Der Grund dafür, daß eine solche Betrachtung bisher nicht durchgeführt wurde, liegt wohl wesentlich darin, daß wir keine generelle Methode besitzen, um Flächen von so verwickelter Form zu *messen*, wie sie etwa die absondernden Flächen der Drüenschläuche oder Drüsenbläschen, oder die resorbierenden Flächen der Zotten in der Darm-schleimhaut darstellen.

Daß der Bau der Drüsen wie der Resorptionsorgane unter dem Gesichtspunkte der Flächenvergrößerung zu verstehen sei, ist eine allbekannte Lehre der Anatomie und Entwicklungsgeschichte; für die Physiologie aber erwächst die Aufgabe, die *absolute Größe* dieser durch Ein- und Ausstülpungen so bedeutend vergrößerten Flächen zu ermitteln, und durch Vergleichung der Leistungen, die von den verschiedenen Organen pro Flächeneinheit vollbracht werden, eine Vorstellung von den Leistungsähnlichkeiten und Leistungsunähnlichkeiten der einzelnen Organe desselben Organismus, der homologen Organe verschiedener Organismen und desselben Organs in verschiedenen Entwicklungsstadien zu gewinnen.

Die Flächen, um die es sich dabei handelt, können zwar, wie gesagt, nicht direkt *gemessen*, wohl aber mit einer für die erste Orientierung völlig hinreichenden Genauigkeit *berechnet* werden.

Denken wir uns den einfachsten Fall, daß ein Organ aus ganz gleich großen und gleichmäßig gelagerten kugelförmigen Bläschen von Epithelzellen bestünde, also kein Bindegewebe, keine Blutgefäße und keine ableitenden Wege für das Sekret besäße, so ist ohne weiteres einzusehen, daß eine einfache Messung des Durchmessers der Bläschen und eine Bestimmung ihrer Zahl in einer Raumeinheit genügen würde, um die Größe der arbeitenden Fläche genau zu berechnen. Die Abweichungen, die ein wirkliches Organ von einem derartigen, gedachten, zeigt, erschweren zwar die Rechnung und nehmen ihr die mathematische Genauigkeit, machen sie aber keineswegs unmöglich.

Auf Schnitten kann man mit dem Zeichenapparat die Flächen umgrenzen, die von Ausführungsgängen, Blutgefäßen und Bindegewebe eingenommen werden, und daraus deren Anteil am Aufbau des gesamten Organs berechnen. Die Messung einer genügenden Anzahl von Drüsenbläschen oder Drüenschläuchen führt auf hinreichend genaue Mittelwerte für die Dimensionen dieser Teile. Auf diese Weise würden etwa die Flächen der Speicheldrüsen und des Pankreas zu berechnen sein (s. u.). Für andere Anordnungsarten der Elementarteile, wie sie z. B. die Drüenschläuche des Dünndarms, die aufgeknäulten Schweißdrüsen, die Dünndarmzotten darstellen, lassen sich die Rechnungen in analoger, zum Teil noch einfacherer Weise durchführen. Ganz besondere Schwierigkeiten bietet bei ihrem komplizierten Bau die Berechnung der Fläche der *Niere*. Die schönen Untersuchungen *Peters* über den Bau dieses Organs geben aber auch hier die Möglichkeit der Berechnung. *Peter* hat für den Menschen wie für eine Reihe von Säugetieren die genauen Dimensionen aller einzelnen Abschnitte der Harnkanälchen angegeben, so daß die Fläche eines solchen leicht zu berechnen ist. Es bleibt also nur die *Zahl* der Harnkanälchen in einer Niere zu bestimmen, um die Gesamtfläche angeben zu können. Jedes Harnkanälchen hat bei den höheren Säugetieren einen und nur einen „Glomerulus“, einen Blutgefäßknäul, der schon eben mit bloßem Auge und sehr leicht bei ganz schwacher Vergrößerung zu sehen ist. Auf den Glomerulus folgt das Hauptstück des Harnkanälchens, oder der Tubulus contortus (*b*, Fig. 1), hierauf der dünne Teil der Henleschen Schleife (*c*, Fig. 1), dann der dicke Teil der Schleife (*d*, Fig. 1), und endlich das „Schaltstück“ (*e*, Fig. 1). Gelingt es, die Glomeruli zu zählen, so kennt man die Zahl der Harnkanälchen. Es ist nun nicht schwer, die Ausdehnung der Rindenfläche der Niere zu bestimmen, unter welcher die Glomeruli liegen, und auch die Zählung der Glomeruli auf bestimmten Flächen grober Schnitte, die senkrecht zur Nierenoberfläche geführt sind, bereitet keine Schwierigkeiten. So kann man berechnen, wie viele Glomeruli unter einem cm² der Nierenoberfläche liegen, und da die ganze Fläche der Nierenrinde gemessen ist, ergibt sich ohne weiteres die Gesamtzahl der Harnkanälchen. Dafür, daß diese Methode zu brauchbaren Resultaten führt, hat man die Möglichkeit einer Kontrolle: Es ist bekannt, daß sich beim Menschen nach der Geburt keine neuen Glomeruli mehr bilden, und so muß die Zahl, die für die Niere eines Neugeborenen ermittelt ist, mit derjenigen übereinstimmen, die für den Erwachsenen oder für irgend ein Entwicklungsstadium dazwischen gefunden wird. In der Tat ergeben sich folgende Zahlen:

	Fläche der Nierenrinde	Zahl der Glomeruli unter 1 cm ²	Gesamtzahl der Glomeruli
Neugeborener .	48 cm ²	36 000	1 720 000
Erwachsener . .	513 „	5 419	1 710 000

Der wahrscheinliche Fehler der Bestimmungen beträgt etwa 2 %, so daß ein Unterschied der beiden Zahlen um 30 000 innerhalb der Fehlergrenzen liegen würde, und die tatsächliche geringere Differenz als Zufall zu betrachten ist. Aus der Zahl der Harnkanälchen und der Fläche der einzelnen Kanälchen berechnet sich leicht die ganze harnabsondernde Fläche der Niere, und zwar beträgt ihre Größe beim Menschen 7,8 m².

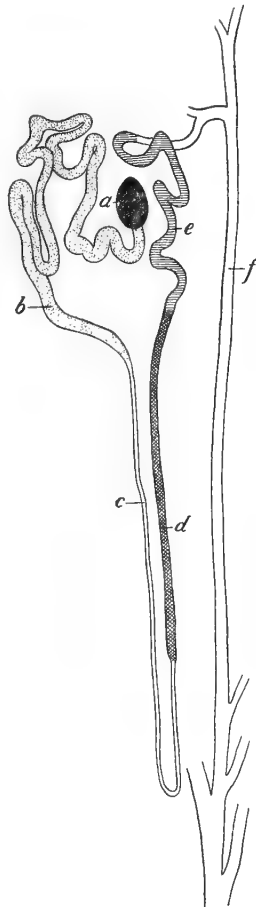


Fig. 1: Schema des Baues der Niere nach Peter (etwas verändert).
a Glomerulus, b Hauptstück oder Tubulus contortus, c und d Henlesche Schleife, c dünner, d dicker Schleifenteil, e Schaltstück, f Ausführgang.

Diese Fläche liefert pro Tag 1600 cm³ Harn, d. h. die Niere secerniert pro 1 m² in einer Stunde 8,6 cm³.

Das ist aber nur ein grober Mittelwert, der den Durchschnitt der Leistungen der fünf Abschnitte angibt, die sich an der Harnbereitung beteiligen: des Glomerulus, des Hauptstücks, des dünnen und des dicken Teils der Henleschen Schleife und des Schaltstückes. Die einzelnen Abschnitte können sehr verschieden hohe Leistungen vollbringen, ja, man muß noch mit der Möglichkeit einer Rückresorption in bestimmten Teilen der Niere rechnen, und nur die algebraische Summe aller dieser Prozesse gibt den Wert von 8,6 cm³ pro m² und Stunde. Mit diesem Werte für den Menschen allein ist nicht viel gewonnen, es lassen sich aber auch

für einige Haussäugetiere die entsprechenden Zahlen angeben, wie sie die folgende Tabelle bringt.

Tierart	Nierenfläche in m ²	Harnmenge in cm ³	Harnmenge pro m ² und Stunde
Kaninchen . . .	0,39	65	6,9
Katze	1,20	190	6,6
Schaf.	3,50	700	8,33
Mensch.	7,80	1600	8,60
Rind	39,30	8000	8,48

Diese Zahlen zeigen schon eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Leistungen der Nieren der verschiedenen Säugetiere, wenn man sie auf die Einheit der Fläche bezieht, und lehren so die innere Berechtigung einer derartigen Vergleichung. Man kann aber in der Vergleichung noch einen Schritt weiter gehen: Wenn wir annehmen, daß die homologen Abschnitte der verschiedenen Nieren pro Flächeneinheit bei normaler Beanspruchung *gleich viel* Sekret liefern, so können wir für alle fünf Abschnitte der Niere die absolute Menge des Sekretes pro m²-Stunde berechnen, wenn wir von fünf Tieren die täglichen Harnmengen kennen. Bekannt sind die Flächengrößen der einzelnen Abschnitte und die Summe der Sekrete aller fünf Abschnitte zusammen, denn diese Summe ist ja die tägliche Harnmenge.

Wir hätten also z. B. für den Menschen folgende Gleichung mit 5 Unbekannten:

$$0,498 u + 4,25 v + 0,48 x + 1,55 y + 0,98 z = 1600,$$

wobei *u* die Sekretmenge im Glomerulus, *v* diejenige im Hauptstück, *x* im dünnen Schleifen-
teil, *y* im dicken Schleifenteil und *z* im Schaltstück ist. Die Faktoren vor den Buchstaben sind die Flächengrößen der entsprechenden Abschnitte in m² und auf der rechten Seite der Gleichung steht die tägliche Harnmenge mit 1600 cm³. Wenn wir die entsprechenden Gleichungen von noch weiteren vier Säugetieren haben, so können wir aus diesen fünf Gleichungen die fünf Unbekannten berechnen, wenn unsere Voraussetzung zutrifft, daß die homologen Nierenabschnitte gleiche Sekretmengen liefern.

Das System der fünf Gleichungen läßt sich nun in der Tat auflösen und liefert folgende Werte für die fünf Unbekannten:

Sekretmenge		pro m ² u. Stunde
Glomerulus	<i>u</i>	+ 13,90
Hauptstück	<i>v</i>	+ 9,16
dünner Schleifenteil	<i>x</i>	— 8,35
dicker Schleifenteil	<i>y</i>	+ 12,50
Schaltstück	<i>z</i>	+ 4,16

Das Auffälligste an diesem Resultat ist, daß eine Erfüllung der Gleichungen nur möglich ist, wenn der Wert von *x*, d. h. der Wert der Ausscheidung im dünnen Teil der Henleschen Schleife, *negativ* wird, wenn also an dieser Stelle *keine Sekretion*, sondern eine *Resorption* stattfindet. Das ergibt

sich bei dieser Methode der Vergleichung als einfach rechnerisches Resultat, ohne irgend eine andere Voraussetzung als die, daß die Sekretmengen homologer Abschnitte der Nieren verschiedener Tiere einander gleich sind. Die histologische Untersuchung lehrt nun, daß im dünnen Teil der Henleschen Schleife die *Sekretgranula fehlen*, die die Histologie als so charakteristisch für secernierende Zellen erkannt hat, so daß hiernach der Schluß berechtigt war, daß in diesem Teil der Niere keine Sekretion stattfindet. Unsere Vergleichung führt noch einen Schritt weiter und zeigt eine *Rückresorption*. Die Menge der resorbierten Flüssigkeit beträgt im höchsten Falle (beim Kaninchen) etwa 25 % der Flüssigkeitsmenge, die im Glomerulus und im Hauptstück zusammen geliefert wird, beim Menschen nur 9,5 % dieser Menge, bei Schaf und Katze 10—11 %, und beim Rind 16,7 %. Es ist hieraus schon zu ersehen, daß diese Rückresorption nicht imstande ist, jene Eindickung zu bewirken, die nach Ludwigs Theorie der Harnbereitung das Filtrat aus dem Blutserum, welches im Glomerulus ausgeschieden werden sollte, in den weiteren Abschnitten der Niere erleiden müßte. Die Vergleichung des Anteils, den der dünne Schleifenteil an der Zusammensetzung der ganzen Nierenfläche nimmt, macht es unwahrscheinlich, daß ihm eine wesentliche Rolle bei der Harnbereitung zukommt. Bei den hier näher betrachteten Säugetieren schwankt die relative Flächengröße zwischen 6,2 % (Mensch) und 18,0 % (Kaninchen) der Gesamtfläche, bei primitiven Säugern aber ist sie noch viel geringer und macht beim Ameisenigel (*Echidna*) nur 0,85 % der ganzen Fläche aus.

Außer der Größe der Wasserausscheidung kann man natürlich auch diejenige irgendwelcher gelösten Stoffe im Verhältnis zur Flächengröße betrachten. Am interessantesten erscheint uns die Größe der Stickstoffausscheidung, und auch sie zeigt weitgehende Übereinstimmung zwischen Flächengröße der Niere und Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs, wie die folgenden Daten lehren.

	Fläche in m ²	Stickstoff- ausscheidung pro Tag in g	Stickstoff- ausscheidung pro m ² u. Stunde
Schaf	3,20	5,6	73
Mensch . . .	7,12	13,0	75
Rind	34,20	64,0	78

Von Interesse ist endlich auch die Vergleichung der Leistung der Niere beim Neugeborenen und beim Erwachsenen. Die Menge der pro Flächeneinheit ausgeschiedenen Flüssigkeitsmenge ist in beiden Entwicklungsstadien *dieselbe*, wie die folgenden Zahlen zeigen:

	Fläche	tägliche Harnmenge	Harnmenge pro m ² u. Stunde
Kind von			
2—3 Wochen	1,44	300	8,70
Erwachsener .	7,80	1600	8,60

Ein Kind von 2,85 kg hat 1,44 m² Nierenfläche, ein Erwachsener von 72 kg 7,80 m². Welche dieser beiden Flächen ist relativ, d. h. im Verhältnis zum Körpergewicht, die größere?

Um diese Frage zu beantworten, muß man sich an den Satz erinnern, daß bei ähnlichen Körpern die Flächen im Verhältnis der Quadrate der Lineardimensionen stehen, die Gewichte im Verhältnis der Kuben der Lineardimensionen. Mathematisch ausgedrückt heißt das: bei ähnlichen Körpern ist

der Quotient $\frac{\sqrt{F}}{\sqrt[3]{P}}$ konstant, wenn F die Fläche und

P das Gewicht bedeutet. Wir nehmen hierbei die Gewichte in g, die Flächen in cm², und erhalten als Maß für die Größe der Nierenflächen folgende Zahlen:

$$\sqrt{14\,400} = 120, \quad \sqrt[3]{2\,850} = 14,2, \quad \frac{\sqrt{F}}{\sqrt[3]{P}} = 8,45,$$

$$\sqrt{78\,000} = 280, \quad \sqrt[3]{72\,000} = 41,6, \quad \frac{\sqrt{F}}{\sqrt[3]{P}} = 6,72.$$

Die Nierengröße des Kindes wird also gemessen durch die Zahl 8,45, jene des Erwachsenen durch die Zahl 6,72. Es ist also die kindliche Niere relativ viel größer als die Niere des Erwachsenen, aber pro Einheit der secernierenden Fläche liefern sie gleich viel Sekret. Bei ähnlicher Vergrößerung würde die Fläche beim Erwachsenen 12 m² betragen müssen, statt der 7,8 m², die sie tatsächlich hat. Es ist nun interessant, daß bis etwa zum 8. oder 9. Lebensjahr hin die Niere so groß bleibt, wie sie beim Neugeborenen ist, und erst dann die relative Verkleinerung eintritt. Die Zahl, welche die „Nierengröße“ mißt, beträgt für die verschiedenen Lebensalter wie folgt:

Alter von 3 Wochen	8,45
„ „ 5 Monaten	8,10
„ „ 1,5 Jahren	8,80
„ „ 6 Jahren	8,28
„ „ 9 Jahren	8,31
Erwachsenen	6,72.

Als zweites Beispiel der Vergleichung von Leistung und Flächengröße wollen wir die *Enzym liefernden Drüsen* betrachten.

Für die Drüsen der Magenschleimhaut ist die Berechnung der Flächengröße nur ziemlich ungenau durchzuführen, dagegen läßt sich die Fläche der Speicheldrüsen, des Pankreas und der Dünndarmdrüsen leicht nach den Prinzipien berechnen, die schon oben entwickelt wurden, und wir erhalten folgende Zahlen:

	Fläche in m ²	Sekretmenge in cm ³	Sekretmenge pro m ² u. Stunde
Speicheldrüsen	11,0	1000—1500	3,8—5,7
Pankreas . . .	11,0	800—1200	3,0—4,6
Dünndarm- krypten . .	14,5	1500—2000	4,0—5,7
			Mittel 4,5

Diese Drüsen sind also in ihrer mittleren Leistung pro m² und Stunde einander sehr ähn-

lich, sie liefern alle etwa $4,5 \text{ cm}^3$ Sekret. Den Typus, den sie repräsentieren, können wir noch weiter dadurch kennzeichnen, daß die maximale Sekretmenge, die auf kürzere Zeit bei starker Reizung geliefert werden kann, mit $13\text{--}14 \text{ cm}^3$, pro m^2 und Stunde, die mittlere Leistung nur etwa um das Dreifache übertrifft.

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, hier zu erwähnen, daß die Sekretion des dünnflüssigen Schleims, den der Blutegel absondert, nachdem er Blut gesogen hat, mit derselben Geschwindigkeit erfolgt wie die Sekretion in den Enzyme bereiten Drüsen des Menschen. Die Blutegelhaut liefert in dem angegebenen Zustande 4 cm^3 Sekret pro m^2 und Stunde.

Die ganze Menge der Sekrete, die von den Speicheldrüsen, dem Magen, dem Pankreas und der Dünndarmschleimhaut geliefert werden, und dazu die ganze Menge der täglich aufgenommenen Nahrung, d. h. zusammen $7,2\text{--}9,8$ Liter, müssen mit Ausnahme der geringen Mengen, die im Kot erscheinen, von der Dünndarmschleimhaut resorbiert werden, und es fragt sich, wie groß die Fläche ist, die diese Leistung vollbringt. Durch die zahlreichen feinen Zotten wird die resorbierende Fläche der Darmschleimhaut so bedeutend vergrößert, daß auf 1 cm^2 Darmschleimhaut entfallen:

im Duodenum . . .	$23,5 \text{ cm}^2$	Zottenfläche
im Jejunum . . .	$30,0 \text{ cm}^2$	„
im Ileum . . .	$14,3 \text{ cm}^2$	„

So stellt die gesamte resorbierende Fläche ein Areal von 43 m^2 dar, das im Mittel pro m^2 und Stunde $7,0\text{--}9,5 \text{ cm}^3$ resorbiert, und im Maximum mehr als dreimal so viel, mindestens $23\text{--}25 \text{ cm}^3$ resorbieren kann. Die Flüssigkeitsaufnahme geschieht hier also mit derselben Geschwindigkeit wie die Flüssigkeitsabgabe in den Hauptstücken der Niere, wo $9,2 \text{ cm}^3$ secerniert werden.

Einen ganz anderen Typus der Leistung stellen die *Schweißdrüsen* dar. Ihre aktive Fläche berechnet sich beim Menschen zu $1,5 \text{ m}^2$, so daß bei einer mittleren täglichen Schweißmenge von 650 bis 700 cm^3 , wie *Schwenkenbecher* sie angibt, auf einen m^2 pro Stunde als mittlere Leistung $18,7 \text{ cm}^3$ entfallen, also noch etwas mehr, wie im Glomerulus der Niere ($13,9$) oder im dicken Schleifenteil ($12,5$) secerniert wird. Besonders bemerkenswert ist aber die Fähigkeit dieses Drüsentypus, seine Leistung ganz ungeheuer zu steigern, denn wenn, wie es beobachtet worden ist, in einer Stunde bei abundantem Schwitzen $500\text{--}600 \text{ cm}^3$ secerniert werden, so bedeutet das pro m^2 und Stunde 335 bis 400 cm^3 und stellt der mittleren Leistung gegenüber eine Steigerung auf das 22 fache dar.

Wie in bezug auf die mittlere Leistung, so scheinen auch in bezug auf die Leistungsgrenze die Glomeruli der Niere die meiste funktionelle Ähnlichkeit mit den Schweißdrüsen zu haben. Die stündliche Harnmenge kann bei reichlicher Flüssigkeitszufuhr von 70 cm^3 (normal) auf 731 cm^3 steigen, d. h. auf das 11 fache des Normalwertes, und da sich sicher nicht alle Abschnitte gleichmäßig an dieser Steigerung beteiligen, muß die maxi-

male sekretorische Leistung der Glomeruli die Norm noch erheblich mehr übersteigen. Wir würden die angegebene gewaltige Harnflut bekommen, wenn wir annehmen, daß die Sekretion in den Hauptstücken der Niere und in den Schaltstücken im Verhältnis von $1:3$, in den Glomerulis und im dicken Teil der Schleife im Verhältnis von $1:22$ gesteigert sei, d. h. daß die Prozesse des Stoffaustausches in Hauptstück und Schaltstück nach dem Typus der Speicheldrüsen bzw. des Dünndarmepithels verliefen, im Glomerulus und im dicken Teil der Schleife nach dem Schweißdrüsentypus.

Wie wir den Typus der Speicheldrüsenleistung in der Blutegelhaut wiederfanden, so können wir den Schweißdrüsen- bzw. Glomerulustypus in dem Wassertransport durch die Pellicula einer Reihe Ciliater Infusorien wiederfinden. Die Größe dieses Wassertransportes kann man aus der Leistung der kontraktilen Vakuolen dieser Tiere ermitteln, die beständig die Flüssigkeitsmengen entfernen, welche durch die Pellicula in die Zelle eintreten. Es ergibt sich, daß die Resorption durch die Zelloberfläche bei diesen Einzelligen $16,4\text{--}30,9 \text{ cm}^3$ pro m^2 und Stunde beträgt, eine Menge, die wohl noch weiterer Steigerung fähig ist und durchaus der Leistung der Schweißdrüsen entspricht.

Außer dem Speicheldrüsen- und dem Schweißdrüsentypus können wir noch den der Leistung der *Gallenkapillaren* unterscheiden. Die Fläche der Gallenkapillaren ist eine sehr große und dürfte für den Menschen mit 30 m^2 eher zu niedrig als zu hoch veranschlagt sein. Durch diese Fläche werden pro Tag nur $500\text{--}1100 \text{ cm}^3$ Sekret transportiert, was pro m^2 und Stunde $0,69$ bis $1,53 \text{ cm}^3$ bedeutet, eine Leistung, die hinter derjenigen des Speicheldrüsentypus um das 3—7 fache zurückbleibt. Es liegt nahe, daran zu denken, daß die besonderen Löslichkeitsverhältnisse der Gallensäuren und des Cholesterins, die hier zur Absonderung gelangen, eine der Bedingungen darstellen, die einen so geringfügigen Flüssigkeitstransport bewirken.

Die größte Fläche des Stoffaustausches stellen im Säugetierkörper die kapillaren Blutgefäße dar. Ihre Entwicklung ist in den einzelnen Organen sehr verschieden, läßt sich aber meist mit ziemlicher Genauigkeit berechnen, da die Anordnung gewöhnlich eine sehr regelmäßige ist. Sehr verbreitet ist z. B. der Typus eines räumlichen Maschenwerkes mit kubischen oder prismatischen Maschenräumen, einen weiteren typischen Fall bilden flächenhaft ausgebreitete Kapillarnetze, welche kugelige Gebilde (Fettläppchen, Drüsenläppchen) umspinnen.

Man kann sich eine Vorstellung von der relativen Ausdehnung der Kapillaren in den einzelnen Organen machen, wenn man angibt, wie groß die Fläche der Kapillaren ist, die auf einen cm^3 des Organs entfallen, und kann diese Zahl als die „spezifische aktive Fläche“ der Kapillaren des Organs bezeichnen. Die folgende Zusammenstellung gibt diesen Wert für einige Organe bzw. Organsysteme.

	Fläche der Kapillaren	
	auf 1 cm ³ Organ in cm ²	für das ganze Organ in m ²
Zentralnervensystem,		
weiße Substanz	46	4
graue Substanz	400	22
Niere { Mark	600	18
{ Rinde	1200	
Milz	800	14
Muskel	600—800	2400

Die Gesamtfläche aller Kapillaren des großen Kreislaufs berechnet sich auf etwa 2900 m², wovon allein 2400 m² auf die Kapillaren der Muskulatur entfallen, dazu kommen noch etwa 140 m² für die Kapillaren des kleinen Kreislaufes, so daß beim Menschen die Fläche aller Kapillaren rund 3000 m² beträgt. Diese große Fläche kann natürlich leicht große Flüssigkeitsmengen in das Blutgefäßsystem hinein oder aus ihm hinaus transportieren. So fand z. B. *Magnus*, daß etwa fünf Minuten, nachdem einem Hunde von 9 kg Gewicht 2260 cm³ verdünnte Kochsalzlösung ins Blut injiziert waren, sich im Blut nur noch 272 cm³ nachweisen ließen, rund 2000 cm³ waren in der kurzen Zeit durch die Kapillarwände hindurchgetreten. Man kann die Fläche der Kapillaren beim Hunde auf etwa 292 m² schätzen, so daß der Flüssigkeitstransport pro m² und Stunde 68,5 cm³ beträgt, ein Wert, der weit hinter dem zurückbleibt, was die Schweißdrüsen zu leisten imstande sind. Durch die Wände der Blutkapillaren wird auch beim Menschen eine viel geringere Flüssigkeitsmenge transportiert als durch die Drüsenzellen der Schweißdrüsen, denn die Fläche der Kapillaren übertrifft jene der Drüsenzellen etwa um das 3,5 fache. Aus einer Reihe von Erfahrungen über den Flüssigkeitstransport in den verschiedenen Organen kann man für die mittlere Flüssigkeitsmenge, die pro Stunde durch 1 m² Kapillarwandfläche hindurchtritt, etwa folgende Werte angeben:

für die Speicheldrüsen . . .	7,5—10,8 cm ³
„ „ Schweißdrüsen . . .	5,5 „
„ „ Nierenkapillaren . . .	4—6 „

Rechnen wir als Mittelwert 5 cm³, so würden durch die 3000 m² der Kapillaren des ganzen Körpers pro Stunde 15 Liter hindurchtreten, d. h. in jeder Richtung 7,5 Liter. Eine wie außerordentlich gute Durchmischung der Körpersäfte hierdurch bewirkt wird, kann man sich vorstellen, wenn man bedenkt, daß die ganze Menge des Blutplasmas beim Menschen nur etwa 4 Liter beträgt, so daß also fast die doppelte Menge pro Stunde die Blutbahn verläßt, und eine ebenso große Menge aus der Gewebsflüssigkeit in das Blut übertritt. Hiermit ist aber noch durchaus nicht die Leistungsgrenze der Kapillaren erreicht, die vielmehr einen noch etwa 12—14mal intensiveren Flüssigkeitsaustausch ermöglichen würde.

Es besteht eine unerwartete Einheitlichkeit der Leistungen so verschiedener Organe, die die verschiedensten Stoffe im Sinne einer Resorption oder

Sekretion transportieren, sobald man die Leistungen mit der Größe der aktiven Flächen vergleicht.

Wenn der Typus der Speicheldrüsen 4—5 cm³ pro m² und Stunde secerniert, der Schweißdrüsentypus 12—19 cm³, so bedeutet das, daß sich auf der Zellfläche dieser Organe eine Sekretschicht von 4 bis 5 μ bzw. 12—19 μ Höhe ansammeln würde. Da z. B. die Zellen des Pankreas etwa 17 μ hoch sind, so würde die mittlere stündliche Sekretmenge nur eine Schicht von $\frac{1}{2}$ der Zellhöhe bedeuten, und selbst bei maximaler Sekretion würde die Dicke der pro Stunde gelieferten Sekretmenge noch nicht die Höhe der Zellschicht erreichen.

Selbst die größten sekretorischen Leistungen scheinen nicht mehr besonders erstaunlich, wenn man sich vergegenwärtigt, wie groß die Flächen sind, welche sie vollbringen¹⁾.

Die Brachiopoden des Kambriums von Nordamerika.

Von Dr. Carl L. Henning, Denver Colo. U. S. A.

Die kambrische Periode ist das älteste geologische Zeitalter, aus dem uns zahlreiche Fossilien erhalten sind. Die meisten dieser Petrefakte stellen die Muscheln oder andere harte Teile mariner Lebewesen dar, die in den Sanden und Sedimentärlagerungen jener Zeit abgelagert wurden. Damit ist freilich nicht gesagt, daß im Kambrium überhaupt erst die ersten und einfachsten Lebewesen uns entgegentreten. Wir besitzen auch aus der vor-kambrischen Zeit, dem Archaikum und Algonkium, für welch letzteres erdgeschichtliche Zeitalter in der amerikanischen Geologie das Wort „*Proterozoic era*“ (nach dem Vorgange *Thom. C. Chamberlins*) gebraucht wird, Überreste von Lebewesen, aber diese sind bisher noch nicht in genügender Zahl aufgefunden worden, um eine genaue systematische Reihenfolge der einzelnen Spezies aufzustellen. Erst mit dem Kambrium beginnt „reges Leben“, und gerade nach Nordamerika müssen wir unsere Blicke wenden, wenn wir die vielgestaltige Tierwelt dieser Periode begreifen wollen.

Es ist das unbestrittene Verdienst *Charles D. Walcotts*, des früheren Direktors der U. S. Geological Survey und jetzigen Sekretärs der Smithsonian Institution in Washington, seit 30 Jahren sich fast unausgesetzt der Paläontologie des Kambriums gewidmet und als Bahnbrecher in der paläontologischen Forschung überhaupt gewirkt zu haben. Abgesehen von seinen diesbezüglichen, grundlegenden Arbeiten in den Berichten des U. S. National Museums und der Smithsonian Institution, hat *Walcott* zum ersten Male im 10. Annual Report der U. S. Geological Survey (1888/89) in seiner Abhandlung: „*Fauna of the Lower Cambrian or Olenellus zone*“ (ibid. S. 509 bis 763, Taf. 43—98) die Paläontologie der Brachiopoden ausführlich behandelt, jener Gruppe von Tieren, die man früher wegen ihrer äußeren Ähn-

¹⁾ Nähere Angaben siehe *A. Pütter*, Aktive Oberfläche und Organfunktion: Z. f. allgem. Physiol. Bd. 12, 1910, p. 125—214.

lichkeit mit Muscheln zu den Weichtieren rechnete, heute aber als eine eigene Klasse betrachtet.

Kürzlich hat nun der Genannte die Wissenschaft mit einer umfangreichen Monographie bereichert, die wohl auf Jahrzehnte hinaus als das grundlegende Werk über die „Armfüßer“ gelten wird:

Cambrian Brachiopoda. In 2 Bänden. 1912. Teil I, 872 S.; Teil II, 104 Lichtdrucktafeln. — Monograph 51 der U. S. Geological Survey. — Preis für beide Bände 4 Doll., nach dem Ausland zuzüglich Porto.

Die Vorarbeiten zu diesem Werk begann Walcott unmittelbar nach Veröffentlichung der vorerwähnten Studie im 10. Ann. Rep. der Survey, doch haben Berufspflichten und andere Arbeiten den im 63. Lebensjahr stehenden Gelehrten verhindert, die große Monographie früher erscheinen zu lassen, an der er sich gleichzeitig der Mithilfe einer großen Anzahl amerikanischer und europäischer Forscher zu erfreuen hatte.

Die Monographie behandelt die über 1000 verschiedene Arten aufweisenden Brachiopoden historisch, geologisch und zoologisch. Es ist von selbst klar, daß man einem solch bedeutenden Werk nicht in einem Referat, auch wenn es noch so ausführlich wäre, gerecht werden kann. Der Zweck dieser kurzen Besprechung soll nur der sein, das Werk auch bei den deutschen Freunden der Geologie und Paläontologie einzuführen.

In den einleitenden Kapiteln gibt Walcott zunächst eine erschöpfende Bibliographie (S. 13—26), ein Referat über synonyme Ausdrücke (S. 27—98) und eine alphabetisch geordnete Übersicht über die geographische und stratigraphische Verteilung der Brachiopoden (S. 98—291), an die sich eine zoologische Terminologie anschließt (S. 291—296), wodurch auch der der Paläontologie ferner Stehende ein Verständnis für die zahlreichen technischen Ausdrücke, die in dieser Wissenschaft ebenso wenig fehlen wie in einer anderen, gewinnt. Hieran schließt sich die Einzelbeschreibung der unendlich vielseitigen Tiergruppe, die uns in dem die Tafeln enthaltenden Band lebenswahr entgegentritt. Um eine allgemeine Übersicht über den Entwicklungsgang der einzelnen Brachiopodenspezies zu gewinnen, hat Walcott ein provisorisches Diagramm entworfen, das die Entwicklung der Gruppe von den einfachsten bis zu den vollendetsten Formen anschaulich machen soll.

Bevor ich indessen den speziellen Teil des Werkes kurz skizziere, seien einige Bemerkungen vorausgeschickt.

Kambrische Schichten sind in Nordamerika weit verbreitet, ja man kann sagen, daß der nordamerikanische Kontinent das Kambrium in seiner größten Entfaltung zeigt. Während des Unteren Kambriums (*Georgian-Stufe; Olenellus-Schichten*) war nach den eingehenden Untersuchungen von Ulrich und Schuchert der ganze mittlere Teil des Kontinents trocken. Nur am Ost- und Westrande war Meer, und wird die Gleichmäßigkeit der marinen Verhältnisse durch die Gleichförmigkeit der Fauna an den beiden Küstenlinien des Kontinents bestätigt. Des weiteren ist es eine gesicherte Tatsache der Geologie, daß die

großen Seebecken und Kontinentalmassen ihre relativen Lagen schon während des Algonkiums inne gehabt haben müssen. Im mittleren Kambrium (*Acatian- oder St.-John-Stufe; Paradoxides* und äquivalente Trilobitenschichten) kam vom Stillen Ozean und vom Süden her eine sich rasch ausbreitende Transgression, die das ganze Innere des Kontinents bis weit nach Osten überflutete. Es entstand das sog. „inneramerikanische“ Meer oder, wie Walcott es nennt: die Mississippisee. „Das Meer drang langsam über das Land vor und verteilte die Zertrümmerungsprodukte, die von ihm verarbeitet oder von seinen Zuflüssen ihm zugeführt wurden, als Sandbänke längs der Küste. Von Arizona bis Texas, Missouri, den Black Hills, dem östlichen Rand der Rocky Mountains und längs der Nordgrenze in Minnesota, Wisconsin, Michigan, Canada und den Adirondacks von New York ist das Bild dasselbe: Sandstein, der auf vorkambrischen Gesteinen lagert und im wesentlichen dieselbe Fauna einschließt. In einigen Gegenden nahm die Tiefe des Meeres rasch zu und kalkige Sedimente häuften sich auf dem Sande an, wie in Arizona, Texas, den Black Hills und an einigen Punkten am Ostfluß der Rocky Mountains“ (Walcott). — Nur verhältnismäßig kleine Teile des Nordostens der Vereinigten Staaten und Canadas blieben von der großen Transgression unberührt und hielten ihre Verbindung mit dem Atlantischen Ozean aufrecht. Im weiteren Verlauf des Mittleren Kambriums aber trat allmählich ein Zurückgehen des Mississippisees ein, bis im Oberen Kambrium *Potsdam-/Saratoga-/Stufe; Dicellocphalus- oder Peltura-Schichten*) eine weitere bedeutende Transgression erfolgte und das Meer noch weiter um sich griff. Die Potsdamserien (Sandsteine) bedecken nicht nur die östlichen und westlichen Randländer des Kontinents, sondern finden sich auch weit verbreitet im Innern. Das Obere Kambrium ruht im Osten und Westen konkordant auf den Schichten des Mittleren Kambriums, dagegen im Innern diskordant auf präkambrischen Schichten.

Die ältesten kambrischen Fossilien finden sich in den Schichten des Unteren Kambriums des südwestlichen Nevada und im benachbarten Inyo County-Areal des östlichen Kalifornien. In Abteilungen, die etwa 120 Meilen voneinander entfernt liegen, hat dort das Untere Kambrium eine Mächtigkeit von nahezu 2000 m bei einer aus Kalkstein bestehenden Deckschicht von 250 bis 700 m. Unterhalb dieses Kalksteinlagers treten kalkhaltige Schichten auf, neben Sandstein, kieselligen und kalkigen Schiefen.

Nach Walcott ist die primitivste, aber nicht älteste, Spezies aus dem Kambrium die *Rustella edsoni*. Sie findet sich vergesellschaftet mit *Olenellus thompsoni* in Vermont, wo sie vom obersten Unteren Kambrium bis zur Basis des kambrischen Systems vorkommt. Walcott vermutet, daß *Trematobolus excelsis* der älteste Brachiopode ist; die Form ist bereits hoch entwickelt und muß deshalb eine lange Entwicklung aus den primitiven Brachiopoden (*Proteogulum-Stufe*) durchlaufen haben. *Rustella edsoni* stellt gleichzeitig die primitivste Form der Gattung *Alremala* dar. Neben ihr tritt

Micromitra im Unteren Kambrium der kanadischen Rockies auf, welche Gattung sich bis zum Schluß der Oberen Kreide erhält, um dann in *Mickwitzia*, die ebenfalls im Unteren Kambrium auftritt, und in *Helmersenia* und *Volborthia* des Oberen Kambriums überzugehen. *Obolus* wird etwas später als *Micromitra* bekannt und dauert bis in das Untere Silur, um sich dann in mehrere Subspezies zu teilen. *Walcott* ist der Ansicht, daß der *Lingulella* ähnliche Formen aus der primitiven *Obolus* im frühen Kambrium sich entwickelten, da die Art zuerst im unteren Teil des Unteren Kambriums bekannt wird und während des Verlaufs des gesamten kambrischen Systems bis ins Untere Silur fort-dauert. Die Unterart *Lingulepis* erscheint im Mittleren Kambrium und erhält sich bis ins Untere Silur.

Die Gattung *Neotremata* der Brachiopoden reicht vom Unteren Kambrium bis ins Untere Silur und hat in *Aerothera* ihre älteste und einfachste Form, von der *Acrotreta*, und von dieser *Acrothyra* und *Discinopsis* sich ableiten. Ein anderer Zweig ist in *Trematobulus* vertreten, die wahrscheinlich der direkte Vorläufer der *Siphonotretidae*, einer Abzweigung der primitiven *Obolella*, ist. *Yorkia* tritt im Unteren Kambrium, *Dearbornia* im oberen Teil des Mittleren Kambriums auf.

Als Vorfahren der echten *Protremata* kommen *Nisusia* und *Billingsella* in Betracht. Beide scheinen von jenen Stammformen zu kommen, die von *Micromitra* zu *Kutorgina* des Unteren Kambriums führt. Ein charakteristischer Vertreter der Gattung *Protremata* ist ferner *Schuchertina*, während *Eoorthis* erst in den unteren Schichten des Mittleren Kambriums auftritt und durch das Obere Kambrium bis in das Untere Silur vorkommt.

Bei dem Versuche, zwischen den *Billingselliden* des Kambriums und den *Orthiden* des Unteren Silur eine genetische Beziehung ausfindig zu machen, bieten die paläontologischen Reste insofern Schwierigkeiten, als eine große Lücke zwischen den Versteinerungen des Oberen Kambriums und des mittleren Unter-Silur die Vergleiche sehr erschwert. Die *Orthiden* des mittleren Unter-Silur schließen eine große Gruppe von Brachiopoden ein, die grundsätzlich von der Gruppe der *Billingselliden* in bezug auf den Bau der Schale verschieden sind. Daß diese Lücke in der systematischen Reihenfolge der einzelnen Arten im Verlauf des Fortschritts der paläontologischen Forschung ausgefüllt werden wird, ist durchaus nicht unwahrscheinlich, und es bedarf nur einer sorgfältigen Untersuchung auch der kambrischen Schichten außereuropäischer Erdteile, um möglicherweise hier die Brücke zu schlagen.

Die Fundstätten erwähnt *Walcott* bei jeder Art auf das genaueste, so daß sich ein gutes Bild der Verteilung der Brachiopoden über den Kontinent gewinnen läßt. Summarisch betrachtet, kommt *Walcott* dabei zu folgendem Ergebnis:

Die *Olenellus*-Fauna bevölkert die O- und W-Seite eines Kontinents, der in seiner allgemeinen Konfiguration Nordamerika, wie es heute ist, darstellt. Genau gesprochen lebte diese Fauna aber nicht auf der dem Ozean zugewandten Küste, son-

dern auf den Küsten der Binnenmeere, Sunde, Meeresarme oder Lagunen, die die Zwischenräume zwischen den verschiedenen Landmassen einnahmen, die aus der teilweise vom Meer bedeckten kontinentalen Plattform östlich und westlich des zentral-kontinentalen Areals emporragten. Auf der Ostseite erstreckte sich das erste Land östlich vom zentralen Teil des Kontinents von Alabama nord-östlich längs der Linie der gegenwärtigen Kette der Appalachen bis zu den Green Mountains von Vermont, diese einschließend. Ob die Fauna auch in der Gegend des Connecticut River und von da bis östlich von den Green Mountains vorkam, ist nicht bekannt. Daß sie weiter östlich vorkam, wird durch ihr Auftreten im östlichen Massachusetts und nord-westlichen Neufundland bewiesen. Noch weiter östlich kommt sie auf der Halbinsel Avalon vor, bis zu der Stelle, wo die archaischen Gesteine das zentrale Neufundland kreuzen. Zur Stütze dieser Sätze stellt *Walcott* folgende Hauptsätze auf:

1. Die die *Olenellus*-Fauna enthaltenden Schichten sind nur in den östlichen und westlichen Teilen des Kontinents bekannt;
2. soweit bis jetzt bekannt, fehlen Schichten des Unteren Kambriums im Innern des Kontinents;
3. die Schichten des Oberen Kambriums überlagern diskordant die Gesteine des Algonkian und Archäen in jenen Provinzen, wo Schichten des Mittleren und Unteren Kambriums fehlen;
4. die Schichten des Mittleren und Unteren Kambriums unterlagern konkordant jene des Oberen Kambriums auf der O- und W-Seite des Kontinents überall da, wo die drei Abteilungen des Systems vorkommen.

Die physischen Verhältnisse des späteren Unteren Kambriums hielten bis ins Mittlere Kambrium an und waren in der Hauptsache gefolgt von einem graduellen Einsinken des Landes, Erosion und von Oberflächenveränderungen im kontinentalen Areal südlich von den Großen Seen. In dem Maße, wie dann weiter das Meer über diese Areale und über die dem Appalachen- und Cordillereensystem benachbarten Küstengebiete sich ausbreitete, war dem wärmeren Leben Gelegenheit zu reicher Formentfaltung gegeben. So ist die *Paradoxides*-Fauna der atlantischen Küste und die *Olenoides*-Fauna des Pacific nur eine Illustration für das vielgestaltige Leben jener Zeit und jener Räume.

Auf die so überaus wichtige Frage der Biogenese der Brachiopoden geht *Walcott* in seiner großen Monographie nicht ein; dagegen hat er diesen Punkt vor mehreren Jahren (November 1908) auf der Naturforscherversammlung in Baltimore kurz berührt, und ich gebe seine diesbezüglichen Äußerungen¹⁾ nach dem Wortlaut seines Essays über „*Evolution of early paleologic faunas in relation to their environment*“ wieder.

¹⁾ Zuerst erschienen im Journal of geology 1908; dann abgedruckt in Outlines of geologic history with especial reference to North America von B. Willis u. R. D. Salisbury. — The University of Chicago Press. 1910. S. 28—37.

Daß das Milieu (*environment*) des Mittleren Kambriums einer rascheren Entwicklung der Lebewesen günstiger war als das Untere und Obere Kambrium, wird durch die stratigraphische Verteilung der Brachiopoden bewiesen. In den auf gewisse Areale beschränkten Gewässern des Unteren Kambriums lassen sich die Brachiopoden der ganzen Welt in 20 Arten und 75 Spezies nachweisen, im Mittleren Kambrium dagegen sind es 31 bzw. 243 und im Oberen Kambrium 23 bzw. 137. Bei den Trilobiten walten ähnliche Verhältnisse vor. *Walcott* stellt dann folgende Hauptsätze auf:

1. Mehr oder weniger gleichmäßige und günstige, selbst warme klimatische Verhältnisse müssen geherrscht haben, um eine so große Verbreitung von fast identischen, korallenähnlichen Organismen, wie sie im Unteren Kambrium vorkommen und der großen Zahl von Individuen verschiedener Spezies von Trilobiten usw. zu erklären, die sich im Mittleren Kambrium finden;
2. die schnelle und ausgeprägte Entwicklung der Fauna des Mittleren Kambriums ist in der Hauptsache auf die Ausbreitung der kambrischen Meere und die dadurch bedingte Verschiebung der Küstenlinien und durch Veränderung der Wohnplätze der Tiere usw. zu erklären;
3. die Diversifizierung der Fauna des Mittleren Kambriums wird in der Hauptsache auf eine rapide Entwicklung der provinziellen oder isolierten Faunen zurückzuführen sein, die ihrerseits wieder durch das Zusammenbrechen der trennenden Landbarren sich mit der weiter verbreiteten Fauna vermischte;
4. die freie Bewegung der Störungen in den kambrischen Meeren muß für die kosmopolitische Fauna des Früh-Paläozoikums verantwortlich gemacht werden.

Auf die Frage, wie das erste Leben im Kambrium bzw. in der präkambrischen Zeit entstanden ist, geht *Walcott* nicht ein, und er tut auch recht daran. Amerikanischerseits ist diese „Frage aller Fragen“ ebenso zu lösen versucht worden, wie bei dem Volke der Denker. Es hieße aber den Raum dieser Skizze weit überschreiten, wenn ich die verschiedenen diesbezüglichen Theorien hier folgen lassen würde, denn vorläufig und wohl auch noch auf lange hinaus — müssen wir uns wohl oder übel der Worte erinnern, die vor 2500 Jahren der alte Xenophanes seinen Volksgenossen zurief:

Selbst wer die volle Wahrheit uns enthüllte,
Nie würd' er wissen, ob es Wahrheit ist,
Denn alles, was wir sagen, bleibt Vermutung.

Die Physik auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.

(Schluß.)

Vierte Sitzung: Mittwoch, den 24. September 1913, vormittags, gemeinsam mit den Abteilungen für Chemie

und Elektrochemie sowie für Mineralogie und Geologie.
Vorsitzender: Herr H. Rubens (Berlin). Vorträge:
1. Herr M. v. Laue (Zürich): „Über Interferenz von Röntgenstrahlen in Kristallen“. Der Vortragende entwickelt eine Theorie der Interferenz der Röntgenstrahlen und bespricht kurz die in neuerer Zeit auf diesem Gebiete unternommenen Versuche und Messungen. Sodann geht er auf die Bedeutung der Röntgenstrahleninterferenz für die Untersuchung der Struktur der Kristalle ein, insbesondere auf das Aussehen der Interferenzen bei Diamant sowie bei einer Reihe hemiedrischer Kristalle. Es gibt Fälle (Zinksulfid, Diamant, Nickelsulfat), in welchen kein Einfluß der Hemiedrie zu spüren ist. Dagegen zeigen Aufnahmen an Hauenerit und Pyrit, daß die Richtung parallel zur Würfelkante keine vierzählige, sondern nur noch eine zweizählige Achse dieser hemiedrischen Kristalle ist. Obwohl beide derselben Klasse angehören, unterscheiden sich dennoch ihre Interferenzbilder. Auch die Schraubenstruktur des Quarzes, welche u. a. durch das optische Drehvermögen bewiesen wird, zeigt sich im Interferenzbild. Durchstrahlt man Rechtsquarz parallel zur Hauptachse, so findet man keineswegs wie beim Beryll hexagonale Symmetrie. Zwar, richtet man seine Aufmerksamkeit allein auf die Lage der Punkte, so bleibt diese Symmetrie bestehen; aber die Verteilung der Intensitäten entspricht ihr nicht, so daß man tatsächlich nur dreizählige Symmetrie beobachtet. Den Unterschied zwischen dem Rechts- und Linksquarz zeigen zwei Aufnahmen, bei welchen eine Nebenachse Durchstrahlungsrichtung war; die beiden Bilder gehen durch Spiegelung ineinander über. Stellt man die Frage, ob es möglich ist, mit Hilfe der Röntgenstrahleninterferenzen die Struktur eines Kristalles vollständig und eindeutig zu bestimmen, so läßt sich diese nicht uneingeschränkt bejahen. Wir stehen den Kristallen jetzt ähnlich gegenüber, als sollten wir ein optisches Gitter ohne Mikroskop, allein aus seinen Spektren heraus untersuchen. Die Gesamtheit dieser Spektren enthält freilich, wie ja besonders *Abbe* betont hat, alle Elemente, aus denen sich das mikroskopische Bild zusammensetzt. Aber zur Konstruktion dieses Bildes genügt die Kenntnis der Lage und Intensität der Spektren nicht. Es kommt noch wesentlich auf die Phasen an, mit welchen diese gegeneinander schwingen. Man müßte mindestens auch noch die Phasendifferenzen zwischen den verschiedenen Interferenzpunkten eines Photogramms feststellen; erst dann wäre es möglich, zwingende Schlüsse auf Kristallstrukturen zu ziehen. — 2. Herr W. Friedrich (München): „Über Röntgenstrahleninterferenzen“. Der Vortragende behandelte im besonderen das Thema, welche Schlüsse sich aus den bisherigen Interferenzversuchen mit Röntgenstrahlen an Kristallen auf das Spektrum derselben sowie auf ihre Wellenlänge ziehen lassen. Sowohl die Interferenzerscheinungen, die beim Durchgang der Strahlen durch Kristalle beobachtet werden, wie diejenigen bei der Reflexion an Spaltflächen ergeben übereinstimmend das Vorhandensein eines kontinuierlichen Spektrums, das den durch das Kristallgitter als Dispersionsapparat zerlegten Impuls darstellt und dessen Intensitätsmaximum und Grenze nach den kurzen Wellenlängen hin von der Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen erzeugenden Kathodenstrahlen abhängig ist. Dieses kontinuierliche Spektrum wird überlagert von einem zweiten linienartigen, dessen Herkunft die charakteristische Stellung der Antikathode ist, das sich also für verschiedenes Material der Antikathode in bezug auf die Lage und Intensität seiner Linien ändert. Die Größe der Wellenlänge der Röntgenstrahlen läßt sich wegen der nicht genügend eindeutig bestimmbar Konstante der Kristallgitter absolut nicht aus diesen Interferenzver-

suchen herleiten. — 3. Herr *E. Wagner* (München): „Experimenteller Beitrag zur Interferenz der Röntgenstrahlen“. Nach Versuchen mit Herrn *R. Gloiker*. Ein beim Durchgang primärer Röntgenstrahlen durch einen Steinsalzkrystall (I) abgegebener Röntgenstrahl wurde seinerseits wiederum durch einen Steinsalzkrystall (II) geschickt. Das so gewonnene Röntgenogramm (II) zeigte vergleichsweise eine geringe Auswahl unter den Interferenzflecken auf einem Röntgenogramm (I), welches erhalten wurde, wenn primäre Röntgenstrahlen anstatt der gebeugten unter identischen Versuchsbedingungen durch den Kristall II gingen; insbesondere fehlten im Bilde II viele Flecke ganz, die im Bilde I sehr stark auftraten. Dies Ergebnis beweist, daß die abgebeugten Röntgenstrahlen nicht abgelenkte oder „zerstreute“ primäre sein können. Vielmehr liefern die Versuche einen zahlenmäßigen Beweis für die Richtigkeit der Interferenztheorie in der Form der hier anzuwendenden Spiegelungsauffassung *Braggs*. Diese ergibt für die Wellenlänge λ der an parallelen Kristallebenen (mit dem Abstand d) reflektierten Strahlen den Ausdruck $n \cdot \lambda = 2d \cos \varphi$, wo n eine kleine ganze Zahl und φ der Einfallswinkel ist. Alle hieraus (nach Bestimmung von φ und d) berechneten Grundwellenlängen ($n=1$), die den wenigen Interferenzflecken auf Bild II zukommen, ergeben sich zahlenmäßig teils als gleich der vom Kristall I einfallenden Grund-Wellenlänge λ_0 , teils $= \frac{1}{2}\lambda_0$, in einem Falle $= \frac{1}{4}\lambda_0$. Dagegen blieb (wie bei *Wulff* und *Uspenski*) die Grund-Wellenlänge $2\lambda_0$ auf Bild II aus. — 4. Herr *G. Tammann* (Göttingen): „Über die Theorie des Polymorphismus“. (Vgl. diese Zeitschr. S. 1021—1025, 1064—1069). — 5. Herr *R. Zsigmondy* (Göttingen): „Über Gelstrukturen“. (Vgl. diese Zeitschr. S. 1013—1014). — 6. Herr *J. Stark* (Göttingen): „Über die elektrische und die damit verbundene optische Änderung der chemischen Atome“.

Fünfte Sitzung am Mittwoch, den 24. September 1913, nachmittags. Vorsitzender: Herr *E. v. Schweidler* (Innsbruck). Vorträge: 1. Herr *Charles G. Barkla* (Edinburgh): „Charakteristische Röntgenstrahlungen“. Substanzen, welche von Röntgenstrahlen durchsetzt werden, emittieren dreierlei sekundäre Strahlungen. Eine dieser Strahlungen ist ähnlich der primären und besteht aus der zerstreuten Röntgenstrahlung; eine zweite ist ebenfalls eine Röntgenstrahlung, aber in ihrer Beschaffenheit sehr verschieden von derjenigen der primären; die dritte endlich ist eine Strahlung schnell bewegter Elektronen, ähnlich derjenigen der β -Strahlen radioaktiver Substanzen. Der Vortragende beschäftigt sich mit der zweiten Art von Strahlungen, deren Eigenschaften er zusammenfaßt. Die Strahlung ist eine homogene Strahlung, deren Absorbierbarkeit für das besondere, sie emittierende Element charakteristisch ist. Ihre Durchdringungsfähigkeit wächst mit dem Atomgewicht des strahlenden Elements; sie wird in einer Substanz nur dann erregt, wenn sie einer X-Strahlung von stärker durchdringender Art ausgesetzt wird. Diese Regel ist einfach eine Erweiterung des Stockesschen Fluoreszenzgesetzes. Die Strahlung zerfällt in zwei Reihen (K- und L-Reihe); die Strahlung jeder dieser Reihen wird durchdringender, je höher das Atomgewicht des Elements ist. Die Strahlung wird gleichmäßig nach allen Richtungen rund herum um die strahlende Substanz ausgesandt und ist unabhängig von der Fortpflanzungs- und Polarisationsrichtung der erregenden primären Strahlung. Ihre Intensität variiert mit der Absorbierbarkeit der primären Strahlung nach einem bestimmten Gesetz und ihre Emission wird von einer besonderen Absorption der erregenden primären Strahlung und einer besonderen Emission von Elektronen

begleitet. Alle Versuche deuten darauf hin, daß die Erscheinung eine solche der Fluoreszenz ist, wo die betrachtete X-Strahlung aller Wahrscheinlichkeit nach ebenso homogen ist, wie das Licht einer gewöhnlichen Spektrallinie. Alles in allem ergibt sich eine völlige Identität zwischen der betrachteten Röntgenstrahlung und der Erscheinung des Lichtes. — 2. Herr *F. Neesen* (Berlin): „Versuche der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen über den Blitzschutz, insbesondere von Sprengstoffanlagen“. Die Versuche konnten mit großen Mitteln ausgeführt werden. Hauptsächlich wurde eine Transformatorenanlage mit Schwingungskreis benutzt, welche Funken von 3000 mm Länge gab und ein Entladungsbild, das genau dem entsprach, welches die Blitzentladung nach photographischen Aufnahmen darbietet. Es zeigte sich, daß ein geschlossenes Gehäuse die in demselben befindlichen Leiter nur dann vor Seitenentladungen schützt, wenn die letzteren nicht mit außerhalb des Gehäuses befindlichen Leitern in Verbindung stehen, oder mit dem Gehäuse leitend verbunden werden. Für den Schutz von Fangstangen ergab sich ein Schutzkegel ähnlich dem von *L. Weber* angegebenen parabolischen. Der Schutzraum mehrerer Stangen ist erheblich größer als derjenige, welcher sich aus der Summe der Schutzräume der Einzelstangen ergibt. Versuche über Vorentladungen ergaben die Gefährlichkeit derselben. Diese Entladungen können vermieden werden, wenn die leitenden Körper, an welchen dieselben auftreten, mit dem Blitzableiter direkt leitend verbunden werden. In betreff der Frage der Entladung der zu schützenden Gegenstände geht aus dem Angegebenen hervor, daß eine besondere Erdung nicht zweckmäßig ist; es ist stets eine möglichst kurze Verbindung mit dem Blitzableiter selbst herzustellen. — 3. Herr *H. Dember* (Dresden): „Über die Erzeugung weicher Röntgenstrahlen“. Aus den Messungen des Vortragenden ergibt sich, daß es nicht gelingt, Röntgenstrahlen unter 18,7 Volt angelegte Potentialdifferenz hervorzurufen. Berücksichtigt man die Kontaktpotentialdifferenz, die etwa von der Größe 2,8 Volt ist, was daraus geschlossen wird, daß Kaliumzellen im Dunkeln dieses Potential annehmen, und wird für die Anfangsgeschwindigkeiten der lichtelektrischen Elektronen der Wert 1,0 Volt eingesetzt, so ist die tatsächlich auf die lichtelektrischen Elektronen wirkende Potentialdifferenz $(18,7 + 1,0 - 2,8)$ Volt = 16,9 Volt; es sind daher zur Erzeugung eines Röntgenimpulses mindestens

$$4,77 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{16,9^2}{300} = 26,9 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$$

notwendig. Hieraus kann man weiter die Wellenlänge λ der von den lichtelektrischen Elektronen erzeugten Röntgenstrahlung zu 74,5 $\mu\mu$ berechnen. Es sind dieses hiernach Röntgenstrahlen, deren Wellenlänge nahe an die des Reflexultraviolett (120 bis etwa 90 $\mu\mu$) heranreicht. Auch wird die Mindestenergie, welche zur Erzeugung eines Röntgenimpulses notwendig ist, entsprechend einer Vermutung von *Sommerfeld*, gleich der Ionisierungsarbeit, geleistet an dem Atom, das die Bremsung des Elektrons bewirkt. — 4. Herr *H. Kleinpeter* (Gmunden): „Zur Theorie der Erkenntnis in der Physik“. — 5. Herr *M. Palagyi* (Budapest): „Über das Relativitätsprinzip in der modernen Physik und Naturphilosophie“. — Herr *L. Schames* (Frankfurt a. M.): „Zustandsgleichung, Zustandsdiagramm und Assoziationshypothese“. Die Assoziationshypothese gibt eine Zustandsgleichung, die die Widersprüche der van der Waalsschen Gleichung mit der Erfahrung nicht zeigt. Sie führt zur Annahme einer idealen Flüssigkeit, für die das van der Waalssche Dampfdruckgesetz exakt gilt. Letzteres gibt uns eine Existenzbedingung

für den wirklich flüssigen Zustand und veranlaßt uns zu einer Modifikation des Zustandsdiagramms. Dieses wiederum weist auf einen zweiten kritischen Punkt flüssig-fest für normale Substanzen hin, zu welchen bei sehr hohen Drucken auch Wasser zu zählen ist. — 7. Herr A. v. Schütz (Auerbach): „Eine Theorie der Ätherstrahlung“. — 8. Herr J. Goldschmied (Wien): „Die Konstitution der Materie und der Energie“.

Sechste Sitzung am Donnerstag, den 25. September 1913, nachmittags. Vorsitzender: Herr O. Lehmann (Karlsruhe). Vorträge: 1. Herr H. Gerdien (Berlin): „Der Luftgeschwindigkeitsmesser der Siemens & Halske A.-G.“. Nach gemeinsam mit Herrn R. Holm durchgeführten Versuchen. Das Prinzip des Apparates beruht auf der Kühlwirkung, die der zu messende Luftstrom oder ein von ihm abgezweigter Bruchteil auf elektrisch geheizte Widerstände ausübt; die Änderungen dieser werden auf ein an eine empfindliche Anordnung zur Widerstandsvergleiche angeschlossenes Zeiger-galvanometer übertragen, dessen Skala unmittelbar in Geschwindigkeitsmaß geeicht wird. Die Einstellung dieses Instruments folgt nahezu momentan den Geschwindigkeitsänderungen des Luftstromes. Die elektrische Methode ermöglicht in einfacher und zuverlässiger Weise eine Fernanzeige und Fernregistrierung der Geschwindigkeit. Als Anwendung dieses Prinzips wurde der „Anemoklinograph“ der genannten Firma demonstriert; der Apparat bewirkt die Fernmessung und Fernregistrierung der Windgeschwindigkeit, der Neigung des Windes gegen die Horizontale und der Windrichtung und hat nicht nur für die meteorologische Forschung, sondern auch für die moderne Flugtechnik große Bedeutung, da er ein eingehendes Studium der Windstruktur ermöglicht. — 2. Herr Max Trautz (Heidelberg): „Über spezifische Wärmen“. Das starke Abfallen der spezifischen Wärmen unter die von der klassischen Theorie geforderten Werte, das man bei tiefen Temperaturen beobachtet, kann man bei festen Körpern doch in ihrem Rahmen deuten durch physikalische Polymerisation. Denn ihr Molekulargewicht ist im allgemeinen unbekannt. Das der Gase kennt man aber; Polymerisation scheidet demnach hier als Erklärung aus. Aber auch ihr Verhalten läßt sich ohne Quantentheorie darstellen, wenn jedes Gas aus einer begrenzten unstetigen Reihe von unmeßbar schnell miteinander ins Gleichgewicht kommenden Isomeren gleicher Molekülgröße besteht. Die Form der Gleichung für die Molarwärmen ist dann durch die Thermodynamik gegeben. Die Molarwärmen der einzelnen reinen Isomeren berechnen sich durch Voraussetzungen über ihre Struktur. In den beim absoluten Nullpunkt stabilen Isomeren müssen die Schwerpunkte der Atome sich decken. Diese neue Auffassung stimmt sehr gut mit allen Messungen von Gasmolarwärmen überein und führt namentlich auf chemischem Gebiet zu sehr einleuchtenden Vorstellungen über das Erlahmen aller chemischen Reaktion bei tiefen Temperaturen. Die mit steigender Temperatur gewissermaßen ruckweise eintretende Zerdehnung mehratomiger Moleküle führt so über eine Reihe von auch chemisch verschiedenen Zwischenzuständen zur völligen Zersetzung. So ergibt sich zugleich eine quantitativ faßbare Deutung der verschiedenen Stabilität und Reaktionsfähigkeit gewisser Gruppen in zusammengesetzten Molekülen, Hin-weise auf die zusammengesetzten Radikale und die Natur der Edelgase. Es liegt dann nahe, das Strahlungsgesetz auf Grund der Voraussetzung abzuleiten, daß alle Wärmestrahlung chemischen Reaktionen entspringt. Die Form der meisten thermodynamischen Gleichungen ändert sich nicht bei dieser neuen Auffassung. — 3. Herr J. Sahulka (Wien): „Messung kleiner Kapazi-

täten und Selbstinduktionskoeffizienten“. — 4. Herr M. Born (Göttingen): „Theorie des Gesetzes von Eötvös, eine Anwendung der Quantenlehre“. Es wird der Gedanke verfolgt, daß die thermischen Schwingungen einer Flüssigkeit unter der Wirkung der molekularen Kohäsionskräfte, die sich im Innern durch die Kompressibilität, an der Oberfläche als Oberflächenspannung äußern, rein phänomenologisch berechnet werden können, als wäre die Flüssigkeit ein wahres Kontinuum, wobei die Gesetze der Hydrodynamik und der Kapillarität in formaler Weise benutzt werden. Die molekulare Vorstellung tritt darauf wesentlich an einer einzigen Stelle in Wirksamkeit; von den unendlich vielen Schwingungen des Kontinuums werden die ersten $3N$ abgeschnitten und mit den molekularen Schwingungen identifiziert. Hat man auf diese Weise die Verteilung der Schwingungen gefunden, so erhält man die freie Energie der Flüssigkeit aus den Planckschen Resonatorformeln in derselben Weise wie beim festen Körper. Aus der freien Energie ergeben sich nach den Regeln der Thermodynamik durch bloße Differentiations- und Eliminationsprozesse der Energieinhalt und die Zustandsgleichung des Innern und der Oberfläche. Für die letztere erhält man dabei eine Formel, die das Eötvössche Gesetz als speziellen Fall umfaßt, und zwar ergibt sich so nicht nur die Form dieses Gesetzes, sondern auch der Zahlenwert der Konstanten. Bemerkenswert ist, daß dieser durchaus von der Größe des Planckschen Wirkungsquantums h abhängt. Die entwickelte Theorie gibt Aufschluß über die in neuerer Zeit von Walden und Swinné gefundenen Abweichungen der Eötvösschen Konstante vom normalen Wert. — 5. Herr Chr. Fächtbauer (Leipzig): a) „Methoden zur quantitativen Untersuchung von Absorptionslinien, speziell der Natriumlinien“, nach gemeinsam mit Herrn Curt Schell ausgeführten Versuchen; b) „Über Maximalintensität, Dämpfung und wahre Intensitätsverteilung von Absorptionslinien des Cäsiums“, nach zusammen mit Herrn W. Hofmann angestellten Beobachtungen. Es wurden bei den Untersuchungen Absorptionsröhren benutzt, die vollständig in einem Ofen von konstanter Temperatur lagen. Die Röhren wurden mit sauerstoffreiem und trockenem Stickstoff gefüllt; das Metall wurde durch Überdestillieren in die Röhren hineingebracht. Die Absorption wurde nach der Methode der photographischen Photogrammetrie bestimmt. Die gewonnenen Resultate zeigen, daß die nach der Lorentzschen Stoßtheorie geforderte Proportionalität des Halbwertsintervalles mit dem Druck innerhalb etwas größerer Fehlergrenzen, die der stärksten Absorption mit dem reziproken Druck ziemlich genau vorhanden ist. Die Unabhängigkeit der Zahl der schwingenden Teilchen vom Druck des fremden Gases ist damit für das untersuchte Druckgebiet erwiesen und somit eine Grundlage für einen Vergleich verschiedener Serienlinien der nämlichen Serie geschaffen. Für das Verhältnis der zwei Linien eines Paares ergaben sich mit der Ordnungszahl abnehmende Werte. Die bisher genau gemessenen Werte wurden ganzzahlig und für verschiedene Alkalimetalle bei der nämlichen Ordnungszahl identisch gefunden. Die Werte des Halbwertsintervalls unterscheiden sich bei den beiden Linien eines Paares innerhalb der Fehlergrenzen nicht. Die aus dem Halbwertsintervall berechnete Störungszahl war in verschiedenen Fällen das 20- bis 30-fache von der aus der Gastheorie berechneten Zahl der Zusammenstöße. Die Größenordnung des Verhältnisses beider Zahlen war die gleiche bei Serien- und Bandenlinien. Mit Hilfe der von anderer Seite gemessenen Dampfdrucke läßt sich das Verhältnis der Elektronenzahl zur Zahl der Dampf-atome berechnen. Für die Linien des ersten Paares der Serien ergeben sich beide Zahlen von gleicher Größenordnung.

Die Träger der Hauptserienlinien der Alkalimetalle scheinen also die gewöhnlichen neutralen Moleküle zu sein. Die bei den höheren Stickstoffdrücken sehr angenähert erreichte wahre Intensitätsverteilung ist eine unsymmetrische. Der Abfall der Absorption ist bei beiden Linien der Paare nach Violett steiler als nach Rot. — 6. Herr *F. Jentzsch* (Gießen): „Beobachtungen am Binokularmikroskop“. — 7. Herr *Fr. Henning* (Charlottenburg): „Die Fixierung der Temperaturskala zwischen 0° und —183°“. Die Eichung der Gebrauchsthermometer kann außer durch direkte Vergleichung mit bekannten Instrumenten dadurch erfolgen, daß man ihre Angaben bei den bekannten Temperaturen der Siede- oder Schmelzpunkte reiner Stoffe beobachtet. Für thermometrische Messungen unterhalb 0° eignen sich hierfür besonders der Siedepunkt des Sauerstoffs und der Sublimationspunkt der Kohlensäure, die vom Vortragenden in der Skala des Wasserstoffthermometers zu —183,01° und —78,52° neu bestimmt worden sind. Als sehr scharfer Fixpunkt hat sich auch der Erstarrungspunkt des Quecksilbers (—38,89°) ergeben. Weniger gut geeignet sind Erstarrungspunkte organischer Stoffe, da man nicht leicht ein Urteil über deren Reinheit gewinnen kann. Die Erstarrungspunkte von Äthyläther, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Chlorbenzol wurden zu bzw. —123,72°; —112,0°; —63,7° und —45,6° gefunden. — 8. Herr *H. Thirring* (Wien): „Zur Theorie der Raumgitterschwingungen und der spezifischen Wärme kristallinischer Körper“. Der Vortragende zeigt, daß die Born- und Kármánsche Theorie der spezifischen Wärme regulär kristallinischer Körper sich mit Hilfe von Reihenentwicklungen vollständig durchrechnen läßt. Es wird die spezifische Wärme von Kupfer, Steinsalz und Sylvin bei tiefen Temperaturen berechnet; dabei ergeben sich Abweichungen von den beobachteten Werten im Betrage von 6 bis 16 %, die sich jedoch theoretisch rechtfertigen lassen. — 9. Herr *P. Cermak* (Gießen): „Demonstration des Peltiereffektes bei hohen Temperaturen“. Den Peltiereffekt, d. i. die Erwärmung oder Abkühlung, die der elektrische Strom beim Übergang von einem Metall zu einem andern an der Lötstelle hervorruft, kann man mit zwei thermoelektrisch wirkenden Drähten zeigen, die so aneinandergelötet sind, daß der eine die Verlängerung des andern bildet, wenn man sie im Vakuum durch den elektrischen Strom zum Glühen bringt. Je nach der Stromrichtung wird das Glühen an der Lötstelle abgeschwächt oder verstärkt, so daß diese bei günstig gewählten Bedingungen entweder besonders hell oder dunkel zwischen den hellen Teilen der Drähte erscheint. Die größten Helligkeitsunterschiede erhält man bei Verwendung von Eisen-Konstantan, eine kleinere Wirkung, die dafür leichter einem größeren Kreise zu zeigen ist, wenn man Platin-Platinrhodium anwendet. — 10. Herr *Hans Schulz* (Berlin): „Interferenzapparat zur Prüfung von Planflächen“. Von den bekannten Methoden zur Prüfung von Planflächen gibt die Beobachtung der Fizeauschen Streifen mit endlich dicker Luftschicht, also unter Ausschluß der infolge Adhäsion an der Vergleichsfläche stattfindenden Deformationen, die besten Resultate, insofern als die Form der Fläche direkt aus der Gestalt der Interferenzen ersichtlich ist. Die Optische Anstalt *C. P. Goerz* (Friedenau) hat unter Anlehnung an die zuerst von *Lummer* angegebene, von *Schönrock* veränderte Anordnung zur Beobachtung der Fizeauschen Streifen einen Apparat konstruiert, welcher Krümmungen bis etwa 8 km Radius mit Sicherheit zu messen gestattet. Erreicht wird diese Genauigkeit einerseits durch Vergrößerung des Objektiurchmessers, andererseits durch Verwendung kürzerer Wellenlängen bei photographischen Aufnahmen, zu welchem Zweck die gesamte Optik einschließlich des die

Normalfläche tragenden Keiles aus Uviolglas gefertigt ist. Mit dem Apparat wurde versucht, die Beziehung zwischen der Änderung der inneren Spannung in Glasstücken mit den dabei auftretenden Deformationen zu ermitteln. — 11. Herr *J. Traube* (Charlottenburg): „Über den kritischen Zustand“. Gegen *Andrews'* Theorie gleicher Dichten sind bereits früher von verschiedenen Seiten Einwände erhoben worden, insbesondere von *de Heen* und dem Vortragenden. In *Traubes* Laboratorium war von *G. Teichner* eine Methode zur Prüfung der Dichtegleichheit ausgearbeitet worden, welche darauf beruht, daß man in den die Flüssigkeit enthaltenden Röhrchen eine Anzahl stecknadelkopfgroßer Glaskügelchen von verschiedener Dichte einschloß und bei und über die kritische Temperatur in einem Dampfthermostaten erhitze. Die Versuche waren damals mit Chlor-kohlenstoff ausgeführt und das Ergebnis war, daß die Kügelchen noch weit oberhalb der kritischen Temperatur in allen Höhen schwebten, so daß *Traube* und *Teichner* Veranlassung nahmen, sich gegen die klassische Theorie von *Andrews* zu wenden. Nachdem *Kamerlingh Onnes* und *Fabius* bei Nachprüfung von *Teichners* Versuchen mit Kohlensäure zu einem anderen Ergebnis gelangt waren, hat *Traube* seinen Schüler *Hein* veranlaßt, in einer sehr sorgfältig durchgeführten Untersuchung, ebenfalls an Kohlensäure, wiederum die Ergebnisse der holländischen Forscher zu revidieren. *Traube* und *Hein* konnten dabei eine Fehlerquelle bei den Versuchen von *Kamerlingh Onnes* und *Fabius* — bestehend in dem Einschmelzen eines Thermoelements und dadurch erzeugte Konvektionen — nachweisen. Sie geben eine Reihe von Gründen an, welche dazu führen, die Kontinuitätstheorie zu verwerfen und durch die Zweiphasentheorie zu ersetzen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Entgegnung an Herrn Privatdozenten Dr. Paul Kammerer.

Herr Privatdozent Dr. *Paul Kammerer* hat gelegentlich eines Artikels in dieser Zeitschrift (Heft 43 v. 24. Oktober 1913, p. 1025 ff.) in einer Fußnote die von meiner Seite in der *Neuen Freien Presse* v. 28. August d. J. erfolgte Besprechung seines Buches: „Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes bei Pflanze, Tier und Mensch“ in einer Weise abgetan, welche die von mir ausgesprochenen Bemängelungen kaum berührt, geschweige denn widerlegt und deren Ungewöhnlichkeit nur mit ihrer sachlichen Unrichtigkeit in eine Parallele gestellt werden kann. Obzwar ich der Angelegenheit keine besondere Bedeutung beilege, muß ich mich doch für berechtigt und verpflichtet halten, das Leserpublikum, vor welchem mir Herr Dr. *K.* eine „Lektion“ erteilt, darüber aufzuklären, worum es sich handelt, und Herrn Dr. *Kammerer* darüber, daß, abgesehen von der — milde gesagt — Unhöflichkeit des Tones, eine sachliche Auseinandersetzung passender gewesen wäre. Nur eine solche hätte ihn zu der angewandten ironischen Schärfe vielleicht berechtigt.

In meiner Kritik soll außer einem „nomenklatorischen, also bloßen Worteinwand“ alles übrige unbegründet sein. Dem „Worteinwand“ gegenüber halte ich es aufrecht, daß es eine vollkommen unberechtigte und irreführende Übung ist, anstatt „Chromosom“, „Kernkörperchen“ zu sagen. Jeder, der etwas von Cytologie weiß, muß darin den Anlaß zu einer Begriffsverwirrung erblicken. Wenn schon die anerkannte und eingebürgerte Nomenklatur vor gedankenlosen Vertauschungen nicht

mehr sicher sein darf, wie wird sich bei weiterem Einreißen dieses Usus künftig die Verständigung auf wissenschaftlichem Gebiete gestalten? Die von mir beklagte Geringschätzung der deskriptiven Forschung, die von Herrn Dr. *Kammerer* zurückgewiesen wird, liegt nicht so sehr darin, daß jemandem gewisse Detailkenntnisse nicht gegenwärtig sind, sondern darin, daß er im Bedarfsfalle, wie dem vorliegenden, sich nicht einmal die kleine Mühe nimmt, in einem Lehrbuche nachzusehen, sondern lieber einen frei erfundenen Widersinn hinschreibt. (Hierüber weiter unten.) Auch spricht es nicht für besondere Schätzung, wenn Dr. *K.* sagt: „... denn das (nämlich die Dinge, die jeder Student in den ersten Wochen erfährt) sind bei uns oft recht überflüssige Dinge“. Interessant wäre es zu wissen, wer die „bei uns“ sind. Ganz nebenbei halte ich die angefügte Bemerkung, daß Herr Dr. *K.* seine ersten Semester in dem Institute verbrachte, wo ich Assistent bin, gelinde gesagt, für eine geschmacklose Entgleisung; oder soll wirklich der Anschein erweckt werden, ein Assistent sei dazu da, um den Studenten das, was sie nicht behalten können oder wollen, einzupauken? Dann hätte ich allerdings meine Pflicht Herrn Dr. *K.* gegenüber gröblich verletzt. Ich verlangte ferner nicht, wie Herr Dr. *K.* behauptet, „mehr theoretische Erläuterungen“, sondern fand bloß die Häufung des Tatsachenmaterials etwas zu stark, dagegen die daran geknüpften Auseinandersetzungen stellenweise zu wenig gründlich und klar. Hier ein von mir schon in meiner Besprechung berührtes Beispiel: in einem speziellen Fall (*Anasa*), in welchem die diploide Chromosomenzahl 22 ist, beträgt natürlich die haploide Zahl in den reifen Eizellen 11. *Kammerer* sagt in der Folge: „Die reifen Eier haben folglich im Gegensatz zu allen übrigen Zellen des Körpers öfters eine ungerade Zahl von Kernkörperchen. Das überzählige Chromosom, welches diese Ungeradheit ausmacht, ist eben das X-Chromosom.“ Hierzu ist zu bemerken: die ungerade Haploidzahl ist in diesem Falle bloß eine Folge des Umstandes, daß die Diploidzahl durch 2 dividiert eine ungerade Zahl gibt. Ist die Diploidzahl eine andere, z. B. 24, so ist die Haploidzahl keine ungerade mehr, sondern eine gerade. Durch die Hervorhebung der „ungeraden Zahl“ wird trotz des einschränkenden „öfters“ beim unbefangenen Leser ein ganz unwesentlicher Punkt in den Vordergrund der Aufmerksamkeit gerückt, und es liegt dadurch die Gefahr einer falschen Verallgemeinerung vor. Dies um so mehr, als auf der nachfolgenden Seite 27 bei der Besprechung der Chromosomenzahl in den reifen Samenzellen eine Reihe von Fällen angeführt wird, in denen die Haploidzahl zufällig eine gerade ist, was wieder ganz unzweckmäßigerweise hervorgehoben wird: „Jedesmal entspricht die höhere, gerade Zahl zugleich der Chromosomenzahl sämtlicher Eier“. Es liegt ja hier, wie leicht ersichtlich, kein sachlicher Fehler vor, aber die vollkommen überflüssige Betonung eines unwesentlichen, zufälligen und leicht irreführenden Umstandes ist zum mindesten als den didaktischen Zwecken zuwiderlaufend zu bezeichnen. Ich bin daher aus diesen, wie aus anderen Gründen nicht geneigt, Belehrungen darüber zu empfangen, ob meine einem gemeinverständlichen Buche gegenüber erhobenen Einwände „alltäglich“ sind oder nicht. Lächerlich ist endlich Herrn Dr. *Kammerers* Emphase, mit der er ausruft: „Ich stelle Sachen falsch dar, die schon den ersten Seiten jedes Lehrbuches entnommen werden könnten? Vielleicht anders, aber ob deswegen falsch?!“ Dabei wird auf das Kapitel „Ei- und Samenreifung“ verwiesen. Ich habe an diesem Kapitel seines Buches entgegen der Angabe *Kammerers*, abgesehen von der oben berührten Frage der geraden und ungeraden Zahlen, keine

Kritik geübt, noch weniger es „am schärfsten beanstandet“. Wogegen ich aber nachdrücklich protestieren muß, das ist die von Herrn Dr. *K.* aus eigener Machtvollkommenheit vorgenommene Beschränkung meiner Kompetenz auf diesen einzigen Abschnitt (Ei-Samenreifung). Worauf sich diese Kompetenzzuerkennung stützt, ist mir nicht klar. Es läge nahe, daran zu denken, ich hätte mich selbst wissenschaftlich produktiv auf diesem Gebiete betätigt. Ich habe aber in keiner meiner Arbeiten mich mit dem Reifungsproblem befaßt. Herr Dr. *K.* irrt also, wenn er etwa die angeordnete Kompetenzberechtigung für mich annimmt. Warum nun meine Verweisung gerade auf dieses, gleich manchem anderen von mir nicht kultivierte Gebiet? Vielleicht deswegen, weil *K.* seine eigene Kompetenz in der Lehre von den Geschlechtschromosomen, welche, wie die gesamte Cytologie, ihm, der eine durchaus andere Richtung einhält, gleichfalls nicht den geringsten Beitrag verdankt, nicht preisgeben möchte? Es fällt mir aber deshalb nicht ein, seine Kompetenz zu bestreiten; denn schließlich muß jeder Biologe imstande sein, auch Ergebnisse, denen seine eigene Produktion fernsteht, darzustellen.

Nun schließlich noch die Frage nach der Differenzierung von „falsch“ und „anders“. Die Darstellung, die Dr. *K.* von der Konjugation der Infusorien gibt, ist wohl ganz „anders“, als man es bisher wußte, aber ob „richtig“, mögen die entscheiden, die den Sachverhalt kennen, und das sind wohl mit Ausnahme *Kammerers* sämtliche Biologen. Man lese bei *Kammerer* p. 12 (die eingefügten Ziffern beziehen sich auf meine nachfolgenden Bemerkungen): „Eine besondere, von der Kopulation dem Grade nach verschiedene (1) und jedenfalls aus ihr hervorgegangene (2) Art der Heterogamie (3) findet sich bei den Wimperinfusorien, deren einen Vertreter wir im Pantoffeltierchen kennen lernten, und bei vielen Algen (4): die Konjugation. Zwei Zellindividuen nähern sich bis zur Berührung und bilden eine Substanzbrücke, die vom Zelleib des einen zum Zelleib des anderen hinüberführt. Nun teilen sich beide Zellkerne je in ein großes und kleines Stück (5): das große bleibt, wo es war (6); das kleine aber wandert (7) durch die Plasmabrücke ins andere Individuum hinüber bzw. herüber und verschmilzt (8) jeweils mit dem anderen größeren Kernstück, worauf sich die Zellindividuen wieder trennen. Das große Kernfragment mit dem ganzen Protoplasma seines Zellindividuums bildet hier die in Ruhe bleibende Makrogamete (Eizelle) (9); das kleine, von verschwindend geringer Plasmamenge begleitete Kernfragment, welches ausgetauscht wird, ist hier die bewegliche Mikrogamete (Samenzelle) (10). Der Vorgang ist kaum mehr von der Begattung eines höheren Tieres verschieden, speziell in der Form der wechselseitigen Befruchtung von Zwittern, wie zweier Lungenschnecken oder des Regenwurms (11).“ Hierzu bemerke ich:

1. Es ist unverständlich, wieso die Konjugation von der Kopulation dem Grade nach verschieden sein soll.
2. Ebensowenig kann es als erwiesen betrachtet werden, daß die Konjugation aus der Kopulation hervorgegangen ist.
3. Die Konjugation ist, wenigstens bei *Paramecium*, eine Isogamie und keine Heterogamie. Selbst dort, wo die Konjugation einen heterogamen Charakter hat (*Vorticellinen*), kann die irrümliche Anwendungsweise des Terminus Heterogamie im Sinne *Kammerers* nicht als maßgebend bezeichnet werden. Daß *K.* bei der Anwendung des Terminus Heterogamie nicht etwa die einzelnen Angaben über geringgradige Verschiedenheiten der Konjuganten bei gewissen Ciliaten (*Bütschli*, *Enri-*

quez) vorgeschwebt haben, geht aus seiner ganzen Erläuterung hervor.

4. Mir ist keine Alge bekannt, die Konjugation zeigt. Doch will ich die Entscheidung den kompetenten Botanikern überlassen.

5. Es sind von Anfang an zwei Zellkerne vorhanden; von einer Entstehung des Makronukleus und des Mikronukleus aus einem einzigen Kern beim Beginn der Konjugation dürfte kein Protozoenforscher etwas wissen. Auf p. 9 verrät übrigens K. eine, wenn auch nicht ganz klare Kenntnis der Kernduplizität bei den Infusorien, nach drei Seiten ist diese Kenntnis jedoch schon veräuscht.

6. Das große Stück bleibt nicht, wo es war, sondern zerfällt und verschwindet.

7. Das kleine wandert nicht ins andere Individuum, sondern, abgesehen von seiner falsch geschilderten Herkunft, geschieht etwas viel Komplizierteres.

8. Ebensowenig kann, nachdem das Bisherige unrichtig war, auch der von K. geschilderte Verschmelzungsprozeß dem wahren Sachverhalt entsprechen.

9. Der Vergleich des großen Kernes mit dem Makrogameten kann demnach ebensowenig wie

10. der des kleinen mit dem Mikrogameten als gelungen bezeichnet werden.

11. Bei voller Anerkennung der naheliegenden Analogie mit der Begattung und Wechselbefruchtung bei höheren Tieren muß nach dem Vorgegangenen eine Ableitung dieser Analogie auf etwas anderem Wege erfolgen.

Noch Eines: Ist es didaktisch richtig, konsequent und überhaupt den Tatsachen entsprechend, daß auf p. 12 *Paramaecium* als Beispiel für Konjugation, auf p. 9, Z. 14 v. u. als solches für Kopulation angeführt wird? (Figurenverwechslung ist ausgeschlossen!) Ist das auch „anders“, aber deshalb noch nicht „falsch“?

Ich glaube, dargetan zu haben, daß Herrn Dr. Kammerers Replik keinen Anspruch auf Berechtigung erheben kann, und daß ich nichts von meinen Äußerungen zurückzunehmen brauche. Die Art und Weise aber, in der mich Herr Dr. Kammerer zurückwies, und meine heutige genauere Darlegung entheben mich wohl der Pflicht einer weiteren Äußerung, selbst für den Fall, daß Herr Dr. Kammerer in sachlicherer Weise und in würdigerem Tone noch einmal auf die Angelegenheit zurückkommt.

Wien, den 8. November 1913.

Prof. Dr. H. Joseph.

Bemerkungen zur Entgegnung des Herrn Prof. Dr. Joseph.

Daß Herr Prof. Joseph seinen Angriff auf mein bescheidenes Werkchen „Bestimmung und Vererbung des Geschlechts“ (Leipzig, bei Theod. Thomas, 1913), durch meine Antwort gezwungen, ausführlicher und an zuständiger Stelle wiederholt, darüber freue ich mich sehr: weil meine Leser dadurch in die Lage kommen, die Berechtigung der Kritik zu prüfen. An früherer Stelle („Neue Freie Presse“) war sie nämlich nur geeignet, die Arbeit vor nicht sachverständigem Publikum zu diskreditieren, um so mehr, als jede Begründung fehlte. Hier nun werden an drei Beispielen tatsächliche Handhaben geboten:

I. Daß es ein terminologisches Versehen war, die Chromosomen mit dem anderweit vergebenen Ausdruck „Kernkörperchen“ statt „Kernschleifen“ zu benennen, gab ich ja schon früher¹⁾ zu; ich wollte eine deutsche

Bezeichnung haben, welche die Verallgemeinerung der selteneren Schleifenform vermeidet. Durch die Art, wie ich dies unter Nennung aller Synonyme einführte, schaltete ich die Verwirrung und die Verwechslung mit den Nukleolen vollständig aus — auch für den Laien. Trotzdem sei gern nochmals zugestanden, daß mein Vorgehen nach den Nomenklaturregeln unstatthaft war.

II. Daß es mir aus didaktischen Gründen zweckmäßig erschien, auf mögliche Entstehung ungerader Haploidzahlen bei Reduktion gerader Diploidzahlen (und umgekehrt) hinzuweisen, war so vieler Worte nicht wert. Herrn Prof. J. gefällt es nicht; aber er sagt selbst, daß keinerlei Unrichtigkeit vorliegt. Hätte ich keine anderen als diese von J. so streng und oft gerügten gemacht, so wäre mein Buch eines der vollkommensten in der Weltliteratur.

III. Am schwerwiegendsten erscheint jedoch der Vorwurf gegen meine Darstellung der Konjugation von *Paramaecium*. J. müßte mir hier weit überlegen sein; er ist Protozoenforscher, Zytolog — auf seine Kenntnisse der Zellenlehre bezog sich auch meine Erwähnung seiner Kompetenz in einschlägigen Problemen der Ovo- und Spermiogenese; er hat den Vorgang oftmals gesehen und fotografiert —, was alles mir nicht beschieden ist. Ich war also auf die Zuziehung der Literatur und einer von J. gefertigten Mikrophotographie angewiesen, die meinem Buch zur Zierde gereicht und wofür ich ihm dankbar bin.

Erscheint es aussichtslos, seine den meinigen widersprechenden Angaben zu entkräften? Es kommt mir nicht darauf an, meine Darstellung zu retten, sondern nur, das Richtige herauszufinden. Und mich gegen den Anwurf zu wehren, ich hätte „frei erfundenen Widersinn“ niedergeschrieben. Da bin ich allerdings genötigt, mich auf meine Quellen zu berufen, deren Autoren sich doch vielleicht mit J., u. a. auch in seinen zuvor genannten Spezialgebieten, messen können. Man vergleiche meine, von J. oben wörtlich abgedruckte, Darstellung mit derjenigen von R. Hertwig¹⁾:

„Nach der Reifung teilt sich der Geschlechtskern in einem jeden Konjuganten in zwei Kerne, einen oberflächlich gelegenen Wanderkern und einen in den inneren Schichten des Protoplasmas gelagerten stationären Kern. Die Wanderkerne werden ausgetauscht und verbinden sich mit den stationären Kernen des anderen Tieres, womit die Befruchtung vollzogen ist.“ — Bei Hesse und Doflein²⁾ findet sich folgende Beschreibung: „In interessanter Weise ist die Heterogamie bei den Wimperinfusorien abgeändert. Hier legen sich zwei Individuen aneinander und verbinden sich durch eine Plasmabrücke. Nach einer Reihe von vorbereitenden Vorgängen an den Kernen erfolgt in jedem der beiden Individuen eine Kernteilung; von den beiden Teilstücken des Kernes wandert von jeder Seite das eine in den anderen Paarling hinüber und verschmilzt mit dem dort verbliebenen Teilstück des eben geteilten Kernes. Man bezeichnet diese Art der Kopulation als Konjugation. Dieser Vorgang, der sich als gegenseitiger Austausch je einer Kernhälfte darstellt, kommt auf das gleiche hinaus, wie wenn jedes der beiden Individuen sich in einen großen Makro- und einen sehr kleinen Mikrogameten mit verschwindend wenig Protoplasma teilte, und dieser Mikrogamet mit dem anderen Makrogameten kopulierte. Das dürfte wohl auch der Ursprung des sonderbaren Vorgangs sein.“ — Claus-Grobbe³⁾ hält sich (siehe noch ein späteres Zitat) strenge an die originale Be-

¹⁾ Biol. Zentralbl. XXXII, 1912, S. 44.

²⁾ Tierbau und Tierleben I, S. 452.

³⁾ Lehrbuch der Zoologie, 7. Aufl. 1905, S. 245.

¹⁾ Diese Zeitschrift, Nr. 43 S. 1025, Fußnote.

schreibung von *R. Hertwig*¹⁾. — *V. Haecker*²⁾ sagt speziell von *Paramecium caudatum*, daß der vierte Mikronucleus-Abkömmling (Geschlechtskern *R. Hertwigs*, Ersatzkern *Hatscheks*) „sich abermals teilt und einen weiblichen Vorkern („stationären Kern“ *R. Hertwigs*) und einen männlichen Vorkern („Wanderkern“ *R. Hertwigs*) liefert. Ersterer verbleibt im Körper des betreffenden Paarlings, während der andere in den anderen Paarling wandert und mit dem weiblichen Vorkern desselben zum „Furchungskern“ verschmilzt.“ —

Diese Zitate dürften genügen: sie enthalten eine vollständige Erledigung sämtlicher Punkte, in die *J.* meine Darstellung zerfasert. Ich ließ nur die komplizierten Kernmetamorphosen weg, die dem Verschmelzungsprozeß vorausgehen und folgen, da sie für meine Aufgabe, den Anfängen der Geschlechtsdifferenzierung im Tierreich nachzugehen, nicht in Betracht kamen; ebenso wenig hatte ich Veranlassung, von denjenigen Kernanteilen zu sprechen, die gleich Nahrungspartikeln resorbiert werden. Nach nochmaliger, durch *J.* veranlaßter Prüfung kann ich nur finden, daß meine Absicht, das allein Wesentliche herauszuarbeiten, nämlich die Vorgänge an den Geschlechtskernen, mir dem belehrenden Zweck entsprechend gelungen ist. Stünde ich abermals vor derselben Aufgabe, ich könnte sie kaum anders lösen, kaum Nutzen ziehen aus dem sonstigen Vorteil der Kritik, die den Gegner auf Fehler aufmerksam macht, ohne daß diesem Dankespflicht erwächst.

Nehme ich trotzdem noch einmal die *J.*schen Einteilungspunkte vor, so ergeben sich darauf folgende Antworten:

1. Die Konjugation ist von der Kopulation dem Grade nach verschieden, weil sich die Konjuganten nur vorübergehend, die Kopulanten dauernd vereinigen. Siehe noch die späteren Zitate aus *Hatschek*, *Haecker* und *O. Hertwig*.

2. Daß die Konjugation aus der Kopulation hervorging, ist eine verbreitete Hypothese; ich habe sie weder erfunden, noch behauptet, daß sie sicher erwiesen sei, sogar ein einschränkendes Wort beigefügt. Siehe noch den Beginn des obigen Zitates aus *Hesse*.

3. Die Konjugation bei *Paramecium* erscheint als Heterogamie mit Rücksicht auf verschiedene Lagerung, Strahlung und Plasmabegleitung des stationären und Wanderkernes. Die Ansicht, daß es darauf ankommt und nicht auf gleiche Größe und Beschaffenheit der ganzen Zellindividuen, ist anscheinend verbreiteter. Der Wanderkern samt der ihn begleitenden geringen Plasmamenge entspricht dem Mikrogameten, der stationäre Kern mit dem ganzen übrigen Plasma dem Makrogameten. Siehe, außer wiederum bei *Hesse*, besonders das vorhin gegebene Zitat aus *Haecker*. In anderer Auffassung kann diese Konjugation anders als Isogamie gelten; es erschien unzumutbar, die für mein Thema bedeutungsarme Streitfrage aufzurollen.

4. Eine ganze Algenordnung führt nach ihrer häufigsten Fortpflanzungsart den Namen „Konjugaten“; quantitative Unterschiede zwischen den einzelnen Fällen, zu deren Aufzählung in meinem Buche nicht die geringste Veranlassung bestand, scheinen zahlreicher und feiner abgestuft zu sein als bei den Protozoen (einer der *Paramecium* ähnlichsten Fälle dürfte derjenige der Entomophthoracee *Basidiobolus* sein, vgl. *Fairchild*³⁾), weshalb von den Botanikern die Ausdrücke „Konjugation“ und „Kopulation“ oft synonym verwendet werden, so bei *Oltmanns*⁴⁾. Lehrreich hierfür ist auch ein Zitat aus *O. Hertwig*⁵⁾: „Während bei den Desmidiaceen Kopula-

tion isoliert lebender Zellen beobachtet wird lehren uns die *Zygnemaceen*, wie sich die Kopulationsprozesse auch bei Zellkolonien abspielen können, bei denen viele Einzelzellen zu langen Fäden in einer Reihe untereinander verbunden sind. Wenn in dem dichten Fadenfilz, mit welchem die Alge die Gewässer überzieht, zwei Fäden eine längere Strecke nahe beieinander liegen, kommt es zwischen benachbarten Zellen zu „Konjugationen“.

5. Nirgends sagte ich, daß Makro- und Mikronucleus nicht von Anfang an vorhanden sind; auch nicht, daß beide aus einem einzigen Kern entstehen, obwohl dies am Ende der Konjugation tatsächlich geschieht: „Nun verschmelzen die ausgetauschten Kerne mit den zurückgebliebenen weiblichen Kernen, um sich nach eingetretener Spindelbildung in zwei Kerne zu teilen, von denen der eine in den inzwischen voneinander getrennten Individuen nach Neubildung der Mundöffnung zum neuen Makronucleus, der andere zum neuen Mikronucleus wird“ (*Claus-Grobbe*, l. c. S. 245). — „Aus den Kernspindeln (Teilstücken des Ersatzkernes) entsteht sowohl der neue Großkern, als auch der neue Ersatzkern“ (*Hatschek*⁴⁾). Auf diesen von *Hatschek* Ersatzkern, von *R. Hertwig* Geschlechtskern genannten Zellbestandteil, den Mikronucleus der ruhenden Zelle, hatte ich allein Rücksicht zu nehmen; warum soll ich just denjenigen Kern gemeint haben, der in der Generationsfolge gar keine kontinuierliche Rolle spielt und namentlich für die Genese der Sexualitätstrennung von niemandem herangezogen werden würde? Daß ich solches Beiwerk, welches meine Beschreibung — zumal für Laien — nur unverständlich gemacht haben würde, wegließ, muß doch in *J.*s Sinne gelegen sein, dem das von mir beigebrachte Tatsachenmaterial ohnehin schon zu „geläuft“ vorkam.

6. Diesem Punkt ist nach dem Vorausgegangenen kaum etwas hinzuzufügen: er erledigt sich nach Aufklärung des unbegreiflichen Mißverständnisses, daß ich bei meiner Schilderung gerade den zerfallenden, ungeteilten Makronucleus mit dem alles beherrschenden Geschlechtskern verwechselt haben sollte.

7. Steht zu jeder klar verständlichen Darstellung jedes Autors in offenem Widerspruch. Man ersehe dies nochmals aus allen Zitaten oder schlage selbst beliebige, davon handelnde Schriften, ja die elementarsten Lehrbücher auf, deren Einsichtnahme *J.* mir so angelegentlich empfiehlt.

8. Hiervon gilt dasselbe wie von 7: manches am Konjugationsprozeß ist ja noch strittig und selbst zwischen den Protozoenforschern (vgl. nur beispielsweise die Antithesen von *Schaudinn* einerseits, *R. Hertwig*, *Enriques* und *Popoff* andererseits) ungeschlichtet; gerade aber die Kernverschmelzung wird in vollkommener Einhelligkeit geschildert.

9. bis 11. beantworten sich durch Einsicht in meine Erledigung von Punkt 6—8.

„Noch Eines“ im Nachtrag: man darf für Konjugation insofern auch Kopulation sagen, als letztere der übergeordnete Begriff, erstere der Spezialfall ist. Vgl. meine Antwort auf Punkt 4 sowie das obige Zitat aus *Hesse*, *O. Hertwig* und den botanischen Autoren. *Hatschek* l. c. S. 60, unterscheidet *dauernde* und *vorübergehende* Konjugation, *Haecker*, l. c. S. 204, *totale* und *partielle* Konjugation, wobei unter der dauernden und totalen die Kopulation, unter der vorübergehenden und partiellen die Konjugation s. str. verstanden wird. *O. Hertwig* also sagt gelegentlich Kopulation statt Konjugation, *Hatschek* und *Haecker* umgekehrt Konjugation für Kopulation. Mithin hätten auch diese Autoren didaktisch unrichtig, unkonsequent und nicht den Tatsachen entsprechend berichtet! —

¹⁾ Über die Konjugation der Infusorien, München 1889 (Zit. n. *Claus-Grobbe*, S. 240).

²⁾ Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre (Jena 1899), S. 140.

³⁾ Bonner Cytol. Studien 1897.

⁴⁾ Morphologie und Biologie der Algen I. Jena 1904.

⁵⁾ Allgemeine Biologie, 4. Aufl. (Jena 1912), S. 340.

¹⁾ Lehrbuch der Zoologie, S. 60, 61. Jena 1888.

Füglich dürfte ich mit *J.*s Schlußsatz schließen, wobei nur überall, wo er „*Dr. Kammerer*“ schreibt, „*Prof. Joseph*“ zu setzen wäre. Doch möchte ich noch einige Worte über meine Stellung zur deskriptiven Biologie äußern, da *J.* dabei bleibt, ich bezeuge dieser Forschungsrichtung Mißachtung. Gewiß gibt es solche Hitzköpfe, allein ich gehöre im vorliegenden Falle ausnahmsweise nicht dazu. In meinem Buch konnte wohl die schärfste Brille keine Silbe von Geringschätzung ausfindig machen; doch nun fühlt *J.* in sich die beschreibende Zoologie getroffen, da ich in meiner Replik sagte, man lerne bei uns (wie an allen höheren und niederen Schulen der Welt) auch Überflüssiges. Warum das ein Vorwurf für die deskriptive Methode sein soll, ist schwer einzusehen. Um Ähnlichem künftig vorzubeugen, erkläre ich hiermit ausdrücklich, daß ich die beschreibende Naturgeschichte als Voraussetzung der experimentellen für unbedingt notwendig, insbesondere auf unserem Gebiet gründliche Formenkenntnis für unentbehrlich halte. Ich selbst, heute allgemeiner und Experimentalbiolog, war ursprünglich Systematiker, Angehöriger einer beschreibenden Disziplin, und die meisten Fragestellungen meiner Arbeiten sowie die Wahl der zu ihrer Lösung geeigneten Objekte wären mir ohne solche morphologische Fundierung unmöglich gewesen.

Wien, den 18. November 1913.

Dr. Paul Kammerer.

Besprechungen.

Kayser, Emanuel, Lehrbuch der Geologie. II. Teil. Lehrbuch der geologischen Formationskunde. 5. Aufl. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. VIII, 852 S., 190 Fig. u. 97 Taf. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 24,60.

Zum fünften Male erscheint der zweite Teil von *E. Kayser*s Lehrbuch der Geologie, enthaltend die geologische Formationskunde, in neuer und erweiterter Auflage. Wenn man die Jahreszahlen der einzelnen Auflagen vergleicht, 1890, 1902, 1908, 1911, 1913, so ergibt sich schon hieraus deutlich die sich steigernde Anerkennung und Beliebtheit des trefflichen Werkes. Heute ist *Kaysers* Geologie das, man kann sagen, herrschende Lehrbuch in Deutschland, das verbreitetste, umfassendste und beste neuere Werk. Speziell ist der hier zu besprechende 2. Teil die einzige neuere Formationskunde größeren Umfangs, wenn wir von der freilich viel weiter ausholenden, aber wohl noch lange nicht völlig erschienenen *Lethaea geognostica* absehen. Auf 852 Seiten bringt *Kayser* übersichtlich die ganze Fülle der Ergebnisse, Anschauungen und Probleme der historischen Geologie, auf 97 Tafeln sind die wichtigsten Versteinerungen der verschiedenen Formationen dargestellt, 190 Textfiguren bringen weiterhin einzelne besonders wichtige Profile, Karten, Vorkommen und Fossilien zur Darstellung, die große Anzahl der vergleichenden Tabellen der Schichtfolgen und Einteilungen in verschiedenen Gegenden ist ganz besonders wertvoll und verdienstlich, eine Fülle von Anmerkungen verweist auf die für eingehenderes Studium wichtigsten Werke, endlich erhöht das 84 Seiten umfassende eingehende und genaue alphabetische Register den Wert und die Brauchbarkeit des Werkes außerordentlich.

Die Anordnung des Stoffes ist schon durch das Thema gegeben. Nach einer Einleitung (S. 1—15), welche allgemeine Vorbemerkungen, eine Übersicht über die Einteilung der Sedimentformationen sowie ein Kapitel über den Ursprung und frühesten Zustand der Erde enthält, folgt ein Abschnitt über die Azoische oder Archaische Gesteinsgruppe (Urgebirge) (S. 16—36), darauf die Eo- oder Archäozoische Formationsgruppe (S. 37—51), das Paläozoicum mit der kambrischen, silurischen, devonischen, karbonischen, permischen Formation (S. 52—334),

das Mesozoicum mit Trias, Jura, Kreide (S. 335—567), endlich das Neozoicum mit Tertiär und Quartär (S. 568—768).

Bei den einzelnen Formationen folgen sich meist die Abschnitte in der Ordnung, daß zuerst Allgemeines und Geschichtliches (erste Benennung und Gliederung), dann Verbreitung und Entwicklung der Formation kommt, wobei mit der klassischen Entwicklung oder bestgekannten Gegend begonnen und darauf die weiteren verschiedenen Gebiete mit ihren Einteilungen besprochen werden. Dabei sind naturgemäß deutsche Vorkommen besonders eingehend behandelt, doch auch ausländische entsprechend ihrer Wichtigkeit durchaus nicht vernachlässigt. Vergleichende Tabellen geben das Entsprechende der verschiedenen Ausbildungs- und Einteilungsarten an. Paläogeographische Fragen schließen sich an, sind aber mit einer gewissen Zurückhaltung behandelt. Darauf folgt ein Abschnitt über den paläontologischen Inhalt der betreffenden Formationen, jeweils in wünschenswerter Weise durch Tafeln und Abbildungen begleitet und veranschaulicht.

Diese Einteilung der Abschnitte ist jedoch bei den einzelnen Formationen nicht schematisch durchgehalten. Wo der Stoff es forderte und die genauere Kenntnis es ermöglichte, sind weitere Unterabteilungen eingeführt, so z. B. bei der Trias die kontinentale und die pelagische Ausbildung getrennt behandelt, beim Jura mitteleuropäischer, alpinen und russischer Jura, denen dann freilich die außereuropäischen Jurabildungen als nicht gleichartige Unterabteilung gegenüberstehen. Bei der Kreide ist gegenüber *E. Haugs* Dreiteilung an der bisherigen Zweiteilung in Unter- und Oberkreide festgehalten. Beim Tertiär wird auch im paläontologischen Abschnitte Alt- und Jungtertiär getrennt behandelt. Beim Quartär entspricht die eingehende Berücksichtigung der prähistorischen Menschenreste (Paläo- und Neolithicum umfassend) dem heutzutage allgemein herrschenden großen Interesse für diese Fragen; vier Tafeln und mehrere Textbilder mit Schädelresten, Werkzeugen und Zeichnungen des Urmenschen illustrieren den Text, und eine vergleichende geologisch-archäologische Gliederung des deutsch-alpinen Diluviums unternimmt die schwierige Parallelisierung der geologischen und der Kulturstufen, die freilich im einzelnen sich wohl durch noch weitere Nachweise erst zu bestätigen haben wird. —

Wie die Abfassung eines derartigen Lehrbuches eine die Kräfte eines einzelnen fast überschreitende Aufgabe ist, bei der ungeheuren Menge des darzustellenden Stoffes und der Vielseitigkeit der Fragen und Probleme, bei dem Umfang der Literatur und der Verantwortung, welche ein derartiges Werk mit sich bringt, so bedeutet auch die Fortführung eine nicht zu unterschätzende Leistung. Die ganze neu erscheinende Literatur muß kennen gelernt, jedes einzelne gewogen und erwogen werden, inwieweit es zu Änderungen im Einzelnen oder Ganzen Anlaß gibt, dabei darf über dem Einzelnen der große Plan und die Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit des Werkes nicht Schaden leiden. Diese Gefahr liegt auch darin, wenn einzelne Kapitel anderen überlassen werden, wie dies zum Teil schon jetzt bei *Kayser* der Fall ist. So lobens- und wünschenswert die Aufnahme auch der neuesten Ergebnisse ist, so birgt sie auch manchmal die Gefahr, später korrigieren zu müssen.

Indem so immer Neues hinzugefügt, immer wieder das Alte verbessert und erneuert wird, wächst der Umfang des Werkes von Auflage zu Auflage, und schon heute ist *Kaysers* Lehrbuch in einer Weise angeschwollen, daß es bald nach innerer und äußerer Fülle nicht mehr als Lehr-, sondern als Handbuch bezeichnet werden kann. Dem Anfänger in der Geologie wird ein solches Werk kaum leicht dienlich sein, ihn betäubt und verwirrt der reiche Inhalt bei aller Klarheit. Selbst für die Bedürfnisse des Stu-

diereuden, der sich nicht speziell mit Geologie oder Geographie zu befassen hat, dürfte es wohl zu umfangreich sein; um so wertvoller ist es allen denjenigen, die sich eingehender mit Geologie befassen, ein sicherer Wegweiser auch allen denen, die mit den Grundlagen vertraut, von benachbarten Gebieten kommend, sich gern über die eine oder andere Formation oder Frage näher informieren wollen.

Auch die neue Auflage zeigt sich nach bloß zwei Jahren der alten gegenüber wiederum bereichert und erweitert. Besonders der den Urmenschen betreffende Abschnitt ist fast völlig erneuert worden. Erweitert ist die Behandlung der postkarbonen Pflanzenwelt, deren Glieder nun auch in den Abbildungen sich würdig vertreten zeigen. Als weitere wertvolle Bereicherung ist die Tafel hervorzuheben, die uns einiges aus den wundervollen Funden *Walcotts* aus dem Kambrium von Nordamerika darstellt.

Alles in allem ist das Werk zweifellos das beste und empfehlenswerteste größere Lehrbuch der Geologie, das wir zurzeit in deutscher Sprache besitzen.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Beyschlag, F., P. Krusch und J. H. L. Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. II. Band, 2. Hälfte. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. XXVII u. S. 279—727 u. 109 Abbildungen. Preis M. 14,40.

Dammer, B., und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums. I. Band. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. XV, 501 S. u. 97 Abbild. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 16,40.

Das dreibändig gedachte Werk von *Beyschlag, Krusch, Vogt* beschäftigt sich mit denjenigen nutzbaren Mineralien und Gesteinen, die bei dem (als zweibändig beabsichtigten) Buche von *Dammer und Tietze* ausgeschlossen sind. Beide Werke ergänzen sich somit inhaltlich, was mit Rücksicht auf die Arbeitsstätte der Verfasser — sie gehören mit Ausnahme des norwegischen Landesanstalt in Berlin an — offenbar auf Absicht beruht. Abgesehen von dieser mehr äußerlichen Zusammengehörigkeit ist das Wesen der beiden Werke ziemlich verschieden, indem in der Lagerstättenkunde von *Beyschlag und Gen.* mehr auf allgemeine Gesichtspunkte Nachdruck gelegt wird, um den Charakter eines Lehrbuches zu wahren, während *Dammer und Tietze* sich vorwiegend auf technische Angaben (Vorkommen, Verwendung, chemische Untersuchungsmethoden, Bewertung und Produktionsstatistik) beschränken. Das letztere, aus Beiträgen von Sachkundigen (*Bärtling, Dammer, Krusch, Pufahl, Scheibe, Tietze*) bestehende Werk kann somit als ein Handbuch gelten, wie es auf diesem Gebiete bis jetzt wohl fehlte.

Der vorliegende Band von *Beyschlag und Gen.* behandelt den Schluß der gangförmig (d. h. als Spalten- oder Hohlraumausfüllung) vorkommenden Erze und die Erzlager, die als sedimentäre Bildungen angesprochen werden müssen. Im Anschluß an jede Ganggruppe ist das metasomatische Vorkommen des betreffenden Erzes besprochen. Man versteht in der Erzlagerstättenkunde unter *Metasomatose* die allmähliche Verdrängung von Bestandteilen eines Gesteins durch die Schwermetalle aus erzführenden zirkulierenden Lösungen.

Als sedimentäre Erzbildungen sind vor allem die Eisenerze wichtig, deren Verbreitung und Reichhaltigkeit durch die Arbeit des 11. internationalen Geologenkongresses (1910) eingehend festgestellt worden sind. Weiterhin kommen besonders die Manganerzlager, der Kupferschiefer und schließlich das Vorkommen von

Zinnstein, Gold und Platin in Seifen (geologisch junge, daher meist lockere Trümmerlagerstätten) in Betracht.

Der I. Band des Buches von *Dammer und Tietze* befaßt sich mit den Elementen (Diamant, Graphit, Schwefel), den Sulfiden, Oxyden, Halogeniden, Boraten, Nitraten und Karbonaten, während zum Schluß die Uran-, Thorium- und Radiumerzlagerstätten zusammenfassend behandelt werden.

Beide Werke sind mit einer Anzahl Figuren und Kartenskizzen ausgestattet. H. E. Bocke, Halle a. S.

Research in China. Published by the Carnegie Institution of Washington Volume Three, Washington 1913.

1. *Walcott, Charles D., The Cambrian Faunas of China;* p. 1—276, pl. 1—24 and 9 Text-Figures.
2. *Weller, Stuart, A Report on Ordovician Fossils collected in Eastern Asia in 1903—04;* p. 277 bis 295, pl. 25—26.
3. *Girty, George H., A Report on Upper Palaeozoic Fossils collected in China in 1903—04;* p. 296 bis 334, pl. 27—29.

Mit diesen drei Untersuchungen fast ausschließlich paläontologischen Inhalts bereichert der III. Band der „Research in China“ die bisherigen Kenntnisse über die Geologie Ostasiens nicht unbedeutend. Durch die vom Carnegie-Institut ausgerüstete Chinaexpedition, die Dr. *Baily Willis* und *Eliot Blackwelder* ausführten, gelangte nach 18 Jahren ein alter Wunsch von *Charles D. Walcott*, des namhaftesten Kenners des nordamerikanischen Kambriums, in Erfüllung. Seit *Freiherr v. Richthofen* zum ersten Male kambrische Versteinerungen in China nachgewiesen hatte, war *Walcott* überzeugt von der überaus großen Bedeutung, die einem genauen Vergleich zwischen den kambrischen Sedimenten des westlichen Nordamerika und dem älteren Paläozoicum Ostasiens beigemessen werden mußte. Die dazu unerläßlichen genauen stratigraphischen Untersuchungen und umfangreichen Fossilaufsammlungen hatten nun *Willis* und *Blackwelder* ausgeführt. Trotzdem verschob *Walcott* noch bis auf einige vorläufige Publikationen die Auswertung des Materials, bis er Prof. *Iddings*, der zur Untersuchung von Eruptivgesteinen Japan und China bereiste, dazu veranlassen konnte, sich auch nach der Mandschurei zu wenden, um in der Provinz Liautung kambrische Fossilien für das Smithsonian-Institut zu sammeln. *v. Richthofens* Ergebnisse hatten dort reiche Fundstellen bereits sehr wahrscheinlich gemacht. Das durch vorübergehende Aufsammlungen so zusammengebrachte Material ist reich genug, um mit Sicherheit vorauszusagen, daß die kambrische Tierwelt Chinas an Reichhaltigkeit denen von Amerika und Europa ebenbürtig zur Seite steht.

Nur die allerwichtigsten Resultate, die die Untersuchung dieser Aufsammlungen lieferte, seien hier gewürdigt.

Zunächst ergab sich die Entdeckung eines Teils der unterkambrischen Fauna und einer mitteltkambrischen von ganz außerordentlich weiter Entfaltung. Diese letztere zeigt durchaus denselben allgemeinen Charakter, wie die im Cordillereengebiet des westlichen Nordamerika. Auch die aufgefundenen oberkambrische Fauna ist der im Cordillereengebiet und im Bereich des oberen Mississippi in den Vereinigten Staaten vergleichbar.

Aus der Übereinstimmung der oberen Zone des unteren Kambriums in China mit den aus der Salt Range in Indien stammenden Faunen, ergab sich die Möglichkeit einer genauen Altersbestimmung der indischen Horizonte, die man früher bald für oberkambrisch, bald für noch jünger angesprochen hatte.

Eine weitere wichtige Entdeckung war die des Vorkommens einer Fauna im mittleren Kambrium Chinas, die recht enge Beziehungen zu der gleichaltrigen Fauna

von Mont Stephen in Britisch Columbia und weiterhin zu der von Idaho, Utah und Nevada aufweist.

Durch die Bestimmung des Alters der Man-t'o-Schiefer gelang es auch, die Zeit genauer zu bestimmen, in der das kambrische Meer Ost- und Südostasien überflutete. Dabei zeigte es sich, daß es etwas später erfolgte als die Transgression im Gebiet der Becken von Lena und Jenissei im heutigen Sibirien.

Eine sehr erwähnenswerte Bereicherung unserer Kenntnis von der Tierwelt des Kambriums bedeutet die Auffindung eines einwandfreien Cephalopoden in einer nachweislich oberkambrischen Fauna. Dieser immerhin überraschende Befund wird durch eine Spezies des Genus *Cyrtoceras* belegt.

Ein historischer Überblick der Kenntnis des älteren Paläozoicums in Ostasien, ein über 100 Spezies umfassendes Verzeichnis solcher Formen, die seit ihrer Aufstellung eine Umnennung erfahren mußten, und ein alphabetisches Literaturverzeichnis vermitteln das Rüstzeug zur Beschäftigung mit dem Gegenstand der Untersuchung. Ein Verzeichnis der Fundorte mit den an jedem einzelnen vorkommenden Genera und Spezies wird dagegen besonders für künftige Untersuchungen über die geographische Verteilung der verschiedenartigen Unterfaunen in Frage kommen.

An der Basis des gesamten Sinischen Systems, dessen tiefere Teile das Kambrium bildet, liegt eine bedeutsame Diskordanz, wie sie überall in den bekannten Ablagerungsgebieten kambrischer Sedimente vorzuliegen scheint. Offenbar stellte der asiatische Kontinent vor der Transgression ein niedriges Festland von sehr unbedeutenden Niveauunterschieden dar, von mächtigen Tonen und Sanden bedeckt, die durch Verwitterung entstanden, in epikontinentalen, nichtmarinen Depressionen abgesetzt wurden.

Die wichtigsten Bestandteile der beschriebenen kambrischen Fauna sind Brachiopoden (13 Genera und 36 Spezies), Gastropoden (5 G. und 11 Sp.), Pteropoden (2 G. und 11 Sp.) und Trilobiten mit 35 Gattungen und 175 Arten.

Dementsprechend nehmen die Trilobiten auch 18 von den 24 technisch sehr vollkommenen Fossiltafeln ein. Einige Genera sind ausschließlich aus China bekannt geworden: *Stephanocore*, *Teinistion*, *Blackwelderia*, *Damesella* und *Drepanura*. Alle anderen Gattungen sind auch im westlichen Nordamerika und in Westeuropa vertreten. Die auffälligsten in Amerika und Europa vorhandenen Formen, die in China gänzlich fehlen, sind aus dem atlantischen Typus: *Paradoxides*, und aus dem pacifischen: *Olenoides*, *Dicelloccephalus* und *Neolenus*.

Will man auf Grund der Haupthorizonte des Kambriums in Asien versuchen, faunistische Provinzen aufzustellen, so würden in Frage kommen:

1. Die Schantung-Provinz einschließlich der Mandschurei und Schansi als Unterprovinz;
2. die Punjab-Provinz mit dem Gebiet von Yünnan, und
3. die sibirische Provinz.

Gegenüber der umfangreichen Bearbeitung des chinesischen Kambriums durch *Walcott* besitzen die kleineren Arbeiten über ordovicische Fossilien von *Weller* und über jungpaläozoische von *Girty* weniger allgemeine Bedeutung, schon aus dem Grunde, weil sie genötigt sind, sich auf ein viel unvollständigeres, zum Teil sehr lückenhaftes Material zu stützen.

Ein Teil des ordovicischen (untersilurischen) Materials stammt aus der Provinz Schantung. Die wenig zureichende Erhaltung genügt gerade zur einwandfreien Feststellung des Alters. Reichere und bessere Aufsammlungen entstammen der Provinz Ssi-ch'uan. Die Analyse dieser Fauna ergibt, daß es sich

um eine Mischung baltischer und nordamerikanischer Formen aus den Vaginatenkalken und den Mohawkschichten handelt.

Das von *Girty* bearbeitete jungpaläozoische Versteinerungsmaterial entstammt einer Reihe verschiedener Lokalitäten in Schantung, Schansi und Ost-Ssi-ch'uan. Die meisten Formen sind oberkarbonischen Alters, einige sind älter und nur sehr wenige wohl permisch.

J. Weigelt, Halle a. S.

Schlee, P., Zur Morphologie des Berner Jura. (Sonderabdruck aus den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg. Bd. XXVII.) Hamburg, L. Friederichsen & Co., 1913. 42 S. u. 23 Abbild. Preis M. 3,—.

Absicht des Verfassers ist es, weniger neue Beobachtungen zu liefern oder Theorien aufzustellen, als vielmehr durch eine sorgfältig und methodisch zusammengebrachte Folge von photographischen Aufnahmen das klassische Gebiet eines Faltengebirges, den Schweizer Faltenjura, Geographen und Geologen so anschaulich zu machen, wie es ohne Selbstschau möglich ist. Der Zweck ist also ein vorwiegend didaktischer. So zieht es der Verfasser auch vor, statt aus dem weiten Bereiche des ganzen Gebirgszuges einzelne typische Beispiele zusammenzusuchen, nur ein einzelnes, aber auserlesenes kleines Gebiet um so gründlicher darzustellen.

Dies geschieht in außerordentlich hübscher Weise, indem eine Wanderung quer durch den Berner Jura von Süd nach Nord, von Grenchen über Court und Montiers bis ins Delsberger Becken, über die Faltenberge und durch die Täler und Klusen in einer Reihe photographischer Aufnahmen wiedergegeben wird. Diese sind so aneinander gefügt, daß jeweils der zurückzulegende Weg und die Punkte für die nächsten Aufnahmen auf den vorhergehenden Bildern zu sehen sind und also die Bilderfolge nie ihren Zusammenhang verliert. Auf dem beigegebenen Ausschnitt der Dufourkarte sind die Standorte und die Richtung der Aufnahmen mit den entsprechenden Zahlen vermerkt, so daß das Ganze im Verein mit der Karte und den Erläuterungen des Textes in der Tat ein recht instruktives Mittel zur Veranschaulichung der betreffenden Gegend und ihres natürlichen Formenschatzes bietet. Die Aufnahmen sind durchweg gut gewählt und geglückt. Auch als Lichtbilder käuflich (Optisches Institut von A. Krüß, Hamburg), stellen sie ein hervorragendes Demonstrationmaterial dar und das Ganze wird fast unverändert auch als Lichtbildervortrag sich ausgezeichnet lehr- und genüßreich gestalten lassen.

Ein anschließender zweiter Teil behandelt im Zusammenhang eine Anzahl der bereits schon vorher berührten Fragen und gibt dem Verfasser Gelegenheit, seine Stellung zu einer Anzahl schwebender Streitpunkte zu präzisieren, ohne doch prinzipiell Neues zu bringen. Eine besonders eingehende Besprechung erfährt das interessanteste dieser Probleme, das der Klusenbildung. Der Verfasser stellt sich auf den Standpunkt einer tektonischen Bedingtheit derselben, wie sie zuerst von *De la Noë* und *de Margerie* ausgesprochen worden ist. Die Klusen wären demnach weder antezedent und in ihrer Lage völlig unabhängig vom Faltenbau des Gebietes, noch auch andererseits erst nachträglich durch rückschreitende Erosion gebildet — eine Möglichkeit, die der Verfasser höchstens für einzelne Ausnahmefälle zuzugeben geneigt ist —, sondern sie sind in ihrer Lage durch die ursprünglich tiefsten Stellen der eben entstehenden Faltenrücken bedingt worden und haben diese bei fortwährender Faltung sich einschneidend festgehal-

ten. Ihre Lage ist also an ursprüngliche quervergerichtete Depressionen geknüpft. Eine Anzahl von Längsprofilen durch verschiedene Ketten beweist in der Tat die fast regelmäßige Verknüpfung der Klusenbildung mit den tektonisch tiefsten Punkten der Faltenrücken.

Innerhalb des gesteckten Rahmens bildet das vorliegende Werkchen mit seinem ausgezeichneten Bildermaterial und dem verständlichen Deutsch einen sehr erfreulichen Gegensatz zu dem schlecht illustrierten Kauderwelsch mancher anderen, „deduktiven“, Morphologien neueren Datums.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Astronomische Mitteilungen.

Photometrische Beobachtungen des Tierkreislichtes teilt in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4693 B. Fessenkoff von der Pariser Sternwarte mit. Die Helligkeitsmessungen des Zodiakallichtes, dessen Natur bekanntlich immer noch nicht ganz aufgeklärt ist, sind an einem neuen Astrophotometer der Pariser Sternwarte, das speziell für Helligkeitsmessungen an Flächen bestimmt ist, ausgeführt. B. Fessenkoff gibt seine Messungen in den *Astr. Nachr.* an und hat zugleich ihre Ergebnisse mit den verschiedenen Theorien über die Natur des Tierkreislichtes verglichen. Er kommt zu dem Resultat, daß die vorliegenden Messungen einzig und allein mit der Annahme zusammenstimmen, daß das Tierkreislicht eine Wolke kosmischen Staubes darstellt, die die Sonne umgibt und von ihr beleuchtet wird.

Über das System der Milchstraße liegen neue und sehr wichtige Untersuchungen von E. Hertzsprung (Potsdam) auf Grund spektroskopischer Messungen der Radialgeschwindigkeiten bestimmter veränderlicher Sterne (vom δ -Cephei-Typus) vor, die in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4692 zur Mitteilung gelangen. Es folgt daraus als wichtigste Tatsache, daß das Milchstraßensystem sehr flach sein muß.

Eine rasche Helligkeitsabnahme des periodischen Kometen Westphal, die viel stärker in Wirklichkeit ist, als nach der Bahnberechnung zu erwarten war, ist von K. Graff auf der Hamburg-Bergedorfer Sternwarte und außerdem von v. Buttlar nach den Mitteilungen in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4691 konstatiert worden. Bereits Ende Oktober war der Westphalsche Komet schwächer als von der 12½. Größenklasse und konnte kaum noch wie ein ganz verwaschener Nebelfleck erkannt werden.

Über die Protuberanzen oder Wasserstofferuptionen in der Chromosphäre der Sonne liegt eine umfassende Untersuchung von dem italienischen Astronomen A. Ricco vor, die eigene, über dreißigjährige Messungsreihen jener Erscheinung umfaßt. Die wichtigsten Schlußfolgerungen, die Ricco daraus zieht, sind die folgenden: Die Epochen der Maxima und Minima der Protuberanzen fallen mit der Periode der Sonnenflecken zusammen. Die mittlere Höhe der Protuberanzen ist am größten zur Zeit der Fleckenmaxima. Entsprechend dem Periodenverlauf bei den Flecken ist auch bei den Protuberanzen die Zwischenzeit vom Minimum zum Maximum kleiner als die entsprechende Zeit zwischen Maximum und Minimum. Alle näheren Einzelheiten sind in den *Memoiren der italienischen spektroskopischen Gesellschaft* Bd. 2, 147 mitgeteilt.

Probleme der modernen Astronomie lautete der Titel eines aufsehenerregenden und eindrucksvollen Vortrags, den Prof. v. Seeliger (München) auf der letzten Naturforscherversammlung (Wien 1913) hielt. Das 11. Heft

der Zeitschrift *Sirius* gibt einen Auszug dieses Vortrages, und an dieser Stelle sei auf die wichtigsten Gedanken desselben kurz hingewiesen.

Aus der Astrometrie und speziell der Erforschung von Planetenoberflächen mittels des Fernrohrs wird der mit Recht als aufgebauscht bezeichneten Marsfrage gedacht. Mit einer gewissen Beschämung nur, sagt der berühmte Münchener Astronom, blickt man auf den „Marsrummel“ zurück, der wohl abzuklingen scheint, aber noch nicht ganz überwunden ist. Es handelt sich hierbei in erster Linie um die scheinbar geradlinigen Marskanäle, die zu Phantasiegebilden, von überintelligenten Bewohnern jenes Planeten ausgeführt, gestaltet wurden. Und doch zeigt das größte Fernrohr der Erde auf der nordamerikanischen Mount-Wilson-Sternwarte, wie auch schon früher an dieser Stelle vom Unterzeichneten hervorgehoben wurde, keine gradlinigen Kanäle mehr, sondern vielmehr seiner größeren optischen Auflösungskraft entsprechend nur einzelne Flecken von ungefähr strichartigem Verlaufe.

In der modernen Astrophysik handelt es sich im wesentlichen um zwei Probleme, nämlich um die Erforschung der Zusammensetzung der Sterne durch Spektralbeobachtungen und um die Ermittlung von Bewegungen der Sterne, besonders in der Gesichtslinie, aus Verschiebungen der Spektrallinien nach dem bekannten Dopplerschen Prinzip. Die Bestimmung der Geschwindigkeit und Richtung einer Fixsternbewegung mit Bezug auf den irdischen Beobachter stellt ein jetzt gelöstes, noch vor wenigen Jahrzehnten für einen unerfüllbaren Traum gehaltenes Problem dar und hat zur Auffindung von bestimmten Sternströmen im Universum geführt. Aus den Untersuchungen über die physische und chemische Beschaffenheit der Weltkörper entwickelte sich in der neueren Zeit die Überzeugung, daß im wesentlichen alle Gestirne aus den gleichen Stoffen wie Sonne und Erde bestehen. Nur der verschiedene Zustand jener Stoffe, entsprechend einer verschiedenen Temperatur, bedingt die Unterschiede zwischen den einzelnen Weltkörpern, und so bildet die Temperatur das natürlichste Einteilungsprinzip für die verschiedenen Sterntypen. — Im Anschluß an diese Betrachtungen kommt Seeliger schließlich zur Sonne, auch ein Fixstern, wenn man sie aus fernen Welten betrachtet. Die Temperatur der Sonne an ihrer Oberfläche beträgt etwas über 6000 Grad C., aber die Sonne muß, wenn auch unmerklich, langsam an Leuchtkraft verlieren. Schließlich kann man sich im Weltall überhaupt einen Endzustand völliger Ausgeglichenheit denken, wo alle Geschwindigkeiten und Temperaturunterschiede verschwunden sind und das Universum in eisiger Ruhe erstarrt liegt. Der Gedanke, sagt Seeliger, daß nicht nur der einzelne Mensch, sondern auch die ganze Gattung, und alles, was auf der Erde lebt, der Vernichtung verfallen ist, wirkt auch auf den, der dem eigenen Leben keinen ungebührlich hohen Wert beimißt, tief erschütternd. Solche Gedanken kann die Wissenschaft nicht verschrecken, denn sie weist nach gleichen Zielen, nur verschiedene Möglichkeiten offen lassend. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die Wärmestrahlung der Sonne, die alles Leben auf der Erde nährt, allmählich aufhören wird, und daß schließlich die Lebensbedingungen für höher organisierte Wesen verloren gehen werden.

Das Ende des Menschengeschlechts wird also langsam, aber unaufhaltsam herannahen, vielleicht aber auch in Form einer plötzlichen Vernichtung. Wer möchte leugnen, so schließt Prof. Seeliger seine hierin vielleicht allzu pessimistischen Betrachtungen, daß das Verhängnis in einer Staubwolke verborgen liegen kann, die nach unwandelbaren mechanischen Gesetzen sich uns nähert, um die Erde und das ganze Planetensystem und

alles, was hier gelebt und gedacht hat, in verzehrender Flamme zu vernichten? Wer will behaupten, daß nicht etwa das Aufleuchten eines neuen Sterns die in wenigen Augenblicken sich vollziehende Vernichtung geistiger Werte ankündigt, Werte, die unvergleich höher sind als alles, was die kleine Erde jemals hervorbringen konnte?

Über die praktische Ausnutzung der Sonnenenergie sind neuerdings wichtige und beachtenswerte Mitteilungen von astronomisch-technischer Seite in der *Norddeutschen Allgemeinen Zeitung* (1913, Nr. 183) erschienen, an die im folgenden kurz angeknüpft sei. Gerade da, wo man am besten die Sonnenenergie ausnutzen kann, in den tropischen Regionen der Erde, spielen industrielle Unternehmungen bisher nur eine untergeordnete Rolle. Da, wo der stärkste Kohlenverbrauch stattfindet und die Industriezentren zusammengedrängt liegen, ist die praktische Verwertung der Sonnenenergie meteorologisch durch eine nur unregelmäßige Sonnenscheindauer und astronomisch durch das mit dem tieferen Sonnenstande zusammenhängende schräge Einfallen der Sonnenstrahlen erheblich ungünstiger. Man kann ausrechnen, daß in den Tropen 1 qkm etwa 1800 Wärmeinheiten in der Stunde von der Sonne empfängt, was einer Verbrennung von 1000 t Kohlen in derselben Zeit entsprechen würde. Nimmt man ein Gebiet von 10 000 qkm, etwa so groß wie das Großherzogtum Mecklenburg-Schwerin, in tropischen Breiten an, so würde dort jährlich, wenn die Sonne täglich nur sechs Stunden unausgesetzt dort scheint, eine Energiemenge erzeugt werden, die der Verbrennung von 20 000 Millionen Tonnen Kohlen gleichkäme oder gleich dem Zwanzigfachen der gesamten jährlichen Kohlenproduktion der Erde. Rechnet man schließlich die Energiemenge von der Sonne für das Gebiet der Wüste Sahara (rund 6 000 000 qkm) aus, so könnte man dort jährlich von der Sonne die ungeheure Energiemenge von 13 Billionen Tonnen Kohlen empfangen. Es wären also tatsächlich für die praktische Verwertung der Sonnenenergie zum Ersatz der allmählich abnehmenden Kohlenvorräte der Erde zwei Aufgaben zu lösen. Einmal müßten die Sonnenstrahlen z. B. in der Sahara-wüste als irgendeine Energieform aufgespeichert werden durch bestimmte physikalische oder chemische Prozesse und zweitens müßte eine Einrichtung gefunden werden, um aus den tropischen Erdregionen mit stärkster Sonnenwirkung die daselbst aufgespeicherte Energie nach den für die Industrie maßgebenden Ländern der gemäßigten Zone hinüber zu schaffen.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Die Frage, ob die **Bewegungen der Protozoen**, deren vielverschlungene Bahnen keinerlei Regelmäßigkeiten erkennen lassen, wirklich im strengen Sinne als *ungeordnet* anzusehen sind, sucht *Przibram* (*Pflügers Arch.* Bd. 153, S. 401—405, 1913) durch Anwendung der Einstein-Smoluchowskischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung zu entscheiden. Nach dieser Theorie ist das mittlere Quadrat der Verschiebung, die ein Teilchen in gleichen Zeitintervallen in irgendeiner Richtung erfährt, diesem Zeitintervall proportional. Diese Beziehung ergibt sich lediglich aus der „Unordnung“ der Bewegung. Die Zahlenangaben zeigen nun in der Tat, daß für die Bewegung der untersuchten Formen (*Paramecium*, *Colpidium*, *Trachelomonas*) diese zahlenmäßige Beziehung sehr nahe Gültigkeit hat. Daß es sich hierbei aber nur um eine formale Analogie handelt, er-

gibt sich einerseits aus der absoluten Größe der beobachteten Verschiebungen, die von ganz anderer Größenordnung sind, als es die Brownschen Bewegungen für Teilchen von der Größe der Protozoen sein würden, und andererseits daraus, daß die Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit mit der Temperatur nicht proportional der absoluten Temperatur ist, wie bei der Molekularbewegung, sondern den Temperaturkoeffizienten zeigt, der für die Beschleunigung chemischer Reaktionen charakteristisch ist. Die Geschwindigkeit wächst bei einer Erhöhung von 15° auf 25° um das 2,04fache, während der Steigerung der absoluten Temperatur nur eine Zunahme von 3 % anstatt 104 % entsprechen würde. P.

Die **ebbaren indischen Schwalbennester** bestehen aus dem erhärteten Sekret der Speicheldrüsen der „Salangane“ (*Collocalia*), einer zu den Mauerseglern gehörigen Form. Die Grundsubstanz der Nester stellt eine Eiweißverbindung, ein Glykoprotein dar, unterscheidet sich aber von den bekannten Verbindungen dieser Körpergruppe, den Mucinen, speziell von den Produkten der Speicheldrüsen der Säugetiere, in vielen Punkten. *Zeller* (*Zeitschr. f. physiol. Chemie* Bd. 86, 1913, p. 85—106) hat versucht, vor allem die Konstitution des Kohlenhydratkomplexes dieser Eiweißverbindung aufzuklären. Es ergab sich, daß aus ihr zwei reduzierende Substanzen durch Säurehydrolyse abgespalten werden können, deren jede etwa 10 % des Glykoproteids ausmacht. Für die erste dieser Substanzen, die bei längerem Kochen mit Säure zerstört wird, ist es fraglich, ob sie zu den Kohlehydraten gehört, die zweite, gegen Kochen mit Säure (4 % Schwefelsäure) widerstandsfähige, ist ein Kohlehydrat, dessen Natur aber nicht aufgeklärt werden konnte. Jedenfalls handelt es sich nicht um Glukosamin, wie man vermuten könnte. Weitere Untersuchungen über diese Körper wären erwünscht. P.

Die **zeitlichen Beziehungen zwischen Speichelabsonderung und Sauerstoffverbrauch in der Speicheldrüse**. Die Tätigkeit der Speicheldrüse ist, wie seit langem bekannt, mit einer beträchtlichen Steigerung des Sauerstoffverbrauches in der Drüse verbunden. *Barcroft* und *Piper* (*Journal of Physiology* Bd. 44, 1912, p. 359—373) haben nun untersucht, wann die Steigerung dieses Verbrauches ihr Maximum erreicht, und wann er wieder bis zu der ursprünglichen Höhe abgesunken ist. Dabei hat sich die bemerkenswerte Tatsache ergeben, daß das Maximum des Sauerstoffverbrauches wesentlich *später* erreicht wird als das der Speichelabsonderung, zu einer Zeit, wenn der Speichelfluß schon fast aufgehört hat, und daß erst etwa zwei Minuten (bei langdauernder Reizung noch länger) nach dem völligen Versiegen der Speichelabsonderung der Sauerstoffverbrauch wieder seinen normalen Wert erreicht. Der Leistungszuwachs, den der Stoffwechsel der Drüse erfährt, wenn sie 1 ccm Speichel absondert, beträgt nach diesen Versuchen 0,85 mg Sauerstoff oder, in Wärmemaß ausgedrückt: 2,72 cal. Leider ist der Gehalt des Speichels an organischen Substanzen in diesen Versuchen nicht bestimmt, sonst könnte man eine Zahl berechnen, die dem Nutzeffekt des Muskels entsprechen und angeben würde, welche Energiemenge aufgewendet werden muß, um eine bestimmte Menge organischer Sekretstoffe zur Absonderung zu bringen. P.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Die Höttinger Breccie“ S. 1125 muß es Zeile 8 von oben heißen Isartal statt Inntal.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 50.

12. Dezember 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Vom Institut International de Physique Solvay.
Von *Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Warburg, Charlottenburg.* S. 1217.

Der Schlicksche Schiffskreisel und der Schlicksche Massenausgleich der Kolbenmaschine in ihrer praktischen Anwendung. Von *Dr. O. Martienssen, Kiel.* S. 1217.

Pansymbiose. Von *Privatdozent Dr. Paul Kammerer, Wien.* S. 1222.

Die ätherischen Öle. Von *Prof. Dr. L. Lewin, Berlin.* S. 1226.

Über das latente photographische Bild und seine Theorie. Von *Dr. Willy Bachmann, Göttingen.* S. 1227.

Die Chemie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.
Von *Prof. Dr. R. Kremann, Graz.* (Schluß) S. 1229.

Die Synthese von Depsiden, Flechtenstoffen und Gerbstoffen. S. 1231.

Neue deutsche Literatur aus dem Gebiete der Luftschiffahrt. Von *Privatdozent Dr. P. Ludwig, Freiberg i Sa.* S. 1234.

Zuschriften an die Herausgeber:

Über die Absorption der Schwerkraft. Von *Prof. Dr. C. Isenkrahe, Trier.* S. 1237.

Originalkopien von Planzteilen. Von *Prof. Dr. J. Moeller, Wien.* S. 1238.

Präformation und Epigenese. Von *Dr. H. Hauri, Davos.* S. 1238.

Besprechungen. S. 1239.

Kleine Mitteilungen. S. 1247.

Dr. E. Zerneckes Leitfaden für Aquarium & Terrarienfremde

4. Auflage, besorgt von E. Heller und P. Ulmer.

464 Seiten mit 200 Abbildungen. Gebunden M. 7.—

Daß bei der großen Verbreitung der Aquarien- und Terrarienliebhaberei der Mangel eines praktischen und auf der Höhe der Zeit stehenden Handbuches längst fühlbar war, bewies die begeisterte Aufnahme und zugleich die große Verbreitung, welche die früheren Auflagen von Dr. Zerneckes Leitfaden gefunden haben. Das Buch zeichnet sich vor allen anderen ähnlichen Werken dadurch aus, daß es in knapper und übersichtlicher Form alles das bringt, was jedem Besitzer eines Süß- oder Seewasseraquariums und eines Terrariums zu wissen nötig ist, um ihn vor Verlusten zu bewahren, indem es in allen Fragen zweckmäßigste und tatsächlich erprobte Anweisungen gibt. Wissenschaftlich botanische oder zoologische Details sind

so weit vermieden worden, als es für das Verständnis einer Erscheinung nicht dringend nötig war. Die praktische Seite für die Behandlung der einzelnen Abschnitte ist in erster Linie maßgebend gewesen. Die Darstellungsweise ist im besten Sinne populär. Sie ist getragen von reiner Begeisterung für den Gegenstand. Der Freude an der Natur soll der Leitfaden dienen, er soll alle die, welche Beruf und andere Verhältnisse aus Haus fesseln, anleiten, sich im engen und beschränkten Heim ein Stücklein der unbegrenzten Natur zu schaffen, einen Ausschnitt aus ihr, der im kleinen Rahmen das Werden und Vergehen, den Kampf und die Liebe zeigt. Die vorliegende Auflage berücksichtigt die letzten Beobachtungen der Gegenwart.

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 1/2 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von CURT KABITZSCH
Kgl. Universitäts-Verlagsbuchhändler, Würzburg.

Soeben erschien

Fruchtabtreibung und Präventivverkehr

im Zusammenhang mit dem Geburtenrückgang.

Eine medizinische, juristische u. sozialpolitische Betrachtung.

Von **Dr. Max Hirsch**

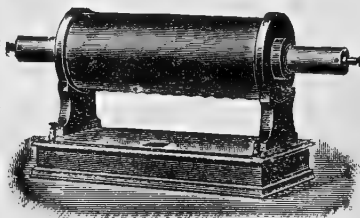
Frauenarzt in Berlin

1913. gr. 8^o VIII und 250 Seiten. Preis M. 6.—.

Inhalts-Verzeichnis: Die Fruchtabtreibung und Ihre Motive. — Der Geburtenrückgang. — Mittel im Kampfe gegen Fruchtabtreibung und Geburtenrückgang. — Verbot der antikonzeptionellen Mittel. — Schwangerschaftsverbot u. Schwangerschaftsverhütung als therapeutische Mittel. — Der therapeutische Abortus. — Die eugenische Indikation in Geburtshilfe und Gynäkologie. — Die schmerzlose Geburt. — Der Kampf gegen die Gefahren des Wochenbettes. — Besserung der Gebärfähigkeit. — Wirtschaftliche Entlastung und soziale Reform. — Das Sinken des Frauenüberschusses.

Induktorien mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser als alle anderen für physikalische Arbeiten, gehen mit jedem Unterbrecher, sind durchschlagssicher, zu beziehen durch alle Lehrmittelhandlungen, andernfalls direkt bei untenstehender Firma, die reich illust.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Trauerspiele in der Tierwelt

und viele andere

hochinteressante Bilderserien

aus der Natur- und Erdkunde, der Kunst, Technik und fast allen anderen Wissenschaften enthält unser

Laternbilderverlag

Ausgearbeitete Vorträge.

Verzeichnis mit Kauf- u. Leihpreisen gratis

Projektionsapparate

mit allem Zubehör für wissenschaftliche Versuche in allen Ausführungen.

Kataloge kostenlos.

UNGER & HOFFMANN A.-G.
DRESDEN A. 34

Spezialfabrik von Projektionsapparaten und Zubehör.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Typhus und Krankenpflegepersonal

Vortrag, gehalten vor der Ärztekammer der Prov. Hessen-Nassau am 10. November 1913

von

Professor Dr. Max Neisser

Direktor des Städtischen Hygienischen Instituts zu Frankfurt a. M.

Preis M. —. 80

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Herdersche Verlagshandlung, Freiburg i. B.: Seite IV — Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite II — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite I — Julius Springer, Berlin: Seite II u. IV — Verlag der Umschau, Frankfurt a. M.: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuß & Co., Basel, Seite II — Unger & Hoffmann A.-G., Dresden: Seite II.

Vom Institut International de Physique Solvay.

Im 9. Heft dieser Zeitschrift ist unter dem 28. Februar d. J. über die Gründung des Institut International Solvay berichtet worden. Seitdem hat das Institut finanzielle Unterstützungen zu wissenschaftlichen Zwecken im Betrage von 58 100 Frs. verteilt, ferner im Oktober d. J. einen wissenschaftlichen Kongreß nach Brüssel zusammenberufen, ähnlich demjenigen, welcher im Jahre 1911 zur Gründung des Instituts führte. An dem diesjährigen Kongreß nahmen teil Frau Curie sowie die Herren Barlow, Bragg, Brillouin, de Broglie, Einstein, Goldschmidt, Gouy, Grüneisen, Hasenöhrl, Jeans, Knudsen, Langevin, v. Laue, Lindemann, Lorentz, Nernst, Rubens, Rutherford, K. Onnes, Pope, Sommerfeld, Sir J. J. Thomson, Verschaffelt, Voigt, Warburg, Weiß, W. Wien und Wood. Ein großer Teil der verfügbaren Zeit (27. bis 31. Oktober) wurde den Interferenzerscheinungen der Röntgenstrahlen gewidmet, dieser wichtigen Entdeckung des Herrn v. Laue, welche von dem Herrn W. H. Bragg und dessen Sohn W. L. Bragg in so erfolgreicher Weise weitergeführt worden ist. Die früheren Versuche über diesen Gegenstand hatten zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt, weil die mechanisch anzufertigenden Gitter viel zu grobe Strukturen gegenüber den äußerst kurzwelligen Röntgenstrahlen darstellten. Erst die von der Natur in den Kristallen gelieferten Gitterstrukturen molekularer Dimensionen führten hier zum Ziel. Umgekehrt erweist sich das Studium dieser Interferenzen mit Röntgenstrahlen, deren Wellenlänge man schon bestimmt hat, als ein äußerst wertvolles Hilfsmittel zur Untersuchung des Baues und der Anordnung der Kristallmoleküle; so war es ein sehr glückliches Zusammentreffen, daß ein Physiker und ein Kristallograph, nämlich der ältere Herr Bragg und sein Sohn, sich zu gemeinsamer Arbeit auf diesem Gebiete vereinigten. Die englischen Kristallographen sind eifrig bemüht, sich dieses neue Hilfsmittel zunutze zu machen, und in diesem Sinne folgte auf die Vorträge der Herren v. Laue und Bragg ein Vortrag des Herrn Pope über seine in Gemeinschaft mit Herrn Barlow ausgeführte Untersuchung betreffend die Beziehungen zwischen Kristallstruktur und chemischer Konstitution.

Programmäßig sprachen ferner Herr Brillouin über die Struktur der Kristalle, Herr J. J. Thomson über die Struktur des Atoms, Herr Grüneisen über die Molekulartheorie der festen Körper und Herr Voigt über Pyroelektrizität. Im Hintergrund der Vorträge und der lebhaften an sie angeschlossenen Diskussionen stand fortwährend die Frage nach dem inneren Bau der Atome, ein Problem, vor welchem die Physiker der alten Schule zurückgeschreckt waren. Seitdem man aber

weiß, daß auf den elektrischen Konvektionsstrahlen Partikel sich fortbewegen, welche die Atome durchdringen und dabei Veränderungen ihrer Bewegungen erleiden können, ist dieses Problem der experimentellen Forschung zugänglich gemacht und in den Vordergrund des Interesses gerückt worden.

Der Nutzen der Zusammenkünfte der geschilderten Art liegt nicht nur in der Abwicklung des Programms, sondern zum großen Teil in dem zwanglosen persönlichen Gedankenaustausch unter den Teilnehmern. Dazu war reichlich Gelegenheit gegeben, indem die auswärtigen Kongreßmitglieder in demselben Hotel wohnten und außerdem, Einladungen der Herren Solvay und Goldschmidt folgend, zu gemeinschaftlichem Mahle sich vereinigten. Nach dem von Herrn Goldschmidt dargebotenen Frühstück besichtigte man die großartige von Herrn Goldschmidt errichtete Anlage zur drahtlosen Telegraphie nach dem Kongo.

Der Kongreß ging auch in diesem Jahre, ebenso wie im Jahre 1911, auseinander in dem Gefühl, daß sein Zweck erreicht sei, und daß dieses Ergebnis nicht am wenigsten der umsichtigen und sympathischen Leitung des Herrn H. A. Lorentz zuzuschreiben sei.

Die Kongreßverhandlungen werden demnächst im Druck erscheinen, und zwar in den drei Sprachen, in welchen sie geführt wurden: deutsch, englisch und französisch.

E. Warburg, Charlottenburg.

Der Schlicksche Schiffskreisel und der Schlicksche Massenausgleich der Kolbenmaschine in ihrer praktischen Anwendung.

Von Dr. O. Martienssen, Kiel.

Am 10. April 1913 verstarb in Hamburg Herr Konsul Otto Schlick im 73. Lebensjahr nach einem äußerst schöpferischen Leben. Derselbe hatte sich unter Fachgenossen bereits in den achtziger Jahren einen Namen erworben, vor allem durch Herausgabe eines vielseitig anerkannten Lehrbuches über „Eisenschiffbau“, in welchem alle Fragen des modernen Schiffbaus klar und eingehend behandelt sind. Populär wurde sein Name indessen erst in den letzten 15 Jahren durch seine hochinteressanten Versuche, die Schlingerbewegung der Schiffe durch eine besondere Kreiselanordnung zu mildern. Es dürfte daher nicht unangebracht sein, in dem jetzigen Zeitpunkte über diese und verwandte Arbeiten des Herrn Schlick im Zusammenhange zu berichten.

Die scheinbare Stabilität der Achse eines schnell rotierenden Körpers hatten schon 1874 die Herren Bessemer und Sir Eduard Reed auf die Idee gebracht, durch festen Einbau eines Kreisels im Schiffskörper die Stabilität desselben zu

verbessern. Diese Herren hatten dabei übersehen, daß eben die Stabilität nur eine scheinbare ist und in dieser Weise lediglich eine kleine Änderung der Schlingerperiode, aber nicht des Schlingerwinkels erzielt werden kann. Schon nach dem Gesetze von der Erhaltung der Energie ist ohne weiteres einzusehen, daß derartige Einrichtungen wirkungslos bleiben müssen. Denn da die Schlingerbewegung des Schiffes eine gewisse teils potentielle, teils kinetische Energie darstellt, kann sie nur durch Einrichtungen verringert werden, die diese Energie fortschaffen, also z. B. in Wärme umwandeln. Es ist geradezu auffallend, daß dieselben unrichtigen Ideen, die schon vor 40 Jahren zu unnützen und kostspieligen Versuchen Veranlassung gaben, heute wieder fortgesetzt auftauchen bei der Aufgabe der Stabilisierung der Luftfahrzeuge, Ideen und Pläne, die wahrscheinlich vermieden wären, hätten die Physiker von Anfang an nicht das Wort „scheinbare Stabilität“ der Kreiselachse geprägt, sondern einwandfreier von der Trägheit der Kreiselachse gesprochen.

Um die Konstruktion zu verstehen, die *Schlick* zur Dämpfung der Schlingerbewegungen vorschlug,

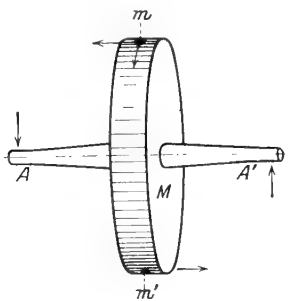


Fig. 1.

müssen wir uns zunächst über die spezifischen Eigenschaften eines schnell rotierenden Körpers Klarheit verschaffen.

Dreht sich eine Scheibe (*M*) (Fig. 1) schnell um eine Achse *AA'*, und suche ich die Kreiselachse in der Papierebene zu drehen, indem ich in Richtung der Pfeile auf die Achsenden drücke, so wirkt dieser Druck wegen der starren Verbindung von Achse und Scheibe auf alle Massenteilchen der Scheibe oberhalb der Achse nach links beschleunigend, auf alle Teile unterhalb der Achse nach rechts beschleunigend. Ein Massenteilchen *m* z. B., das sich gerade am höchsten Punkte der Scheibe befindet und bei der Rotation zunächst aus der Papierebene heraus vor die Papierebene rückt, wird während einer Viertelscheibendrehung nach links beschleunigt, hat also am Ende dieser Beschleunigungszeit die größte Geschwindigkeit nach links angenommen und befindet sich dann an seinem höchsten Punkte über der Papierebene. Bei der weiteren Drehung der Scheibe gerät es unter die Achse und wird jetzt nach rechts beschleunigt, und seine nach links gerichtete Geschwindigkeitskomponente nimmt wieder ab. Hat es den tiefsten Punkt *m'* erreicht und ist wieder in der Papierebene angelangt, so hat die Beschleunigung ebenso-

lange nach rechts, als vorher nach links gewirkt, und die seitliche Geschwindigkeit ist wieder zu Null geworden. Es nimmt demnach unser Massenteilchen, während es sich vor der Papierebene befindet, durch den Druck auf die Achse eine erst zunehmende und dann wieder abnehmende Geschwindigkeit nach links hinüber an und ganz analog, während es hinter der Papierebene liegt, eine zu- und abnehmende Geschwindigkeit nach rechts hinüber. Dieselben Geschwindigkeitskomponenten haben an denselben Punkten auch alle anderen Massenteilchen der Scheibe, da sie sich ja durch nichts von dem einen herausgegriffenen Teilchen unterscheiden, und so wird klar, daß sich der jeweils vor der Papierebene liegende Teil der Scheibe nach links, der hinter der Papierebene liegende nach rechts bewegt. Das bedeutet aber ein Rücken des Achsendes *A* hinter die Papierebene und des Achsendes *A'* vor die Papierebene, oder mit anderen Worten, eine Drehung der Kreiselachse senkrecht zur Drehrichtung des auf die Achse ausgeübten Druckes.

Ferner wird klar, daß die Winkelabweichung, welche die ursprüngliche Bewegungsrichtung der Massenteilchen erleidet, gegeben ist durch das Verhältnis der peripherischen Geschwindigkeit der Rotation und der seitlichen durch den Druck veranlaßten Geschwindigkeit. Ist erstere sehr groß, so muß auch letztere bereits einen größeren Betrag angenommen haben, wenn die Winkelabweichung, also die Verdrehung des Kreisels merkbare Werte annehmen soll.

Es erreicht aber die Seitengeschwindigkeit erst dann einen größeren Betrag, wenn der Druck eine längere Zeit über gewirkt hat. Daraus folgt, daß eine Ablenkung der Kreiselachse aus der ursprünglichen Richtung bei großer Rotationsgeschwindigkeit nur durch lang anhaltenden Druck erzielt werden kann. Deswegen ist aber die Kreiselachse durchaus nicht stabil; denn der kleinste Druck kann sie beliebig weit ablenken, wenn er nur genügend lange wirkt. Es verhält sich vielmehr ein Kreisel wie ein sehr träger Körper, d. h. er besitzt ein scheinbares, sehr großes Trägheitsmoment, das sich leicht nach den Regeln der Mechanik berechnen läßt.

Diese beiden spezifischen Eigenschaften des Kreisels sind es, die *Schlick* zur Dämpfung der Schlingerbewegungen des Schiffes ausnutzt.

Sein Apparat besteht aus einem Kreisel mit vertikaler Achse, der mittels Dampf oder durch Elektromotor angetrieben wird. Gelagert ist der Kreisel in einem Rahmen, der seinerseits um eine Horizontale, querschiff liegende Achse drehbar ist. Der Schwerpunkt des Rahmens nebst Kreisel liegt unterhalb der Rahmenachse, so daß die Kreiselachse bei nicht rotierendem Kreisel eine stabile senkrechte Stellung hat.

Sucht nun eine Woge das Schiff seitlich überzulegen, so wird durch Vermittlung der Schiffsverbände und des Rahmens ein Drehmoment auf den Kreisel ausgeübt, das bei Rotation desselben nicht eine Neigung der Kreiselachse querschiffs mit dem Schiffe zusammen, sondern eine Neigung in der

Längsschiffsebene bewirkt, eine Neigung, an welcher der Rahmen, aber nicht das Schiff teilnimmt, da ersterer in dieser Richtung drehbar ist.

Diese Neigung geht wegen des scheinbaren großen Trägheitsmomentes trotz des großen Wasserdruckes nur langsam vor sich, und ist der Kreisel von hinreichender Größe, so erreicht sie bei stärkstem Wellendruck nicht mehr als etwa 45°.

Mit dieser Einrichtung allein wäre nun noch nichts gewonnen, denn die Rückschwingung der Kreiselachse mit dem Rahmen würde die ganze aufgenommene Energie wieder an das Schiff abgeben, und dieses umgekehrt zu einer Schlingerbewegung veranlassen. Um dies zu verhindern, brachte *Schlick* an dem Rahmen eine Band- oder Glyzerinbremse an, welche die Rahmenschläge bremst. Diese Anbringung ist zulässig, ohne große Stampfbewegung des Schiffes zu veranlassen, wenn die Größe des Kreisels so gewählt wird, daß das Trägheitsmoment des Schiffes gegen Stampfen wegen seiner

dem „*Seebär*“, 1904 erprobt. Dieses hatte eine Länge von 35,35 m, eine Breite von 3,6 m, ein Displacement von 57 Tonnen und eine metazentrische Höhe von 0,5 m. Die Schwungscheibe des Apparates wog 502 kg, also etwa ein Prozent des Schiffsgewichtes, hatte 1 m Durchmesser und erhielt durch eine Dampfturbine 1600 Umdrehungen pro Minute. Eine Flüssigkeitsbremse diente zum Bremsen des Kreiseldrehens. Die Wirkung des Apparates bestand darin, daß die Schlingerperiode des Bootes bei rotierendem Kreisel und günstigster angezogener Bremse von 4,1 auf 6 Sek. erhöht und der Schlingerwinkel auf reichlich ein Drittel seines normalen Betrages herabgedrückt wurde. Dies gute Resultat ließ allgemein eine baldige Einführung des Schlickschen Kreisellapparates in Handels- und Kriegsmarine erwarten.

Dasselbe gute Resultat wurde auf dem „*Lochiel*“ erzielt, einem kleinen Küstendampfer von ca.

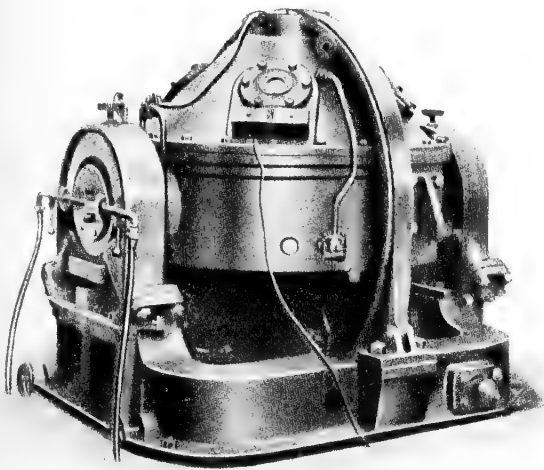


Fig. 2.

Länge wesentlich größer ist als das scheinbare Trägheitsmoment des Kreisels, dieses aber wieder größer als das Trägheitsmoment des Schiffes gegen Schlingerbewegungen. Sie würde dagegen unzulässig sein bei einem Fahrzeuge, das in Längs- und Querrichtung gleich beweglich ist, wie z. B. bei einem Flugzeuge, da die Bremse bewirken würde, daß das Fahrzeug die Neigungen des Kreiseldrehens mitmacht.

Diese Bremse ist nun im eigentlichen Sinne das Organ, das die Schiffsbewegungen dämpft und folglich das Schiff gewissermaßen stabilisiert. Denn die Energie, welche durch die Bremse in Wärme verwandelt und durch Kühlwasser fortgeschafft wird, muß durch die Schlingerbewegung des Schiffes geliefert werden; diese Bewegung erscheint dadurch stark gedämpft und vermindert, indem ihr fortgesetzt Energie entzogen wird.

Der Schlicksche Kreiselapparat wurde zuerst in einem älteren Torpedoboot der kaiserlichen Marine,

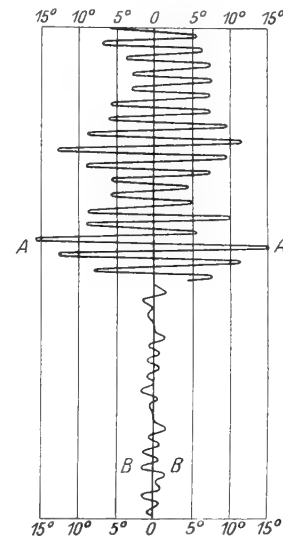


Fig. 3.

45 m Länge und 7 m Breite, welcher dem Verkehr zwischen Glasgow und den schottischen Häfen dient und von der Inhaberin der englischen Schlick-Patente, der Firma *Swan, Hunter and Wigham Richardson, Ltd.* in Newcastle erbaut ist. Fig. 2 zeigt den kompletten Kreiselapparat fertig zur Montage an Bord. Das evakuierte Kreiselgehäuse dient hier gleichzeitig als drehbarer Rahmen, dessen Schwingungen durch die auf dem Bilde erkennbare Bandbremse gedämpft werden. Fig. 3 gibt ein Diagramm über die Schlingerbewegungen bei stehendem und rotierendem Kreisel bei gleichem Seegang, und man erkennt die sehr große Wirkung auf die Schiffsbewegung. Auch der kürzlich (1911) auf den Hamburger Staatswerften erbaute Peildampfer „*Schaarhorn*“ mit einem Displacement von 352 Tonnen wurde mit Erfolg mit einem Schlickschen Apparat ausgerüstet; denn bei nicht zu hohem Seegang gingen nach Anstellung des Kreisels die Schlingerauslässe von 10° auf etwa 3° hinunter.

Weniger gute Erfolge zeigte der Apparat auf dem merklich größeren Dampfer „*Silvana*“, der den Seebäderdienst von Hamburg aus versieht und 1908 erprobt wurde; nur bei langer seitlicher Dünung und mittlerer Windstärke ergab sich eine merkliche Besserung der Schlingerbewegung. Der Mißerfolg dürfte in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß die Tourenzahl des Kreisels aus Sicherheitsrücksichten wesentlich geringer gewählt wurde, als der Rechnung zugrunde lag, sodann aber auch wohl darin, daß es nicht sofort gelang, die Bremse in der günstigsten Stärke wirken zu lassen. Auch ist zu beachten, daß der Apparat nur fähig ist, periodische Schlingerbewegungen zu dämpfen und die Art des Seeganges stets darauf von Einfluß bleibt, wieweit im einzelnen Falle die Schlingerbewegung gemildert wird.

Wenn nach diesen Versuchen auf der „*Silvana*“ die Schiffskonstrukteure davon abgesehen haben, bei dem Bau größerer Schiffe Kreiselapparate Schlickscher Konstruktion vorzusehen, so sind hierfür in erster Linie praktische Gründe maßgebend. Zunächst ist man der Ansicht, daß so große, schnell rotierende Massen — der Kreisel der „*Silvana*“ wog bereits 5000 kg — eine gewisse Gefahr für das Schiff sind. Denn sollte sich der Kreisel einmal durch Verletzung eines Lagers losreißen, so würde er sehr leicht den Schiffskörper erheblich verletzen und eine Katastrophe veranlassen, eine Gefahr, die bei der geringen praktischen Erfahrung in der Lagerkonstruktion derartig schnellrotierender Massen nicht von der Hand zu weisen ist. Sodann sind die Drucke ganz enorme, welche Kreisel- und Rahmenlager auszuhalten haben; richtet sich doch sozusagen das Schiff an dem Kreisel auf, drückt also mit seiner ganzen Masse auf das Lager. Hierdurch werden die Lager sehr groß und der ganze Apparat unverhältnismäßig schwer, auch bietet die Verbindung des Apparates mit den Schiffswänden Schwierigkeiten. Alle diese Momente machen den in den Grundzügen einfachen Schlickschen Apparat recht teuer. Trotzdem würden wahrscheinlich die Versuche mit demselben fortgesetzt worden sein, wenn nicht inzwischen Herr Direktor *Frahm* eine gleich wirksame, ungefährlichere und billigere Methode zur Dämpfung der Schlingerbewegung angegeben hätte, nämlich die der sogenannten *Schlingertanks*, die sich gerade bei den großen und größten Schiffen der Handels- und Kriegsmarine gut einführt.

Wenn hiernach gerade die Konstruktion des Herrn *Schlick*, durch die sein Name am meisten bekannt wurde, am wenigsten Eingang in die Praxis gefunden hat, so bleiben seine diesbezüglichen Arbeiten doch von hohem Werte für alle diejenigen, die sich mit ähnlichen Problemen beschäftigen. Auf jeden Fall haben sie dazu beigetragen, Ingenieure und Laien auf die Wichtigkeit der Kreiselwirkungen hinzuweisen.

Vollen technischen Erfolg erzielte *Schlick* dagegen mit seinen Vorschlägen zum *Massenausgleich der Kolbenmaschinen* auf großen Dampfern. Als man Ende der 80 er Jahre im vorigen Jahrhundert in Deutschland und England den Bau von Schnell-

dampfern aufnahm, zeigte sich, daß diese großen Schiffe durch Bewegungen ihrer starken Maschinen derartig in Vibration gerieten, daß eine Fahrt auf ihnen trotz des großen Luxus der Einrichtungen fast zu einer Tortur für die Passagiere wurde. Diese Vibration zu vermeiden, gelang *Schlick* in befriedigender Weise durch den sogenannten „Massenausgleich der Maschinen“. Um diesen zu verstehen, müssen wir zunächst den Begriff des „Massendruckes“ oder besser gesagt des „Beschleunigungsdruckes“ erläutern.

Jedermann bekannt ist der Rückstoß eines Gewehres oder Geschützes beim Abfeuern. Dieser ist dadurch veranlaßt, daß die Verbrennungsgase des Pulvers gleichmäßig auf die Wände des Verbrennungsraumes drücken; da indessen ein Teil der Wand durch das Geschöß gebildet wird, und dieses dem Drucke nachgibt, indem es aus dem Rohre fliegt, so überträgt das Geschöß den Druck gegen seine Bodenfläche nicht auf das Geschütz, und der Gasdruck auf das Geschütz ist in Richtung des ab-

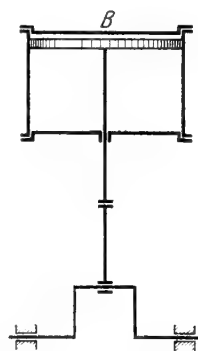


Fig. 4.

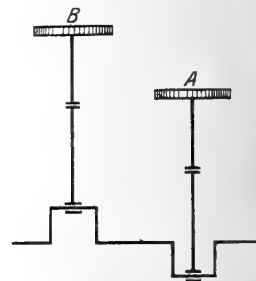


Fig. 5.

fliegenden Geschosses vermindert. Die Gesetze der Mechanik lehren, daß diese Druckverminderung gegeben ist durch das Produkt der Masse und der Beschleunigung des Geschosses. Hieraus ergibt sich, daß das Geschütz in der der Rohrmündung gegenüberliegenden Seite einen Überdruck derselben Größe bekommt, welcher dem Geschütz eine rückwärtige Beschleunigung erteilt, die im Verhältnis der Geschöß- zur Geschützmasse kleiner ist als die Geschößbeschleunigung.

Betrachten wir nunmehr die Bewegung des Kolbens einer Dampfmaschine mit vertikal stehendem Zylinder (Fig. 4), welcher an einer Kurbelwelle angreift. Läuft die Kurbelwelle mit konstanter Geschwindigkeit um, so macht der Kolben eine auf- und abwärtsgehende Bewegung, hat demnach eine veränderliche Vertikalgeschwindigkeit und eine bald positive, bald negative Vertikalbeschleunigung. Daraus folgt, daß der Boden des Zylinders *B* und folglich auch der mit ihm festverbundene Schiffskörper einen periodisch wechselnden Überdruck in vertikaler Richtung erleidet. Unter normalen Verhältnissen wird indessen das Schiff durch diese periodischen Drucke nur minimale, nicht fühlbare Vertikalschwingungen machen, da die Masse des Kolbens mit Pleuelstange, Kreuz-

kopf usw. nur sehr klein ist, gegenüber der Masse des Schiffes, und sich ja die Beschleunigungen wie diese Massen verhalten. Nun kann man aber, wie allgemein bekannt, mit einem geringen sich periodisch wiederholenden Druck eine große periodische Bewegung erzielen, wenn der bewegte Körper zufällig gerade besonders fähig ist, mit der Periode des Druckes zu schwingen. Man nennt ein solches Zusammentreffen der „Eigenperiode“ mit der Druckperiode „Resonanz“.

Solche gefährlichen Eigenperioden ergeben sich im Schiffbau durch die elastische Deformierbarkeit

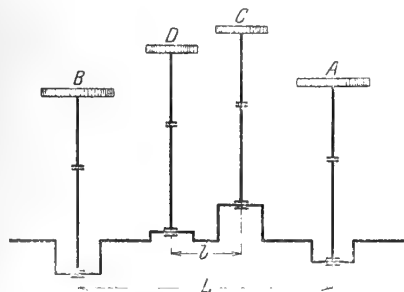


Fig. 6.

des Schiffsrumpfes, indem dieser ebenso wie ein Stab oder eine gespannte Seite eine bevorzugte Eigenschwingung besitzt, deren Periode von der Stärke der Verbände und der Größe des Schiffes abhängt. Bei den Schnelldampfern fielen Eigenschwingung und Dampfmaschinenperiode gerade zusammen und die Schiffe gerieten durch die Beschleunigungsdrücke der Maschinenkolben in lebhafteste Vibrationen. Da die Eigenperiode des Schiffes mit der Länge zunimmt, die Schiffsmaschinen aber variable Geschwindigkeit haben, je nach der gewünschten Fahrtgeschwindigkeit, so folgt, daß die Gefahr der Resonanz bei großen Schiffen immer vorliegt, wenn man nicht zu langsam laufenden und somit unrentablen Dampfmaschinen übergehen wollte.

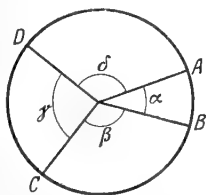


Fig. 7.

Es liegt nun nahe, die störende Wirkung der Kolbenbewegung dadurch zu vermindern, daß man Zweizylindermaschinen benutzt und die Kurbeln der beiden Kolben um 180° gegeneinander versetzt (Fig. 5). Erleidet dann in einem bestimmten Momente der Kolben A eine abwärtsgerichtete Beschleunigung, so erfährt im selben Momente der Kolben B eine gleiche aufwärtsgerichtete Beschleunigung und die beiden Beschleunigungsdrücke heben sich in vertikaler Richtung auf. Da indessen die Zylinder einen gewissen durch ihre

Größe gegebenen Abstand a haben müssen, verbleibt dann noch durch die beiden gleichen und entgegengesetzt gerichteten Beschleunigungsdrücke ein Drehmoment mit dem Hebelarme a übrig, welches das Schiff in Drehschwingungen versetzen kann, wenn für diese Schwingungen Resonanz vorhanden ist.

Das Verdienst Schlicks liegt nun darin, rechnerisch und experimentell nachgewiesen zu haben, daß sich bei einer Vierzylindermaschine sowohl die Vertikaldrücke selbst, als auch ihre Drehmomente vermeiden lassen, wenn die Kurbeln der vier Zylinder um ganz bestimmte Winkel gegeneinander versetzt werden. Wählt man (Fig. 6) die Massen der Kolben A und B einander gleich, und analog die der Kolben C und D und sind $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ (Fig. 7) die Winkel, um welche die Kurbeln A, B, C, D gegeneinander versetzt sind, so findet Schlick bei Annahme unendlich langer Pleuelstangen folgende drei Bedingungen für einen vollständigen „Massenausgleich“:

1. der Winkel β zwischen den Kurbeln B und C muß gleich dem Winkel δ zwischen den Kurbeln A und D sein;
2. für die Winkel α resp. γ zwischen den Kurbelstellungen A und B resp. C und D müssen die Relationen eingehalten werden

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{l}{m_a} \sqrt{\frac{m_c^2 - m_a^2}{L^2 - l^2}},$$

$$\sin \frac{\gamma}{2} = \frac{L}{m_c} \sqrt{\frac{m_c^2 - m_a^2}{L^2 - l^2}},$$

3. die Massen und die Entfernungen der Zylinder voneinander müssen so gewählt werden, daß

$$1 < \frac{m_c}{m_a} < \frac{L}{l}$$

bleibt; hier bedeuten L und l die gezeichneten Kolbenabstände und m_a, m_c die Massen der Kolben inkl. Pleuelstange, Kreuzkopf usw.

Für eine endliche Länge der Pleuelstangen erhielt Schlick ein wenig modifizierte Bedingungen, allerdings mit dem Unterschiede, daß die Drehmomente nur in großer Annäherung, die Vertikaldrücke dagegen genau durch den „Massenausgleich“ verhindert werden. Das Resultat seiner Arbeiten faßte Schlick in dem Patente 80 974 vom 10. 11. 1893 mit dem Titel „Mehrzylindrige Kraftmaschine mit durch die Betriebsteile infolge der Zylinder- und Kurbelanordnungen tunlichst ausgeglichenen Massenwirkungen“ zusammen, dessen Ausführungsrechte er der Stettiner Maschinenbau A.-G. „Vulkan“ übertrug. Eine Nichtigkeitsklage der Firma F. Schichau gegen dieses Patent veranlaßte einen weitgehenden Gedankenaustausch der bedeutendsten Fachgenossen, deren Gutachten zur Klärung aller einschlägigen Fragen führte. Das Patent wurde durch Reichsgerichtsbeschluß vom 7. Mai 1896 auf Schiffsmaschinen beschränkt, sonst aber als rechtsgültig in allen Teilen erklärt.

Wie weit der von *Schlick* angegebene „Massenausgleich der Schiffsmaschine“ in der Technik Eingang gefunden hat, und von welcher Bedeutung er für den Großschiffsbau geworden ist, erhellt am besten daraus, daß bis zum Jahre 1902 in Deutschland 68 große Ozeandampfer mit zusammen 424 005 PS, in England 173 Ozeandampfer mit zusammen 1 478 310 PS nach dem Patente des Herrn *Schlick* gebaut wurden resp. im Bau waren. Erst durch die Einführung der Dampfturbine als Antriebsmaschine der Schiffe, welche keine Beschleunigungsdrücke veranlaßt, hat die Schlicksche Erfindung in den allerletzten Jahren an praktischer Bedeutung verloren.

In enger Verbindung mit diesen Arbeiten *Schlicks* zur Vermeidung der Beschleunigungsdrücke der Schiffsmaschinen steht seine Konstruktion des „Pallographen“ (Fig. 8), eines Instrumentes, das von der Firma *H. Maihak A.-G. Hamburg* nach den Schlickschen Angaben hergestellt wird.

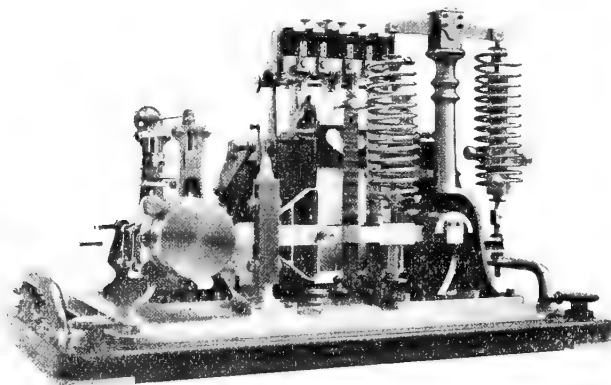


Fig. 8

Der Pallograph ist ein Spezialapparat zum Messen und Registrieren der Schiffsvibrationen. Er besitzt zwei besondere Einrichtungen zum Messen der vertikalen und der horizontalen Schwingungskomponente. Seine Wirkungsweise beruht auf der Tatsache, daß eine möglichst schwere, federnd aufgehängte Masse fast vollständig in Ruhe bleibt, selbst wenn das Federende periodisch auf und ab bewegt wird, sobald nur die Schwingungsdauer dieser Bewegung wesentlich kürzer ist als die Eigenperiode des Systems, welches sich aus aufgehängter Masse und Elastizität der Feder ergibt. Ist daher der Aufhängepunkt *A* (Fig. 9) im Apparat fest und dieser selbst mit dem Schiffskörper fest verschraubt, so wird der Punkt *A* die Schiffsvibrationen mitmachen, das angehängte Gewicht *G* aber nicht, und demnach relativ zu dem übrigen Apparat Bewegungen ausführen, welche gleich der Vertikalvibration des Schiffes sind. Um die Schwingungsdauer des Gewichtes ohne Benutzung allzulanger Federn, die den Apparat unhandlich machen würden, möglichst zu erhöhen, ist eine sinnreiche Hebelanordnung vorgesehen, durch welche das rückführende Moment der Feder wesentlich kleiner wird, als sonst der Federverlängerung entsprechen würde.

Zur Messung der wagerechten Schwingungen dient ein starres Pendel A_1G_1 (Fig. 10), bei welchem in ganz analoger Weise das Gewicht G_1 schnelle horizontale Verschiebungen des Aufhängepunktes A_1 nicht mitmachen kann, wenn die Schwingungsdauer des Pendels genügend groß ist. Eine besondere Pendelkombination läßt auch hier eine lange Schwingungsdauer ohne große Pendellänge erreichen.

Die Bewegungen, welche in dieser Weise die Gewichte G und G_1 relativ zu dem übrigen Apparat ausführen, werden sodann durch Hebel übertragen, ähnlich wie bei einem Barographen vergrößert und auf zwei Papierstreifen fortlaufend aufgezeichnet, die durch Uhrwerke gleichmäßig vorrücken.

Erst mit Hilfe eines derartigen Pallographen ist es *Schlick* gelungen, den Nachweis zu führen, daß Schiffsmaschinen, die einen „Massenausgleich“ gemäß seiner Patente besitzen, keine Schiffsvibrationen veranlassen, daß aber noch andere Ursachen zur Erzeugung von Vibrationen vorhanden sein

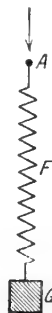


Fig. 9.



Fig. 10.

können. So wies *Schlick* aus den pallographischen Aufzeichnungen auf der Probefahrt des Schnelldampfers „Deutschland“ der Hamburg-Amerika Linie, Juni 1900, einwandfrei nach, daß die damals beobachteten Vibrationen dieses Schiffes nur durch eine geringe Ungleichheit der Propellerflügel veranlaßt sein konnten. Derartige Vibrationen treten um so schärfer auf, je schneller die Propeller umlaufen, und es dürfte der Pallograph auch in der Zukunft ein notwendiges Instrument bleiben, um bei den modernen Turbinenschiffen mit deren schnell laufenden Propellern Ungleichheiten der Flügel zu erkennen und abzustellen.

Pansymbiose.

Von Privatdozent Dr. Paul Kammerer, Wien.

Wer je als Vorstand oder Assistent eines Forschungsinstituts Gelegenheit hatte, Jünger der Wissenschaft zu methodischem Arbeiten anzuleiten, wird verstehen, was ich meine, wenn ich vom „Problem-Verderben“ spreche. Ein Student bekommt sein Thema zugewiesen und fängt an, es zu bearbeiten; gelangte auch wohl schon zu etlichen

mageren Resultaten, die er veröffentlicht; wird aber dann durch „äußere Umstände“ an Weiterverfolgung gehindert, die Arbeit bleibt liegen. Sie bleibt Rudiment, „vorläufige Mitteilung“, — niemand will mehr von ihr wissen, jeder verschmäht es, die fremde Idee, das nicht mehr originale Thema, wovon bereits „der Rahm abgeschöpft“, aufzugreifen. Gründliche, großzügige Problemlösung ist dann oft auf lange Jahre hinaus lahmgelegt.

Solche „Verderbnis“ war in hohem Grade Schicksal eines der fruchtbarsten und erhabensten Probleme: der Pansymbiose oder *allgemeinen Entwicklungshilfe*. Von mehreren Seiten unabhängig erfaßt, ist seine Bearbeitung immer wieder in Provisorien stecken geblieben; hauptsächlich scheint der eine, grundlegende Bearbeitungsversuch daran Schuld zu tragen, der jedenfalls bislang der populärste ist: Fürst Kropotkins „Gegenseitige Hilfe in der Tier- und Menschenwelt“. So oft ich wenigstens daran ging, meiner eigenen, einleitenden Abhandlung¹⁾ ausführliche Sichtung des einschlägigen Tatsachenmaterials folgen zu lassen, benahm mir der Einwurf: „Das ist ja eine alte Geschichte; die hat schon der Schwärmer Kropotkin erledigt!“ — jede Lust.

Nun enthalten gerade Kropotkins Arbeiten, trotzdem ihre Titel es in vollstem Umfange erwarten lassen, verhältnismäßig geringfügige Teilgebiete des Gesamtproblems; sie behandeln dessen soziologische, anthropologische, welthistorische Seite, aber schon beim Heranziehen tierökologischer Analoga versagen sie: beschränken sich auf wenige Spezialfälle, wie das Leben der staatenbildenden Insekten, gemeinsame Raubzüge von Wölfen, Fischfänge von Wassergeflügel mit verteilten Rollen u. ähnl. Von systematischem Nachweis der *Universalität* des Hilfeprinzips ist keine Rede; und das Pflanzenreich, sowohl Beziehungen der Gewächse untereinander als zu den Tieren, bleiben vollkommen unberücksichtigt. Kropotkin war eben kein Biologe; ich bin sicherlich der letzte, der aus bürokratischer Engherzigkeit die Berechtigung des „Unberufenen“, weil nicht zur Zunft gehörigen, schmälern will: wenn er mitreden will, bedarf es gewiß nicht beruflicher Zuständigkeit, wohl aber des durch das Werk selbst erbrachten Nachweises vollkommener wissenschaftlicher Fähigkeit, — und die lassen Kropotkins im übrigen höchst verdienstvolle Schriften auf naturhistorischer Basis durchaus vermissen.

Doch auch Kropotkin war keineswegs der erste, der den Gedanken des allgegenwärtigen Mutualismus erfaßte; auch hier gilt der Satz, alles sei schon dagewesen, bis in früheste Epochen menschlichen Geisteslebens. Bereits Empedokles (5. Jahrh. vor Chr.) ließ das organische Leben der Erde dem ewigen Widerstreit zwischen Haß und Liebe entspringen: der Haß, — das wäre der seit Darwin in seinen evolutionistischen Wirkungen so sehr überschätzte „Kampf ums Dasein“; die Liebe spielt ungefähr die Rolle, die nach unserer Meinung beim Artenwandel der „Hilfe im Dasein“ zukam. — Unter den Vorläufern dieser Lehre darf Christus

fast als ausgeschaltet gelten: denn seine Fürsorge gilt nur dem Mitmenschen und läßt aller niedrigeren Kreatur Erreichung des höchsten ektropischen Entwicklungszieles versperrt bleiben. — Laut Kropotkins literarhistorischer Einleitung muß namentlich *russischen Autoren* der Pansymbiosegedanke stets nahe gelegen haben; er zählt eine stattliche Reihe auf, deren Werke sich in positivem Sinne mit ihm befaßten. — Hervorragend tut dies Deutschlands größter Genius, Goethe, wofür seine Gespräche, kaum minder seine wissenschaftlichen und poetischen Werke (u. a. Schlußszene von Faust, zweiter Teil!) Zeugnis ablegen; ja Goethe bezeichnete die Erkenntnis der allseitigen Daseinshilfe kurzerhand als zukunftsreichste Idee der gesamten Kulturentfaltung.

Und wie stellt sich Darwin zu ihr, der Verfechter des ihr antagonistischen Daseinskampfes? Es ist höchst lehrreich, zu finden, wie sich die Werke solch universeller Geister von all den Einseitigkeiten frei halten, die später mißverständlich in sie hineingetragen werden und bei Epigonen wirklich in Erscheinung treten. Nur extensiv beansprucht die Erörterung des Kampfprinzips bei Darwin den größten Raum; intensiv genommen, lassen seine Ausführungen über soziale Instinkte in der „Abstammung des Menschen“¹⁾ nicht nur ersehen, daß Darwin die weittragende Bedeutung des Hilfeprinzips voll erkannt hat, sondern auch vermuten, daß er sich mit der Absicht trug, ihm eigene, eingehende Studien zu widmen, woran er durch den Tod verhindert ward. Deutlich genug weisen auch viele seiner Beispiele, die er in der „Entstehung der Arten“ für Walten des Kampfes angibt, darauf hin, wie im Hintergrunde aller feindlichen Beziehungen andererseits auch freundliche stehen und wie beide Prinzipie untrennbar ineinandergreifen: so im klassischen Beispiel vom Kampf zwischen den Mäusen und Hummeln, das zugleich symbiotische Bande zwischen Katzen und Klee aufdeckt²⁾.

Was nach all den großen Vorgängerschaften, denen sich noch ein zu wenig bekannter Aufsatz Bölsches würdig angliedert³⁾, zu tun übrig bleibt, ist, wie gesagt, keine Pfadfinderarbeit mehr, keine Neuschöpfung des Gedankens: wohl aber erhebt sich immer dringlicher die Forderung seiner exakten Begründung an Hand des dafür überreichen naturgeschichtlichen Tatsachenvorrates. Und das ist die bescheidenere, wennselbst immer noch schwierige und sehr verlockende Aufgabe, die meine Wenigkeit sich zu stellen vermag. Ungleich sonstigem Werdegang wissenschaftlicher Disziplinen, die zuerst das strenge theoretische Werk verausgaben und dann dessen zu weiterer Verbreitung bestimmte Popularisierungen, bin ich jetzt zunächst mit einem gemeinverständlichen Büchlein⁴⁾ an die

¹⁾ S. 129 ff. der von J. Viktor Carus besorgten deutschen Ausgabe, Stuttgart 1875.

²⁾ S. 94 ff. der von H. G. Bronn übersetzten deutschen Ausgabe, 6. Aufl. Stuttgart 1876.

³⁾ Kosmos VI, Heft 1 und 2, 1909.

⁴⁾ „Genossenschaften von Lebewesen auf Grund gegenseitiger Vorteile (Symbiose)“. — 120 Seiten und 8 Bildertafeln, Stuttgart, verlegt bei Strecker & Schröder, 1913.

¹⁾ „Allgemeine Symbiose und Kampf ums Dasein als gleichberechtigte Triebkräfte der Evolution.“ — Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie VI, 1909. †

Öffentlichkeit getreten, das, aus Vorlesungen entstanden, die meisten der bis 1910 und die wichtigsten der später bekannt gewordenen Symbiosefälle unter Zugrundelegung der Pansymbiose-Idee schlicht zusammenstellt. Merkwürdigerweise gab es bis jetzt solche *selbständige Kompilation der Symbiosefakten* meines Wissens noch nicht; sondern soweit betreffende Mitteilungen nicht als zerstreute Aufsätze den Zeitschriften entnommen werden müssen, behandeln die auf dem Büchermarkt erschienenen Werke entweder nur ein kleines Teilgebiet¹⁾ oder neben der Symbiose in beigeordneter, häufig übergeordneter Weise noch andere Probleme²⁾.

Deshalb sind auch Leser und Verleger noch in der irrtümlichen Meinung befangen, es handle sich in der Symbiose um etwas ganz Spezielles, allgemeiner Bedeutung Bares; die immer wieder herangezogenen Schulbeispiele — etwa des Einsiedlerkrebses, der seine Aktinie unwillkürlich mit Futter versorgt und dafür von ihren Nesselpolstern gegen Räuber verteidigt wird; oder der Flechte, deren Pilzpartner die anorganische, deren Algenpartner die organische Nahrung für den gemeinsamen Haushalt beschafft — seien nichts weiter als Monstra im Kuriositätenkabinette der Natur. Ja den zuvor angedeuteten, besonders behandelten *Teilgebieten*, wie dem vielbesprochenen Wechselverhältnis zwischen Blütenpflanzen und Fremdbestäubung vollziehenden Tieren, zwischen Ameisen, Termiten und ihren Gästen, wird oft williger die weitgehende biologische Wichtigkeit zuerkannt als dem *ganzen Gesetz*, von dem sie doch nur Stücke sind. Dies Verhalten des Publikums ist um so verwunderlicher, als gerade die schönen Künste, Religion, Dichtung, ja Musik — *Gustav Mahlers* achte Sinfonie ist eine Verherrlichung der All-Liebe! — wiederholt in ihrer Art den Pansymbiosegedanken aufgegriffen und durchgeführt haben; man wäre also zur Erwartung geneigt, daß seine nunmehrige wissenschaftliche Durcharbeitung bereits fruchtbaren Boden vorbereitet finden müßte...

Wie sich jene Sonderfälle zum wirklichen Ganzen verhalten, wie sie hier auf engstem Raume dieselbe Regelmäßigkeit zum Ausdruck bringen, die dort den Erdball umspannt, so weit er irgend belebt ist, — sei an einem einzigen Beispiele nachgewiesen: dem *Kreislauf des Stickstoffs*. Wir benötigen also zuvörderst einen Sonderfall innigster, „echter“ Symbiose: als solchen pflegt man die Lebensgemeinschaft des stickstoffassimilierenden *Pseudomonas radicola* mit den Hülsenfrüchten aufzuzeigen, allein aus methodischen Gründen bevorzuge ich diesmal das kaum minder berühmte Exempel des Strudelwurmes *Convoluta roscoffensis* mit seiner Geißelalge *Chlamydomonas* oder *Carteria*.

Die genannte *Convoluta* besitzt abweichend von verwandten Turbellariern kein Ausscheidungsorgan; auch nimmt sie nur in ihrer Jugend von außen Nahrung auf — so lange, bis blattgrünhaltige Protoplasten, die sich von typischen Pflanzenteilen nur durch Mangel einer Cellulosemembran unterscheiden, innerhalb des tierischen Gewebes hinreichende Verbreitung gefunden haben. Die Wurmlarve enthält noch keine grünen Zellen, sondern muß in jeder Generation von sonst freilebenden einzelligen Algen neu infiziert werden. Die nächste Infektionsgelegenheit bietet die schleimige Umhüllung des Eikokons: isoliert man Larven vorzeitig aus der Kokonhülle und hält sie in filtriertem Seewasser¹⁾, so bleiben sie farblos, algenlos — aber nicht dauernd lebensfähig. Trotz reicher Futterdarbietung hören sie zur normalen Zeit zu fressen auf, wachsen nicht, und im Leibesinneren erscheinen große Vakuolen voll harnsaurer Kristalle. Überträgt man diese kranke Kultur in unfiltriertes Seewasser, so schwindet die Stoffwechselstörung sofort: die Tiere „ergrünen“, nehmen an Größe zu, und die kristallführenden Vakuolen schwinden. In einem anderen Versuch wurden gleiche Mengen gleich großer Würmer in filtriertem Seewasser teils mit, teils ohne Zusatz von Harnsäure gehalten: erstere gediehen und in ihnen die Algen; bei letzteren gerieten die Algenzellen in Verlust, die Tiere selbst wurden immer kleiner und starben bald. In einem dritten Experiment legten die Würmer in gewöhnlichem Seewasser 9 Eikokons, ebensoviele Würmer gleicher Beschaffenheit in harnsaurem Seewasser 27 Eikokons.

Die Ergebnisse besagen, daß die Alge dem Wurm seine stickstoffhaltigen Ausscheidungen abnimmt und assimiliert; daher die überaus rasche Vermehrung der Alge im animalischen Substrat, daher die toxische Anhäufung von Stoffwechselprodukten bei Abwesenheit von Algen. Die Alge revanchiert sich beim Tier, indem sie ihm von den auf photosynthetischem Wege gewonnenen Kohlenwasserstoffen, Zucker, Fett und wohl auch organischen Stickstoffverbindungen das zur Verfügung stellt, was sie selbst nicht braucht. Die *Assimilation der Alge* macht also ein besonderes Exkretionssystem des Wurmes überflüssig und enthebt ihn mittelbar der Notwendigkeit selbsttätiger äußerer Nahrungsaufnahme; die *Dissimilation des Tieres* liefert der Alge die für tadelloses Funktionieren ihres Chlorophyllapparates nötige, im freien Seewasser spärliche Stickstoffmenge, und den Überschuß ihres Reingewinnes hebt es als Verzehrungssteuer ein.

Das ist im Prinzip die gleiche Wechselwirkung, die zwischen der grünen Vegetationsdecke und der in ihr geborgenen Tierwelt *überall* besteht: Verwesung der Pflanzen- und Tierleichen sowie Endprodukte der tierischen Verdauung und Ausscheidung bereichern den Boden mit Nitraten, die durch Vermittlung gewisser Mikroben wieder zur

¹⁾ Z. B. *Kirchner*, „Insekten und Blumen“, Leipzig, B. G. Teubner, 1911.

²⁾ Z. B. *Kraepelin*, „Die Beziehungen der Tiere untereinander und zur Pflanzenwelt“, Leipzig, B. G. Teubner, 1905. — *Mackenzie*, „Alle fonti della vita“, Genua, A. F. Formiggini, 1912.

¹⁾ Dieses und die folgenden Experimente an *Convoluta* aus dem gehaltvollen Büchlein von *F. Keeble*, „Plant-Animals, a study in symbiosis“. — 163 Seiten, 22 Fig., 1 Farbtafel. Cambridge, University-Press, 1910.

Aufnahme in Pflanzenwurzeln, von hier aus zur Nahrung für pflanzenfressende Tiere tauglich werden. Nur der eine, *rein graduelle* Unterschied besteht zwischen jener Symbiose engeren und dieser Pansymbiose weiteren Sinnes: erstere vermeidet den langwierigen Transport und die Vermittlung des Schaltmediums, Erdbodens oder Wassers; in dem Maße, als die Wanderung des Stickstoffs immer unmittelbarer von Organ zu Organ ohne „Zwischenhandel“ vonstatten geht, muß sich die Fabrikation der lebensfähigen stickstoffhaltigen Eiweißkörper leichter und „billiger“ gestalten.

Das Beispiel der *Convoluta* und ihrer *Chlamydomonadee* ist deswegen lehrreicher als das lieber benutzte der Knöllchenbakterien in den Leguminosenwurzeln, weil es gestattet, zugleich noch den nach analogen Grundsätzen statthabenden *Kreislauf des Kohlenstoffs und Sauerstoffs* zu verfolgen: dasselbe, was bei Assimilation des Wurmes mit seinen Ausscheidungsprodukten, dem Harnstoff und der Harnsäure, geschieht, erfolgt bei Respiration des Wurmes mit seinem Ausatemungsprodukt, der Kohlensäure: sie wird von den Algen gierig aufgenommen und neuerdings in ihre Elemente zerlegt, deren eines (der Kohlenstoff) zunächst zum Aufbau der Pflanzenzelle, deren anderes (der Sauerstoff) zum Teil zur Einatmung in die Tierzelle dient, — abermals alles in der Innenwelt des Doppelorganismus sich abspielend, abermals alles aus erster Quelle: ausschließliche Gewebsatmung und Gewebsverdauung, ohne vorangehende äußere Organatmung und ohne Digestionsapparatur, ohne verzögernde Benutzung von Luft oder Wasser als Atem- bzw. Nährmilieu, wie es sich in der Pansymbiose jedes freilebenden pflanzlichen und tierischen Wesens doch noch stets als nötig erweist.

Übergangsstufen vom Stickstoff-, Sauerstoff-, Kohlenstoffaustausch selbständig lebender Organismen zu demjenigen engstverketteter Symbiosen s. str. gibt es in sämtlichen Schattierungen: beispielsweise Algen, die dicht *neben* und die *auf* dem Körper der ihnen nächstverbündeten Tiere (oder, was aufs selbe hinauskommt, chlorophyllfreien Pflanzen) wachsen und ihre typische Struktur noch wie in voller Unabhängigkeit beibehalten; dann Algen, die bereits im Leib ihres Wirtes, aber noch *zwischen* seinen Geweben, jetzt meist schon unter deutlicher Beeinflussung ihrer Wuchsform, Platz genommen haben; weiter Algen, die *innerhalb* der Gewebe, ja in den Zellen des Wirtsorganismus selbst gedeihen und eine hochgradig vereinfachte, sog. *Palmella-Form* annehmen; ferner Algen, welche die Selbständigkeit ihrer zellulären Elemente noch mehr einschränken, indem sie zu membranlos *nackten Protoplasten* werden und dadurch einen integrierenden Gewebsbestandteil ihres Wirtes vortäuschen (wie bei unserer *Convoluta*); symbiotische Algen, welche die Gemeinschaft mit dem Wirt noch in *jedem Individuum erneuern* müssen (wie abermals bei *Convoluta*); solche, die aber bereits während Bildung der tierischen Keimzelle in diese hinübertransportiert werden oder aktiv hinüberwandern, so daß die *Kontinuität der intrasomati-*

schen Symbiose in der ganzen Generationsfolge ohne frische Infektion gewährleistet erscheint (wie bei *Hydra*).

Hohe Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß auch hier noch nicht das *Endziel symbiotischer Entwicklung* erreicht ist: die erblich weitergegebene Algenzelle verliert noch andere Bestandteile als bloß ihre Zellhaut, vor allem ihren Kern, und seine nukleären Funktionen übernimmt, zum Assimilations- und Teilungszentrum wird der Kern derjenigen Wirtszelle, in die sie eingedrungen war. Die Algenzelle, zuerst ein membranloser Protoplast geworden, wandelt sich nun zum kernlosen grünen Chloroplasten, beziehungsweise, in entropischer Form der Keimzelle einverleibt, zum farblosen Leukoplasten. Wie es *Schimper* und *Lankester* unabhängig aussprachen, soll die Entwicklung der höheren Pflanzen, sämtlicher chlorophyllhaltiger Metaphyten, diesen Weg genommen haben: ihre Chlorophyllkörnerchen seien nichts weiter als Rudimente ehemaliger Algenzellen, die mit einem blattgrünlosen Organismus in Symbiose traten.

Und wie steht es mit dem Tierreich? —: nun, von dem Augenblick an, als eine sich teilende Zelle nicht mehr allein ihres Wegs geht und ihr einzelliges Dasein weiterlebt, sondern an der Geschwisterzelle zeit lebens haften bleibt, ergibt sich *hereditäre Symbiose als Voraussetzung der gesamten Metazoenentwicklung* — eine unumgängliche Voraussetzung, die natürlich ebenso für die Metaphytenentwicklung gilt und dort das allgegenwärtige Walten der Symbiose festlegt, selbst für den Fall, daß die Schimper-Lankestersche Hypothese sich als irrig erweist. Die einfache Symbiose der Zellen wird später zur zusammengesetzten Symbiose der Gewebe und Organe; und wie wir sahen, daß der Wurm *Convoluta* der Abscheidungen seines „grünen Gewebes“ bedarf, sollen nicht antagonistische Aussonderungen seines eigenen, farblosen Gewebes das Wachstum sperren und ihn, umgeben von Nahrungsüberfluß, zum Kummertode verurteilen — so sind auch die inneren Sekrete der Anteile im Einzelindividuum fortan unentbehrlich zur richtigen Bildung jeweils bestimmter anderer Teile. Man denke an die Wachstumstörungen bei Exstirpation der Schilddrüse, der Geschlechtsdrüse — den Antagonismus von Gonade und Hypophyse, Gonade und Thymus, Pankreas und Duodenum usw. usw., um sofort die völlige Deckung der gesamten Hormonwirkungen mit den innersekretorischen Metabolismen etwa der Tier-Algen-Symbiosen zu begreifen.

Den Körper des einzelnen Lebewesens als in sich geschlossene kleine Welt zu benennen, ist längst Gemeinplatz geworden; doch verdiente es eindringlicherer Betonung, daß er einen *Mikrokosmos* auch darstellt in seiner Eigenschaft als *System einander näher und entfernter zugewiesener, unter- und übergeordneter Organsymbiosen*: — daß er auch darin homolog ist dem *Makrokosmos mit seiner Pansymbiose*.

Die ätherischen Öle.

Von Prof. Dr. L. Lewin, Berlin.

In erweiterter Gestalt ist von neuem das Werk: Die ätherischen Öle von *Gildemeister*¹⁾ erschienen, das im Auftrage der bekannten und wegen ihrer Produkte geschätzten Fabrik ätherischer Öle von Schimmel & Co. verfaßt worden ist.

Es ist das Ergebnis reichen Wissens, großer praktischer Erfahrung und geschickter Verarbeitung. In mustergültiger und umfassendster Weise sind hier die Darstellungsmethoden sowie die chemischen und physikalischen Eigenschaften der ätherischen Öle geschildert.

Dem Zwecke des Werkes lag es ganz fern, Angaben über die praktische Verwendung dieser chemischen Körper zu geben. Aber ich darf bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, wie inhaltlich reich ein solches Kapitel sich gestalten und wie stark das Interesse daran auch in nicht direkt beteiligten Kreisen erregt werden würde, falls einmal die praktische Bedeutung bzw. die Verwendungsmöglichkeiten dieser Stoffgruppe, vor allem in der Medizin, in vollem Umfange geschildert werden würde.

Die alte Medizin hat, ohne die Möglichkeit die wissenschaftlichen Grundlagen dafür zu besitzen, für das so notwendige, wechselvolle und vielfältige therapeutische Tun immer wieder und wieder, Jahrtausende hindurch, sich an die ätherischen Öle gewandt, die ihr ja in der Gestalt der duftenden Pflanzen, also in sehr geringen Konzentrationen, zur Verfügung standen. Wie die meiste alte Therapie stammt auch diese aus dem Orient. Die Sonne des Ostens arbeitet mehr und auch anderes an biologisch wirkungsvollen Produkten aus Pflanzen heraus als die unsrige. Griechische und römische Ärzte, z. B. ein *Dioscurides*, der als Militärarzt im Orient neue Heilarten kennen lernen konnte, nahmen begierig für sie neue orientalische Mittel zur ärztlichen Verwendung auf, darunter viele aromatische Pflanzen. Den Höhepunkt in der Verwendung ätherischer Öle in dieser Gestalt bezeichnet die glänzende Epoche der arabischen Medizin im 8.—11. Jahrhundert. Von ihr, die morgenländisches und abendländisches Können zusammenfaßte, strömte reiches Wissen des Heilens mit Arzneimitteln aus, und vieles von dem, was sie erfahrungsgemäß an biologischen Wirkungen derselben, zumal von Pflanzen mit ätherischen Ölen, beschrieb, und was davon in späteren Jahrhunderten von Ärzten nicht benutzt wurde, das ist vielfach in die sogenannte Volksmedizin übergegangen und spielt auch heute noch eine Rolle. Ja, man kann sogar sagen, daß sich jetzt wieder ein Rückströmen dieses Materials in die neuere Medizin zu vollziehen beginnt, trotz aller Geschäftigkeit, die sich auf dem Gebiete synthetischer Arzneimittelerzeugung in so aufdringlicher und meist überflüssiger Weise bemerkbar macht.

Die ärztliche Verwendungsmöglichkeit der ätherischen Öle ist außerordentlich groß, und für manche Zwecke sind sie unersetzlich. Es braucht z. B. nur auf die erregenden Wirkungen hingewiesen zu werden, die ein Teil von ihnen am Zentralnervensystem hervorrufen kann. So wie der Kampher hierfür ein absolut unentbehrliches Instrument in der Hand des Arztes geworden ist, wie dieser damit auch dem träge und ungenügend arbeitenden Herzen neue Energieimpulse für seine Betätigung zuführt und Ohnmacht und Scheintod damit zu beheben vermag, so gibt es eine Fülle anderer Angriffspunkte für die Verwendung ätherischer Öle in dem kranken Körper, die nur zu einem winzigen Teile bisher ausgenutzt worden sind. Das Problem: ein krankes Organ auch an solchen Stellen mit einem Medikament in Berührung zu bringen, die von Blut nicht durchflossen werden können, z. B. an käsigen Herden, kann nur gelöst werden durch Verwendung von Gasen oder Dämpfen. Die erstere Gruppe mußte bisher ausscheiden, weil alle, die in Frage kommen könnten, für den menschlichen Organismus zu starke Gifte darstellen. Zu gebrauchen sind — soweit wir es im Augenblick zu übersehen vermögen — für solche Zwecke nur die ätherischen Öle, die im Körperinnern genügend verdampfen, um trotz zeitweiliger Kondensation in das Innere solcher Herde vordringen zu können. Und es gibt der Öle, die nicht nur antiseptisch wirken, sondern, was bedeutungsvoller ist, kranke Gewebe zu einer starken Energieentfaltung anzuregen vermögen, wodurch vorhandene Schädlichkeiten ausgeschaltet werden.

Dieser Energieantrieb für die eingeborenen Gewebskräfte durch ätherische Öle, der noch viel vollständiger an der Haut und an Schleimhäuten erreicht werden kann, ist in außerordentlich großem Umfange zum schnelleren Verheilenlassen von Wunden in vergangenen Zeiten gebraucht worden. Heute würde eine systematisch mit den herstellbaren Lösungen reiner Öle durchgeführte derartige Therapie noch bessere Ergebnisse liefern. Reich und überreich könnten hierfür Wegevorschriften gegeben werden.

An die Vernichtung niederster pilzlicher Lebewesen durch gewisse ätherische Öle schließt sich diejenige niederer Tiere. Nicht nur gewisse Arthropoden, sondern auch Würmer, die als Parasiten im menschlichen Leibe nisten, können, sofern nur die Berührung mit dem Öle erzielt wird, getötet bzw. betäubt und zum Verlassen des Körpers gezwungen werden.

Diese betäubende, d. h. die Erregbarkeit des Nervensystems herabsetzende Eigenschaft äußert eine Gruppe ätherischer Öle in sehr bemerkenswerter Weise. Es sei in dieser Beziehung z. B. an das Baldrianöl erinnert. Das Hopfenöl äußert noch stärkere und sogar einschläfernde Wirkungen. Wurde doch das Liegen auf mit Hopfen ausgestopften Kissen seit der Zeit angewandt, als der bekannte Arzt *Willis* dieses Mittel mit gutem Erfolge bei dem schlaflos gewordenen König Georg III. von England empfohlen hatte.

Gar manche andere für kranke Menschen ver-

¹⁾ *Gildemeister*, Die ätherischen Öle, Bd. 1 und 2. Verlag von Schimmel & Co., Mielitz bei Leipzig, 1913.

wertbare Eigenschaften ätherischer Öle ließen sich noch anführen. Die Therapie, die ihrer dringend bedarf, würde bald wesentliche Fortschritte zu verzeichnen haben, wenn Forscher sich daran machten, in umfangreicher Weise an großem Krankenmaterial und mit reinen Stoffen, wie sie in dem Gildemeisterschen Werke geschildert werden, die Hinweise zu verwerten, die seit vielen Jahrhunderten über aromatische Pflanzen als Heilfaktoren geliefert wurden.

Über das latente photographische Bild und seine Theorie.

Von Dr. Willy Bachmann, Göttingen.

Unter den Problemen der Photographie finden wir im Vordergrund des Interesses vornehmlich die Frage nach dem *Wesen des latenten Bildes*, jenes unsichtbaren physikalisch-chemischen „Engramms“, das sogar in kleinsten Bruchteilen einer Sekunde auf der lichtempfindlichen *Bromsilber-Gelatineschicht* bewirkt werden kann und durch die „Entwicklung“ das *sichtbare photographische Bild* liefert. Obgleich man denken könnte, daß ein solch reizvolles Problem, wie das des latenten Bildes, nun Anregung und Quelle zu zahlreichen verschiedenartigen wissenschaftlichen Spekulationen und Hypothesen geboten hätte, so sind es doch im wesentlichen nur zwei Anschauungsweisen, die sich hier seit längerer Zeit gegenüberstanden, nämlich die *Subhaloid-* und die *Silberkeimtheorie*. (Zu den Anhängern der ersteren zählen die Namen: *Luther, Baur, Schaum, Trivelli, Eder, Sheppard, Mees* u. a. Die Silberkeimtheorie wird verteidigt von *Abegg, Rich. Lorenz, Lüppo-Cramer* u. a.) Beide Theorien rechnen mit einer *reduzierenden* Wirkung des Lichtes. Während aber nach der *Subhaloidtheorie* die Reduktion des Bromsilbers durch das Licht bis zum *Silbersubhaloid* geht, nimmt die *Silberkeimtheorie* Reduktion bis zu *metallischem Silber* an, das in hochdisperser Form (als „feste“ kolloide Lösung, als „Sol“) in dem belichteten Haloid verteilt ist und als *Keim* für den nachfolgenden *Entwicklungs-* bzw. *Reduktionsprozeß* eine Rolle spielt. Bei diesem wird bekanntlich das für das *Wachstum der Keime* erforderliche Silber aus der Bromsilbergelatineschicht selbst geliefert oder — und dies ist das Wesen der sogenannten *physikalischen Entwicklung* — aus der mit einem Silbersalz versetzten Entwicklerlösung (silberhaltiges Reduktionsgemisch), die man auf das *vorher fixierte „Bild“* einwirken läßt.

Die Subhaloidtheorie führt die Entwicklung zurück auf eine Keimwirkung des aus dem Subhaloid sekundär (durch den Entwicklungsprozeß) gebildeten Silbers.

Schon hier drängt sich uns ein Einwand gegen die Subhaloidtheorie auf, der vorweggenommen werden möge.

Die Vertreter der Subhaloidtheorie mußten natürlich bei der Erklärung dieser letztgenannten Entwicklungsweise, also der physikalischen Entwicklung, eine absolute Resistenz des durch Lichtwirkung entstandenen Subhaloids gegen die silberhaloidlösende (lösliche silberkomplexsalzgebildende) Eigenschaft des (zur Fixage verwendeten) Natriumthiosulfats voraussetzen, während unter Annahme primär (durch das Licht) gebildeter Metallkeime — Silberkeimtheorie — sich jener Vorgang leicht und ungezwungen deuten läßt. Die in bezug auf molekular gelöstes metallisches Silber übersättigten silberhaltigen Reduktionsgemische zeigen eine sehr geringe Fähigkeit zur spontanen Keimbildung¹⁾ und werden meistens erst durch andere Metallkeime (des Silbers oder Goldes) ausgelöst. Jene durch das Licht innerhalb der photographischen Schicht gebildeten Silberkeime dienen als *Wachstumszentren*; an ihnen lagert sich das Silbermaterial der Entwicklerlösung ab und das Sichtbarwerden des Lichtengramms, also des Bildes, ist die Folge. Die Keime wachsen aus dem mikroskopischen oder submikroskopischen Gebiet zu Körnern mikroskopischer Dimensionen heran. Die Widerstandskraft der metallischen Silberkeime gegen die (bei der „physikalischen“ Entwicklung) vorhergehende Fixage ist nicht weiter verwunderlich, während die Unlöslichkeit des Subhaloids in der Fixierflüssigkeit eine rein hypothetische ist.

Wie kam man nun überhaupt zu der Annahme eines oder gar mehrerer Subhaloide?

Vor allem waren es *Messungen der Oxydationspotentiale von Silber-Chlorwasser-Gemischen* wechselnden Chlorgehalts, die von *Luther*²⁾ und später von *Baur*³⁾ und *Heyer*⁴⁾ ausgeführt wurden, und lange Zeit für die Existenz von Subhaloiden zu sprechen schienen. Die Subhaloide dachte man sich als *freie Phase* in den Photohaloiden enthalten, und zwar deshalb, weil man der Annahme einer räumlichen Diskontinuität für die gangbare Erklärung der Entwicklung durch Keimwirkung nicht entraten konnte.

*Luther*⁵⁾, der bei den genannten Potentialmessungen einen Sprung von 0,90 Volt fand, sobald das Verhältnis der Silber-Chlor-Mengen auf 2 : 1 angestiegen war, betrachtete diese Tatsache als deutlichen Beweis der Existenz eines Subhaloids von der Formel Ag_2X ($\text{X} = \text{Halogen}$). *Baur*³⁾ wiederholte diese Messungen und fand einen Potentialsprung von nur 0,3 Volt, der schließlich bei Messungen *Heyers*⁴⁾, eines Schülers von *Luther*, gänzlich verschwand. *Heyer* verwendete statt Chlorwasser Gemische von Ferro- und Ferrisalzen, welche sich durch ein weit konstanteres Oxydationspotential auszeichnen. Man sieht also,

¹⁾ Vgl. *R. Zsigmondy*, Über die Auslösung der Übersättigung silberhaltiger Reduktionsgemische durch kolloides Gold, *Z. f. physik. Chem.*: Gold- und silberkeimfreie silberhaltige Reduktionsgemische bleiben längere Zeit unverändert.

²⁾ *Z. f. physik. Chem.* 30, 628 (1899).

³⁾ *Z. f. physik. Chem.* 45, 617 ff. (1903); *Eders Jahrb. f. Photogr.* 1904, 609.

⁴⁾ *Inaug.-Diss.* Leipzig 1902.

⁵⁾ *loc. cit.*

daß die älteren durch *Heyer* revidierten Messungen von *Luther* und *Baur* billigerweise nicht mehr zu den Stützen der Subhaloidtheorie rechnen können.

Eine Analogie der Photohaloide mit dem von (*Güntz*¹⁾ studierten und als solches erkannten Silbersubfluorid endlich besteht nach Ausführungen von *W. Reinders*²⁾ nicht, weil das auch später von *Wöhler* und *Rodewald*³⁾ und *Eisenreich*⁴⁾ gewonnene Silbersubfluorid hinsichtlich seiner Farbe und minimen Lichtempfindlichkeit von den Photohaloiden weitgehend abweicht.

Der thermodynamische Beweis für die Existenz von Subhaloiden, welchen *Luther*⁵⁾ erbracht zu haben glaubte, soll hier nicht näher besprochen werden. Er krankt nach *Reinders* an Fehlerquellen, welche u. a. in der Schwierigkeit bestehen, die Lichtintensität z. B. während eines Bestrahlungsversuchs absolut konstant zu erhalten bzw. in dem erwähnten Versuch etwas Sicheres über deren damalige Konstanz oder Nichtkonstanz auszusagen.

Vor der kolloidchemischen und -physikalischen Erkenntnis der Adsorptionsverbindungen fand man keine andre Erklärung für die relative Widerstandsfähigkeit des latenten Bildes, und der mit diesem schon von *Carey Lea*⁶⁾ identifizierten Photohaloid⁶⁾ gegen Oxydationsmittel (Salpetersäure, Chromsäure usw.), als daß man die Annahme machte, durch das Licht würden eines oder mehrere Subhaloide aus dem Silberhaloid gebildet, die sich gegen jene Reagentien unangreifbar verhalten sollten. Der Gedanke etwa, das Photohaloid bzw. das latente Bild könnte möglicherweise nichts weiter sein als ein normales Silberhaloid, welches Silber in höchst fein zerteilter Form (als freie Phase — festes Sol —) enthielte, wurde auch dann noch von manchen Forschern verworfen, als man in den Rubingläsern⁷⁾, ferner in den Pyrosolen von *R. Lorenz*⁸⁾, im gefärbten Steinsalz⁹⁾ usw. auch „feste“ kolloide Lösungen kennen lernte, die vielleicht eine Analogie zu einer solchen Anschauung bieten konnten, und die Frage nach dieser Seite hin wenigstens diskutabel erscheinen ließen. Es blieb nach wie vor unerklärlich, daß die genannten Oxydationsmittel das latente Bild nicht zerstörten, den Photohaloiden das angeblich freie Silber nicht raubten. Bald lernte man nun in den sog. Adsorptionsverbindungen [Paradigma: Cassiuscher Purpur (kolloidales Gold + kolloidale Zinnsäure)] Systeme aus 2 (und auch mehreren) Komponenten kennen, die sich wie eine einheitliche chemische Verbindung verhalten und in denen vorzüglich die Reaktionen einer Komponente, nämlich meist die

des Adsorbendums, durch das „schützende“ Adsorbens nicht zur Geltung kommen können¹⁾. Nichts hinderte jetzt mehr, anzunehmen, daß sowohl in den von *Carey Lea* gewonnenen Photohaloiden, auf die wir gleich näher zu sprechen kommen, wie in der mit ihnen identischen Substanz des latenten Bildes Adsorptionsverbindungen vorlagen, in denen das Silber gegen den Eingriff der Oxydationsmittel durch das „umhüllende“ normale Haloid weitgehend geschützt war.

*Carey Lea*²⁾ unterwarf die auf mannigfache Weise hergestellten Photohaloide einem sehr gründlichen Studium hinsichtlich ihrer Reaktionen und ihrer Gleichartigkeit mit der Substanz des latenten Bildes. Einige seiner Methoden, welche zur Bildung von Photohaloiden führten, beruhen auf partieller Reduktion der normalen Silberhaloide mit verschiedenen Reduktionsmitteln, andere wieder auf partieller Oxydation von Silber mit Halogenen und schließlich auf direkter Synthese aus dem normalen Haloid und „metallischem Silber in feinem Pulver“. Bezüglich aller Einzelheiten dieser Darstellungsmethoden muß, soweit wir nicht im folgenden näher darauf eingehen können, auf die von *Lüppo-Cramer* besorgte verdienstvolle Neuherausgabe der *Carey Leas*²⁾ Arbeiten in deutscher Sprache verwiesen werden, sowie auf die Arbeiten *Lüppo-Cramers* selbst, von denen namentlich die Monographie „Kolloidchemie und Photographie“³⁾ eine Erweiterung insbesondere der synthetischen Methoden⁴⁾ zur Gewinnung der Photohaloide bringt.

Schon *Carey Lea*, wie erwähnt, und später *Baur*⁵⁾ und *Günther*⁶⁾ machten die Beobachtung, daß Chlorsilber sich mit metallischem Silber zu einer Art Verbindung, dem Photochlorid, vereinigt. Wenn man nämlich frisch präzipitiertes Chlorsilber mit „metallischem Silber in feinem Pulver“ in wässriger Suspension längere Zeit erhitzt und nach dem Aufkochen Salpetersäure zusetzt, so wird zwar „überschüssiges Silber“ gelöst, ein Teil aber bleibt mit dem Chlorid innig verbunden und erteilt ihm eine tief rötliche Färbung, die uns seit unserer Kenntnis der mannigfachen prachtvollen Färbungen (verdünnter) kolloider Silberlösungen nicht mehr in Erstaunen versetzen kann. In dem farblosen Haloid werden natürlich die anfärbenden Eigenschaften des darin kolloid verteilten Silbers zur Geltung kommen müssen, und die Annahme, es käme diese Färbung einer besonderen Verbindung (irgend einem Subhaloid) zu, erscheint uns ganz hinfällig. *Carey Lea* versuchte bereits eine Deutung dieser Vorgänge, indem er die so gewonnenen „Photohaloide“ als feste lackartige Verbindungen von Silbersubhaloid mit „Normalhaloiden“ ansprach, aber erst *Lüppo-Cramer*

¹⁾ *R. Zsigmondy*, Kolloidchemie (Leipzig 1912), S. 202 und 203.

²⁾ Kolloides Silber und die Photohaloide von *Carey Lea* und *Lüppo-Cramer*, Dresden 1908.

³⁾ Dresden 1908.

⁴⁾ loc. cit. 74 ff.

⁵⁾ loc. cit.

⁶⁾ Ferner Inaug.-Diss. von *L. Günther*, Abhandlgn. d. naturhist. Ges. Nürnberg, Bd. 15, 1904, S. 26.

¹⁾ Compt. rend. 110, 1337—1339 (1890). 112, 821 und 1212 (1890).

²⁾ Z. f. physik. Chem. 77, 360 (1911).

³⁾ Z. f. anorg. Chem. 61, 54 (1909); *G. Rodewald*, Inaug.-Diss., Karlsruhe 1908.

⁴⁾ Z. f. physik. Chemie 76, 643 (1911).

⁵⁾ *Heyer*, loc. cit. 22.

⁶⁾ Vgl. weiter unten.

⁷⁾ Vgl. u. a. *H. Siedentopf* und *R. Zsigmondy*, Drudes Ann. d. Physik (4) 10, 1—39 (1903).

⁸⁾ Elektrolyse geschmolzener Salze II, 64.

⁹⁾ *H. Siedentopf*, Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 7, 263—286 (1905).

konnte durch umfassende Untersuchungen in überzeugender Weise darlegen, daß in den Photohaloiden Adsorptionsverbindungen von Chlorsilber mit Silber vorliegen. *Lüppo-Cramer* studierte eingehend alle die Bedingungen, unter denen Photohaloid entsteht. Von großer Bedeutung ist die direkte Synthese durch Ausflockung eines Gemisches von Silber- und Chlorsilberhydrosol und Behandlung des Coagulums mit Salpetersäure, wobei man zu sehr schön gefärbten Photohaloiden gelangt. Wichtig ist hierbei, daß eine *Ausflockung* der HNO_3 -Behandlung *vorausgehen* muß. Versetzt man das Hydrosolengemisch *sofort* mit HNO_3 , so wird das kolloide Silber glatt aufgelöst, eine adsorptive Vereinigung findet nicht statt, und reines AgBr bleibt zurück. Ein Schutz des Silbers gegen die lösende Wirkung der Salpetersäure findet nicht statt; diesen Schutz vermag vielmehr nur das gemeinsame Coagulum zu bieten, ein ausschlaggebender Beweis für die Tatsache, daß in den Photohaloiden lediglich Adsorptionsverbindungen mit allen ihren typischen Eigenschaften zu sehen sind.

Wie schon erwähnt, gelangt man auch durch Belichtung zu solchen Photohaloiden, die sich als durchaus identisch mit den synthetisch erhaltenen Produkten erwiesen.

Zum Überfluß kommt die allen Photohaloiden eigene Widerstandsfähigkeit gegen Oxydationsmittel den *synthetisch dargestellten Subhaloiden der Formel Ag_2X* nicht zu. Diese Körper sind daher keinesfalls identisch mit der Substanz des latenten Bildes, man müßte denn hier eine besondere (resistente) Modifikation dieses Subhaloids voraussetzen, was die ganze Subhaloidhypothese noch mehr komplizieren würde. Auch hat man niemals ein solches Subhaloid von dem unveränderten normalen Silberhaloid scheiden können, mit dem zusammen es die *belichtete* Bromsilbergelatineschicht ausmachen sollte. Dies hätte gelingen müssen, wenn das Subhaloid, wie angenommen wurde, diskontinuierlich in dem normalen Haloid verteilt gewesen wäre. Zur Annahme einer festen Lösung, wie *Trivelli* und *Schaum* wollten, kann man sich nicht gut entschließen, weil, wie oben erwähnt, der Verlauf des Entwicklungsprozesses die Voraussetzung einer vorhandenen Heterogenität bedingt; die einzig mögliche Erklärung der Entwicklung durch Keimwirkung würde hinfällig werden.

Während *Lüppo-Cramer* und vor ihm *Carey Lea* die Photohaloide *amorph* erhielten, vermochte *W. Reinders*¹⁾ (Delft) zu zeigen, daß man die Photohaloide auch schon *kristallisiert* (Kristallform: Kombination von Oktaeder mit Kubus), und zwar auf dem Wege der Synthese wie auch durch langsame Kristallisation von Chlorsilber am Sonnenlicht, erhalten kann. *Reinders* gewann namentlich bei der ersten Bereitungsweise aufs prächtigste gefärbte Kristalle, deren Farbe im wesentlichen zunächst der verwendeten (verdünnten) kolloidalen Silberlösung entsprach, die aber

dann während einer nachträglichen Belichtung häufig eine ganze Skala von Farbtönen, von Gelb über Rot, Rotviolett, Blauviolett nach Indigoblau durchliefen. Die Lichtempfindlichkeit dieser synthetischen Produkte erwies sich größer als die des farblosen Silberhaloids. — Weiterhin vermochte *W. Reinders* durch seine Studien einen Begriff davon zu geben, wie außerordentlich groß die *Adsorptionsfähigkeit* seiner AgCl -Kristalle z. B. auch für andere Körper wie *kolloides Gold* und gewisse *Farbstoffe*, *Eiweißkörper* usw. ist. Das Hauptverdienst dieses Forschers aber ist nach dem Erachten des Verfassers darin zu erblicken, daß er durch seine Arbeiten den wahren Charakter der Photohaloide als *kolloider Sole mit festem kristallisierten (bzw. amorphen) Dispersionsmittel* erwiesen hat, ein Forschungsergebnis, welches in physikalisch-chemischer Hinsicht wenigstens zurzeit eine prägnantere Vorstellung von dem Bau dieser Körper erlaubt als die bloße Bezeichnung Adsorptionsverbindung.

In einer ganz neuen Arbeit¹⁾ konnte nun *Lüppo-Cramer* zeigen, daß die Veränderungen, welche das Licht in der sensiblen Schicht hervorruft, nicht allein auf diesen photochemischen Vorgang der Bildung von Reduktionskeimen beschränkt sind, sondern er vermochte auch den Nachweis zu erbringen, daß mit dieser chemischen auch eine *physikalische* Veränderung einhergeht, nämlich eine Änderung im Dispersitätsgrad des Silberhaloids, die für sich ein sogenanntes „Zerstäubungsbild“ liefert. Um dieses streng von dem phototechnischen Lichtbild zu trennen, zerstörte *Lüppo-Cramer* die Reduktionskeime mit Bromlösung, der er zur Verhinderung einer Gerbung der Gelatine Zitronensäure zufügte, und entwickelte das Bild durch Ammoniak, wobei durch differenzierte Reifungsvorgänge die exponierten Stellen sichtbar gemacht werden konnten. Näheres muß im Original nachgesehen werden.

Der Verfasser hofft durch diesen Überblick gezeigt zu haben, daß die Theorie des latenten photographischen Bildes zugunsten der *Silberkeimtheorie* in abschließender Weise *entschieden* ist.

Die Chemie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Prof. Dr. R. Kremann, Graz.

(Schluß.)

Aus dem Gebiete der allgemeinen Chemie sind noch nachzutragen die Vorträge von *J. Rydberg* (Lund) über das System der Elemente und von *G. Tammann* (Göttingen) über die Theorie des Polymorphismus. Der erstere eignet sich nicht zur kurzgefaßten Wiedergabe; da der Vortrag von *Tammann* in den „*Naturwissenschaften*“ vollständig wiedergegeben wurde (Nr. 43, S. 1021 und Nr. 44, S. 1064), so sei hier nur auf die allgemeinen Grundlinien hingewiesen, daß nämlich der Polymorphismus bedingt sein kann durch zweierlei Ursachen: einmal durch die Verschiedenheit der heteromorphen

¹⁾ *W. Reinders*, Z. f. physik. Chem. 77, 213 ff.; 356 ff.; 677 ff.

¹⁾ Kolloid-Zeitschrift 11, Heft 2.

Kristalle aufbauenden Moleküle, zum zweiten durch die Verschiedenheit der Raumgitter, in die sich gleiche und verschiedene Moleküle ordnen. Aus dem Gebiete der *anorganischen Chemie* sind nachfolgende Vorträge zu erwähnen: Es berichtet über Neuerungen aus dem Gebiete der *Technologie des Radiums* und der *Uranerze E. Ehler* (Heidelberg). Die bisher noch übliche Darstellung des Radiums erfolgt nach *Curie-Debiegne* in vier Phasen:

1. Durch Einwirkung von Schwefelsäure wird Uran und Vanadin aus dem Rohmaterial herausgelöst und es bleibt ein radium- und mesothoriumhaltiger Sulfatrückstand.
2. Die zweite Phase stellt ein Anreicherungsverfahren an Radium- und Mesothoriumsulfat dar. Durch folgendes Umsetzen mit konzentrierten Alkali- und Alkalikarbonatlösungen, Auswaschen der Umsetzungsprodukte mit Wasser, Lösen in Säuren und Fällen mit Schwefelsäure und mehrmalige Wiederholung dieser Reihe von Operationen und schließlich Rückverwandlung in die Sulfate erhält man die sogenannten „Rohsulfate“, die ca. 1 % des Ausgangsmaterials darstellen.
3. In der dritten Phase werden die Rohsulfate einem umständlichen Aufschließungs- und Reinigungsverfahren unterworfen, das in einer oft zu wiederholenden Umsetzung der Sulfate mit Soda, Auswaschen, Auflösen in Säure und Wiederfällung als Sulfate und Lösen der zuletzt erhaltenen Karbonate in Salzsäure und Eindampfen dieser Lösung besteht.
4. In vierter Phase wird das reine Radiumbariumchlorid durch fraktionierte Kristallisation in angereichertes und zuletzt in reines Radiumchlorid oder -bromid übergeführt.

Die Neuerungen beziehen sich auf Vereinfachungen im Verlaufe des 3. und 4. Prozesses. Einmal werden die Rohsulfate in Mischung mit *Calciumhydrid* autogen, d. h. ohne daß äußere Wärmezufuhr nötig ist, zu löslichen Sulfiden bzw. Oxyden reduziert und durch Extraktion mit Salzsäure die radioaktiven Substanzen als Chloride gelöst. Aus dieser Lösung läßt sich durch Einleiten von Chlorwasserstoffgas reines Radiumbariumchlorid und zwar schon in angereicherter Form ausfällen.

Eine weitere Neuerung bezieht sich auf die Anreicherung des Radiums im Radiumbariumchlorid. Durch Schütteln mit kolloidalem Mangansuperoxydhydrat (Braunsteingel) wird aus der Lösung prozentual mehr Radium als Barium adsorbiert, so daß man bei Lösung der Adsorptionsverbindung in Salzsäure und Fällung mit Chlorwasserstoffgas nach obigem ein radiumreicheres Radiumbariumchlorid erhält.

Über die Metallurgie des Wolframs trägt *O. Ruff* (Danzig) vor. Wenn man Wolframpulver von der Korngröße des Silberkorns eines photographischen Negativs zu einem Regulus schmilzt, so zeigt dieser die für ein reines Metall charakteristische polyedrische Struktur. Preßt man das Pulver zu einem Stab und sintert es hoch, so vereinigen sich die einzelnen Pulverteilchen zu Polyedern schärferer Begrenzung, doch sind die Einzelteilchen noch deutlich erkennbar. Sie waren nur an einzelnen Stellen verschmolzen, skelettartig unter sich verbunden und reihenweise in der Längsrichtung des Stabes orientiert. Bei der weiteren Bearbeitung des gesinterten Wolframstabes in der Hämmermaschine und nachher in der Ziehmaschine wurden die skelettartig verbundenen Einzelelemente allmählich gestreckt und parallel gerichtet, so daß der fertige Draht aus einer Reihe von Einzelfasern bestand, welche parallel nebeneinander lagen oder seilartig umeinander gewunden waren. Aus dem *Temperaturkonzentrationsdiagramm*

des Systems Wolfram-Kohlenstoff geht hervor, daß ein Diwolframkarbid W_2C mit einem maximalen Schmelzpunkt bei $2800^\circ C$. existiert; metallographische Untersuchungen ergaben eindeutig außerdem die Existenz des Triwolframkarbids W_3C neben dem Monowolframkarbid. Die Existenz eines Triwolframkarbids machte es verständlich, daß ganz geringe Mengen von Kohlenstoff den Schmelzpunkt des Wolframs außerordentlich herabzudrücken vermögen, da ja 1 % Kohlenstoff bereits 4,7 % Triwolframkarbid entspricht.

Über die anorganischen Synthesen des Ammoniaks berichtet *O. Serpek* (Paris). Nach einem historischen Rückblick weist Vortragender darauf hin, daß die synthetische Darstellung von Ammoniak im Großen erst Bedeutung erhalten hat durch das jetzt vollends ausgearbeitete Verfahren zur Darstellung von *Kalkstickstoff* durch Überleiten von Luft über Calciumkarbid. Der Vortragende beleuchtet eingehend die im Verlaufe der Ausarbeitung des Verfahrens auftretenden Schwierigkeiten und deren Behebung. Kalkstickstoff selbst ist als Düngemittel zu verwenden, kann aber auch durch Erhitzen mit Wasser unter Druck in Ammoniak übergeführt werden. Auch andere Metalle nehmen unter geeigneten Versuchsbedingungen Stickstoff auf.

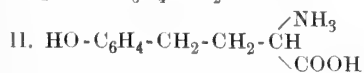
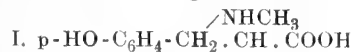
Besonders ist das vom Vortragenden ausgearbeitete Verfahren von technischer Bedeutung, bei dem aus Aluminiumoxyd (Bauxit) und Kohle unter Einwirkung von Stickstoff bei nicht zu hoher Temperatur (bei gleichzeitiger Anwesenheit von Wasserstoff $1250\text{--}1300^\circ C$.) Aluminiumnitrid entsteht, aus dem mit Wasser leicht Ammoniak erhalten werden kann. Schließlich ist das *Haber'sche* Verfahren der synthetischen Ammoniakdarstellung zu erwähnen, das der direkten Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff unter der Vermittlung geeigneter Katalysatoren.

Aus dem Gebiete der *organischen Chemie* ist vor allem der Vortrag von *Rosinoff* (Worcester, Mass.) zu nennen, der über die *Geschwindigkeit der Veresterung* von Säuren handelt. Der Vortragende hat gefunden, daß die Esterifizierung nicht, wie bisher angenommen, eine bimolekulare, sondern eine trimolekulare Reaktion ist. Nach seiner Theorie soll allgemein die stärkere von zwei gegebenen Säuren langsamer verestern als die schwächere. Dieses Prinzip gilt aber nur streng, wenn die Säuren isomer sind, weil nur dann ihr Verhalten vergleichbar ist und wenn die katalytischen Bedingungen in beiden Fällen genau die gleichen sind. Wenn nach *Victor Meyer* bei o-Substitution die Estrifikationsgeschwindigkeit aromatischer Säuren beträchtlich verlangsamt wird, so ist dies darin begründet, daß o-substituierte Säuren stärker sind als ihre Isomeren. Über die *quantitative organische Mikroanalyse* berichtet *F. Pregl* (Innsbruck). Die vom Vortragenden ausgearbeitete Methode gestattet Elementaranalysen mit sehr geringen Mengen auszuführen, was insofern von großer Bedeutung ist, als besonders bei der Untersuchung von in tierischen oder pflanzlichen Organismen erzeugten Stoffen oft nur ganz geringe Mengen zur Disposition stehen. Außer der Bestimmung des Gehaltes an Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, der Halogene, wird die Methode auch auf die der Mikromolekulargewichtsbestimmung nach *Beckmann* ausgedehnt.

A. Skita (Karlsruhe) berichtet über Versuche, aromatische und heterocyclische Stoffe durch kolloidale Platin- und Palladiumlösungen, die noch Wasserstoff adsorbiert enthalten, zu hydrieren, d. h. an genannte Verbindungen Wasserstoff zu addieren. Unter anderem fand der Vortragende die Gesetzmäßigkeit, daß Methyl- und Hydroxylgruppen im Benzolkern des Chinolins dessen Hydrierung erschweren. Nachdem *H. Meyer* (Prag) die Darstellung der *Mellithsäure* aus Holzkohle

ausgearbeitet hatte, hat er die Derivate derselben und im besonderen die stickstoffhaltigen Derivate studiert. Der Vortragende kommt zum Schluß, daß die meisten als Abkömmlinge der Mellithsäure angesprochenen Substanzen als solche der Pyromellithsäure anzusprechen sind.

Über Versuche der partiellen Synthese von *Chinalkaloiden* berichtet P. Rabe (Prag). In verschiedenen Papilionaceen kommt das *Rhatanin* vor, für das zwei Strukturformeln I und II möglich sind:



Aus dem Rhatanin läßt sich nun eine Base abspalten, die je nach der Strukturformel I oder II β -p-Oxyphenyl-äthylmethylamin oder γ -p-Oxyphenylpropylamin ist. G. Goldschmidt (Wien) hat nun letzteren Körper synthetisch dargestellt und gefunden, daß das von ihm dargestellte γ -p-Oxyphenylpropylamin von den aus dem Rhatanin dargestellten Basen verschieden ist. Ciamician und Silber in Bologna führen aus, daß die Autoxydation der Ketone durch Lichtwirkung zu den gleichen Produkten führt, wie sie sonst nur durch starke Oxydationsmittel, wie Chromsäure und Permanganat, zu erzielen sind. In der Natur spielen die Autoxydationen eine große Rolle und ist ihnen sicherlich besonders die natürliche Desinfektion durch das direkte Sonnenlicht zuzuschreiben. Über das physiologisch wichtige *Cholesterin* und die verwandte Cholsäure berichtet A. Morcschi (Mailand). Vortragender führt aus, daß das von ihm u. a. dargestellte Natriumsalz der Cholsäure und der Cholesterindikarbonsäure hämolytisch gegen Kaninchenblut wirken. Ehrlich (Breslau) zeigt, daß gewisse *Milchsäurebakterien* aus Aminosäuren Oxysäuren bilden und daß hierbei beträchtliche Mengen von Aminen auftreten können. Es ist dem Vortragenden gelungen, aus Schweizerkäse eine Milchsäurebakterie zu züchten, die optisch aktive d-Milchsäure aus Milchzucker und aus Tyrosin neben Oxysäure hauptsächlich Oxyphenyl-äthylamin bildet. Offenbar hängt der Käseifeiprozeß hauptsächlich mit der Tätigkeit solcher Milchsäurebakterien zusammen, da die Milchsäurebakterien die Aminosäuren nur bei Gegenwart von Zucker bilden. Nach H. Wieland (München) lassen sich die meisten Reaktionen, die durch Oxydasen und Peroxydasen katalytisch beschleunigt werden, auch als Dehydrierungsvorgänge auffassen. So ließ sich beispielsweise für den Prozeß der Essigsäuregärung der exakte Beweis erbringen, daß er nicht auf Grund einer Aktivierung des Sauerstoffs vor sich geht, sondern hier vielmehr eine stufenweise Dehydrierung des Alkohols und des Aldehydhydrates zur Säure vorliegt. Derselbe Vortragende konnte das *Gift des Krötenhautsekretes* der Zusammensetzung $\text{C}_{16}\text{H}_{24}\text{O}_4$ isolieren, das als Dioxylaceton mit drei Ringbindungen erkannt worden war. — Über die Synthese von Depsiden, Flechtenstoffen und Gerbstoffen berichtete in einer Sondersitzung der Deutschen chemischen Gesellschaft Emil Fischer. Der Vortragende schildert die Methoden der Synthesen von Depsiden, unter denen man die ersten Anhydride der Phenolkarbonsäuren versteht. Nach der Anzahl derselben, die miteinander verkuppelt sind, unterscheidet man Di-, Tri-, Tetradepside. Die Depside sind deshalb von Bedeutung, weil sie in den Flechten enthalten sind. Von den synthetisch hergestellten Depsiden kommen die Lecanor- und die Evernsäure natürlich in den Flechten vor. Was die Gerbstoffe anlangt, so erbrachte der Vortragende den Beweis, daß die Gerbstoffe der Galläpfel und verwandter Körper als Acylverbindungen von Traubenzucker mit Gallus-

säure und Digallussäure anzusehen sind. Auch die pflanzenphysiologische Seite wird vom Vortragenden eingehend behandelt. Bisher kannte man drei Wege im pflanzlichen Organismus zur Bildung von Abwehrstoffen gegenüber Säuren: die Salzbildung, die Amidbildung (Eiweiß) und die Veresterung (Fette). Hierzu kommt noch als vierter Weg die Bindung an Zucker unter Glukosidbildung. Schließlich gibt der Redner einen Ausblick auf die zukünftige Entwicklung der organischen Synthese in bezug auf die Herstellung von Riesensmolekülen, von denen er eines mit dem Molekulargewicht 4021 gewinnen konnte. M. Nierenstein (Bristol) kann sich jedoch, wie er ausführt, den Fischerschen Anschauungen über die Konstitution der Gerbstoffe nicht anschließen. Aus der Tatsache, daß eine Reihe von Gerbsäuren zuckerfrei sind, scheint die Glukosidnatur aller Gerbstoffe ausgeschlossen.

Von technologischem Interesse sind noch einige Vorträge über *hydraulische Bindemittel*. Über Arten und Entstehung von Hydrauliten berichtet F. Arlt (Wien). Auf diesen Vortrag sei hier nur hingewiesen. B. Kirsch (Wien) berichtet über Studien, betreffend die *Erhärtungsvorgänge des Zements*. Der Erhärtungsvorgang spielt sich nach Michaelis durch chemische Wechselwirkung der Zementkornoberflächen mit dem zwischen die Körner gegebenen Wasser ab. Sämtliche Körner hüllen sich in ein Hydrogel, welches mit Kristallen durchsetzt ist. Die Erhärtung dieser Hülle „mumifiziert“ das Korninnere. Bei einer Vermahlung werden nun diese Körner geteilt und gewissermaßen wieder aufgeschlossen. Sie können also wieder neue Hydrogelhüllen entwickeln, d. h. wieder erhärten. So erklärt sich die Eigentümlichkeit der Portlandzemente, nach vollständiger Erhärtung noch immer die Fähigkeit einer wiederholten Abbindung zu behalten. H. Erdmann (Halle) führt aus, daß man bei der technischen *Ölhärtung*, die in einer Addition von Wasserstoff an ungesättigte Fette unter Bildung von gesättigten Fetten, die höheren Erstarrungspunkte haben, statt des bisher verwendeten Nickels auch Nickeloxyd als Katalysator verwenden kann. F. Bergius (Hannover) berichtet über Versuche, die Steinkohlenbildung betreffend. Torf liefert bei einer exotherm freiwillig verlaufenden Zersetzungsreaktion bei 340° durch 19 Stunden neben CO_2 , H_2 und H_2O eine Verbindung, die Kohlenstoff bei Verlängerung der Reaktionsdauer nicht weiter anreichert. Die Reaktion ist folgendermaßen zu formulieren:



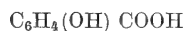
Die feste so erhaltene Verbindung entspricht der Zusammensetzung der natürlichen Fettkohle, und kann man daher schließen, daß die aus Torf natürlich gebildete Kohle nicht durch organische Stoffe verunreinigter amorpher Kohlenstoff ist, sondern vielmehr eine einheitliche chemische Verbindung, die ihrerseits natürlich mehr oder weniger durch andere Zersetzungsprodukte der kohlebildenden Pflanzen verunreinigt ist. R. Ditmar (Graz) hat beobachtet, daß in harzreichen Kautschuksorten die nach dem Durchschlagen von Geschossen entstehenden Löcher sich freiwillig wieder schließen, so daß beispielsweise Schiffskörper aus diesen Materialien nach einem Treffschuß kein Wasser hindurch lassen, was für die industrielle Verwendung der obengenannten Kautschuksorten von Bedeutung ist.

Die Synthese von Depsiden, Flechtenstoffen und Gerbstoffen.

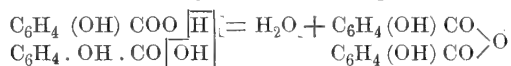
Auf dem diesjährigen Naturforschertag in Wien hat Emil Fischer einen zusammenfassenden Vortrag über

seine mit zahlreichen Mitarbeitern seit 5 Jahren unternommenen Studien über Depside, Flechtenstoffe und Gerbstoffe gehalten, der weit über den Kreis der Chemiker hinaus von Interesse ist. Dieser Vortrag nimmt auch insofern eine besondere Stellung ein, als es der erste zusammenfassende Vortrag war, welcher der von nun an ständigen Beteiligung der Deutschen Chemischen Gesellschaft an den Sitzungen der Naturforscherversammlung zu verdanken ist. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die dauernde Beteiligung der vornehmsten deutschen Gesellschaft, welche die Pflege der chemischen Wissenschaft in erster Reihe zum Ziel hat, auch in Zukunft mit dazu beitragen wird, die Sitzungen der chemischen Sektion wesentlich zu bereichern.

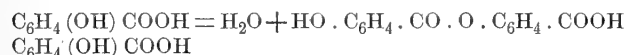
Den Ausgangspunkt der neuen Synthese *Emil Fischers* bilden Derivate der Phenolcarbonsäuren, zu denen die im Pflanzenreich weit verbreitete, schon im Jahre 1786 von *Scheele* entdeckte Gallussäure sowie die Salicylsäure gehören. Die Phenolcarbonsäuren, deren einfachste Vertreter die Formel



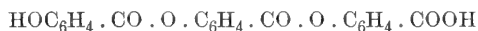
besitzen, vermögen nun unter sich Anhydride zu bilden, und zwar in verschiedener Weise. Einmal kann Wasserabspaltung zwischen den beiden Carboxylgruppen stattfinden, wie das die folgende Formel zeigt,



oder das Carboxyl des ersten Moleküls der Phenolgruppe greift in die Phenolgruppe des zweiten esterartig ein. Das einfachste Beispiel bildet auch hier die Oxybenzoesäure, die mit einem zweiten Molekül in folgender Weise reagiert:



Man kann nun auch ein drittes Molekül Oxybenzoesäure mit dem obengenannten Anhydrid weiterkuppeln und erhält dann folgendes System:

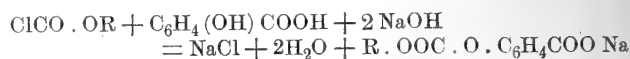


Solche esterartige Anhydride hat *Fischer* *Depside* genannt. Dieses Wort ist abgeleitet von dem griechischen *δερμα* (gerben), weil manche dieser Körper mit den Gerbstoffen Ähnlichkeit zeigen. Je nach der Zahl der Carbonsäuren, die zusammengekuppelt sind, werden weiterhin Didepside, Tri- und Tetradepside unterschieden. Analog der Nomenklatur, die *Fischer* bei den *Polypeptiden* seinerzeit benutzte.

Man kennt übrigens derartige Depside bereits seit einiger Zeit. So hat bereits im Jahre 1883 *Klepl* das Di- und Tridepsid der p-Oxybenzoesäure durch einfaches Erhitzen der Säure erhalten. Aber dieses einfache Verfahren ist bei den meisten anderen Phenolcarbonsäuren nicht anwendbar, weil sie bei der hierzu notwendigen Temperatur mehr oder weniger zersetzt werden. Es gelingt dagegen, solche Depside aus verschiedenen Phenolcarbonsäuren durch wasserentziehende Mittel, wie Phosphoroxchlorid POCl_3 herzustellen. Dieses Verfahren hat schon im Jahre 1853 *Gerhardt* und später seit 1871 besonders *Hugo Schiff* in zahlreichen Arbeiten benutzt. Auch hat die Firma *C. F. Böhringer & Söhne* in *Mannheim* auf diesem Wege die Disalicylsäure herstellen können und *Fischer* konnte im Jahre 1910 nachweisen, daß auch das Didepsid der p-Oxybenzoesäure auf diesem Wege erhalten werden kann.

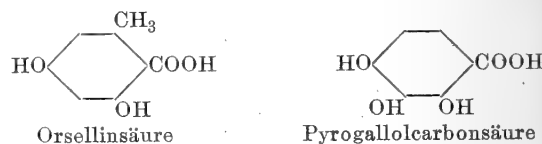
Ein viel bequemerer und vor allem viel allgemeiner anwendbares Verfahren besteht aber darin, daß man zuerst aus den Phenolcarbonsäuren carbomethoxylierte Derivate herstellt. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die Einführung der Carbomethoxylgruppe $\text{CH}_3 \cdot \text{CO}_2$ beson-

dere Vorteile für den Aufbau komplizierter Systeme bietet. Derartige Derivate werden nun leicht durch Einwirkung von Chlorkohlensäurealkylester $\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{OR}$ und Alkali auf Phenolcarbonsäuren in kalter wässriger Lösung erhalten, z. B.

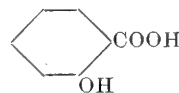


Besonders glatt verläuft diese Reaktion, wenn sich die Phenolgruppe in meta- oder para-Stellung zum Carboxyl befindet. In diesem Falle ist auch die Anhäufung von Hydroxylgruppen kein Hindernis, denn sowohl die Protocatechusäure $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2\text{COOH}$ wie die Gallussäure $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\text{COOH}$ lassen sich gleichfalls mit wenig mehr als der theoretischen Menge Chlorkohlensäuremethylester $\text{ClCO} \cdot \text{OCH}_3$ vollständig carbomethoxylieren.

Anders liegen die Verhältnisse jedoch, wenn das Hydroxyl benachbart zum Carboxyl steht. Es gelingt zwar auch in solchen Fällen die erwähnte Methode anzuwenden, wie das Beispiel der Orsellinsäure und der Pyrogallolcarbonsäure zeigt.

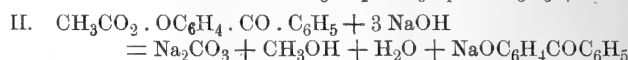
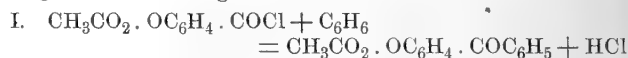


In anderen Fällen jedoch versagt die Methode. Dies gilt vor allem für die Orthoxybenzoesäure, die Salicylsäure.



Die vollständige Carbomethoxylierung dieser Säure und ihrer Homologen läßt sich jedoch durch Behandlung mit Chlorkohlensäureester bei Gegenwart von Dimethylanilin in einem indifferenten Lösungsmittel, z. B. Benzol, erreichen. Durch diesen Kunstgriff, der zuerst von *Fritz Hofmann* in einem amerikanischen Patent vom Jahre 1899 zur Herstellung der Carboäthoxysalicylsäure benutzt wurde, gelingt es, ohne Schwierigkeit alle Phenolcarbonsäuren in die entsprechenden Carbomethoxylderivate überzuführen. Bei den Polyphenolcarbonsäuren lassen sich unter Umständen auch partielle Carbomethoxylierungen vollziehen.

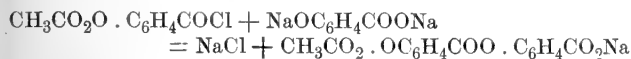
Die Rückverwandlung dieser Verbindungen in Phenolcarbonsäuren erfolgt außerordentlich leicht durch überschüssiges kaltes wässriges Alkali oder auch durch wässriges Ammoniak, langsamer durch neutrale Alkalicarbonat. Besonders wichtig für die Synthese haben sich die *Chloride* der Carbomethoxyphenolcarbonsäuren erwiesen, welche durch Einwirkung von Phosphorpen-tachlorid auf die Säuren entstehen. Diese Chloride zeichnen sich durch hervorragende Reaktionsfähigkeit ähnlich dem *Benzoylchlorid* aus und reagieren mit Alkoholen unter Esterbildungen, mit den Estern von Aminosäuren und auch mit den Aminosäuren selbst in wässrig alkalischer Lösung. Ferner vereinigen sie sich unter dem Einfluß von Aluminiumchlorid leicht mit Benzol und liefern durch nachträgliche Abspaltung der Carbomethoxygruppe unsymmetrische Oxyderivate des Benzophenons. Für das p-Oxybenzophenon verläuft die Synthese nach folgenden Gleichungen:



Nach dieser Methode gelang es auch, aus der Pyrogallolcarbonsäure $\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3\text{COOH}$ das isomere 2-, 3-, 4-

Trioxymethylphenol herzustellen, das sich mit dem unter dem Namen Alizarin gelb A bekannten *Beizenfarbstoff* als identisch erwies, wodurch dessen Struktur endgültig festgestellt wurde. Endlich lassen sich die Chloride auch mit den freien Phenolcarbonsäuren kuppeln und liefern durch nachträgliche Abspaltung der Carbomethoxygruppe Didepside und bei Wiederholung der Operation Tri- und Tetradeptide.

Den einfachsten Fall einer derartigen Synthese bietet die Paraoxybenzoesäure. Das Chlorid ihrer Carbomethoxyverbindung tritt ein in kalter wässriger Lösung mit Paraoxybenzoesäure nach folgender Gleichung zusammen:

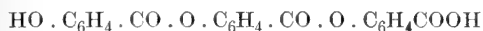


Es entsteht demnach das Alkalisalz der Carbomethoxy-p-Oxybenzoylbenzoesäure. Durch Einwirkung von kalter Salzsäure läßt sich daraus leicht die freie Säure gewinnen. Statt des Alkalis kann auch Dimethylanilin als Base angewendet und die Kuppelung bei Ausschluß von Wasser z. B. in Benzollösung vollzogen werden.

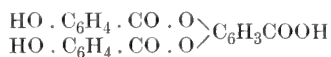
Enthält die zu kuppelnde Phenolcarbonsäure nur ein Hydroxyl, so ist der Verlauf der Reaktion eindeutig. Sind dagegen 2 oder 3 freie Phenolgruppen vorhanden, so entstehen nicht nur isomere carbomethoxylierte Didepside, sondern auch kompliziertere Produkte, d. h. Derivate von Tri- oder Tetradeptiden, deren Reinigung häufig große Schwierigkeiten macht.

Die Carbomethoxyderivate der Didepside sind in der Regel kristallinische Substanzen und ausgesprochene Säuren. Sie zersetzen daher Alkalibikarbonate überaus leicht. Durch kaltes verdünntes Alkali sowie durch wässriges Ammoniak läßt sich auch bei den Derivaten der Didepside die Carbomethoxygruppe wieder leicht abspalten.

Bei den Monophenolcarbonsäuren läßt die Theorie nur Tripeptide von folgendem Typus



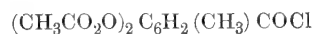
voraussehen. Ist dagegen eine Di- oder Triphenolcarbonsäure beteiligt, so sind auch verzweigte Formen, wie



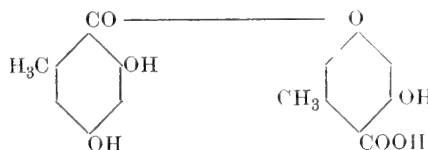
möglich. Bei den Tetradeptiden steigt die Anzahl der Isomeren natürlich in entsprechender Weise und gleichzeitig nimmt mit dem steigenden Molekulargewicht die Reaktionsträgheit der Substanzen stark zu. Bisher haben *Emil Fischer* und seine Mitarbeiter 28 Didepside, 2 Tripeptide und 2 Tetradeptide herstellen können, die im einzelnen, soweit sie nicht früher in sehr kleiner Anzahl bekannt gewesen sind, in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft seit 1908 und in *Liebigs Annalen* näher beschrieben worden sind.

Die einzige natürliche Fundstätte für Depside sind bis jetzt die *Flechten*, welche nach der Entdeckung von *Simon Schwendener* durch Symbiose von Algen und Pilzen entstehen. Diese Substanzen nehmen sowohl in morphologischer wie in chemischer Beziehung eine Sonderstellung ein und weisen zum Teil einen hohen Gehalt an Depsiden auf. Unter diesen ist am bekanntesten die *Lecanorsäure*, die schon lange als esterartiges Anhydrid der *Orsellinsäure* betrachtet wurde, ohne daß über die Stellung der Depsidgruppe etwas Sicheres bekannt war. Sehr nahe steht dieser Säure ferner die *Evernsäure*, deren Konstitution durch die *Fischerschen* Arbeiten ebenfalls kürzlich aufgeklärt wurde. Genauer beschreiben sei hier nur die Synthese der *Lecanorsäure*, die *Emil Fischer* mit seinem Sohne *Hermann* ausführte. Sie gin-

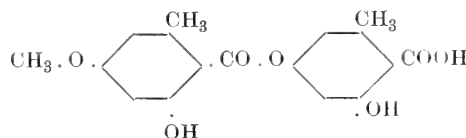
gen aus von der Darstellung des kristallisierten Dicarbo-methoxy-Orsellinoylechlorids



Diese Verbindung wurde in acetonischer wässrig alkalischer Lösung bei minus 15° mit *Orsellinsäure* gekuppelt und die hierbei entstehende Dicarbo-methoxyverbindung durch zweistündige Behandlung mit überschüssiger Normalnatronlauge bei 20° verseift. Dabei entstand in guter Ausbeute eine *Diorsellinsäure*, die sich in jeder Beziehung als identisch mit einer Probe natürlicher *Lecanorsäure* erwiesen hat.



Die *Evernsäure* steht übrigens in naher Beziehung zur *Lecanorsäure*, da sie das Monomethyl-derivat dieser Verbindung darstellt und demnach folgende völlig sicher-gestellte Strukturformel besitzt:



Nachdem somit *Emil Fischer* die theoretisch höchst wichtige Aufklärung einiger Flechtenstoffe gelungen war, wendete er sich der Synthese der *Gerbstoffe* zu, und zwar zuerst dem Gerbstoff der Galläpfel, dem sogenannten Tannin und einigen Substanzen vom gleichen Typus. Die experimentellen Schwierigkeiten, welche hier vorliegen, erscheinen noch weit größer als bei den Flechtenstoffen. Sichergestellt kann aber bereits jetzt gelten, daß derartige Gerbstoffe als esterartige Verbindungen von Zucker mit Phenolcarbonsäuren aufzufassen sind. Auch jetzt ist das letzte Wort bezüglich der Synthese des Tannins noch nicht gesprochen; wenn man auch aus den letzten Untersuchungen *Fischers* erfahren hat, daß in dem Tannin wahrscheinlich eine esterartige Kombination von 1 Molekül Glucose (Traubenzucker) mit 5 Molekülen Digallussäure nach Art der einfacheren Pentaacetylglucose vorliegt. Da das analytische Verfahren der Zerlegung der natürlichen Gerbstoffe keine definitiven Resultate liefert, so beschränkt *Fischer* auch hier den synthetischen Weg. Er stellte zuerst die Pentagalloylglucose dar, indem er auch hier wieder ein carbomethoxyliertes Derivat der Gallussäure bzw. das Chlorid dieser Säure auf Zucker einwirken ließ, und zwar bei Gegenwart von tertiären Basen, unter welchen sich das *Chinolin* als besonders geeignet erwies. Die synthetisch erhaltene Pentagalloylglucose zeigt nun eine überraschende Ähnlichkeit mit dem Tannin, abgesehen vom Drehungsvermögen und von der Menge der Gallussäure, die bei der hydrolytischen Zersetzung der Verbindung mit Schwefelsäure entsteht. Die Einheitlichkeit der Verbindung erscheint jedoch auch *Fischer* noch sehr zweifelhaft, da er geneigt ist, sie für ein Gemisch von 2 Stereoisomeren entsprechend den Derivaten der α- oder β-Glucose zu halten, deren Zerlegung in die reinen Substanzen jedoch sehr schwierig ist. Das Wichtigste aber ist die Tatsache, daß diese Pentagalloylglucose in allen ihren sonstigen Eigenschaften dem Tannin so nahe steht, daß mit ihrer künstlichen Gewinnung das Gebiet der Synthese von Gerbstoffen als prinzipiell erschlossen gelten kann.

Nach dem gleichen Verfahren lassen sich auch andere Gerbstoffsynthesen durchführen. So ist es einem

Schüler *Fischers* gelungen, aus dem entsprechenden Derivat der *Kaffeensäure* eine isomere Verbindung, die Penta-Pyrogallolcarboylglucose zu erhalten, die trotz der gleichen Zusammensetzung sich durch eine ganz erheblich geringere Löslichkeit in Wasser von der erstgenannten Verbindung unterscheidet. Derartige Unterschiede erscheinen auf den ersten Blick sehr überraschend. Bedenkt man jedoch, daß das Tannin und wohl auch die so ähnliche Pentagalloylglucose leicht kolloidale wässrige Lösungen bilden, so verschwindet das Überraschende der geringen Löslichkeit der letztgenannten Verbindung, die als Isomere anscheinend nur eine geringe Neigung zur Bildung derartiger kolloidalen Lösungen zeigt.

Besonders wichtig ist auch die *physiologische* Bedeutung der Gerbstoffsynthese, vor allem die Erkenntnis, daß esterartige Verbindungen der Zucker- und Phenolcarbonsäuren eine große Zahl von tanninähnlichen Gerbstoffen bilden. Der Zucker wird demnach von der Pflanze ebenso wie das Glycerin oder die einwertigen Alkohole zur Veresterung von Säuren benutzt. Der Organismus duldet freie Säuren im allgemeinen nur an bestimmten Stellen, wie im Magen der Tiere oder in den unreifen Früchten oder auch in Rinde und Schale, wo sie wahrscheinlich als Abwehrstoffe wirken. Gewöhnlich aber tritt die Neutralisierung durch Salzbildung, viel häufiger auch durch Amidbildung, wie in den Proteinen, oder durch Esterbildung, wie in den Fetten, ein. Die neueren Versuche *Fischers* zeigen, daß auch die Veresterung durch Zucker zur Absättigung von Säuren benutzt wird, und es ist zu erwarten, daß man derartigen Esterderivaten der Zucker in Pflanzen und vielleicht auch im Tierreich noch häufiger begegnen wird.

Was nun die praktische Bedeutung der *Fischerschen* Synthesen für den Aufbau von Gerbstoffen, die für die Gerberei in Frage kommen, anbetrifft, so stellen sich allerdings die Kosten für die bis jetzt hergestellten Produkte ganz unverhältnismäßig hoch. Aber es erscheint nicht ausgeschlossen, daß es in späterer Zeit einmal der synthetischen Chemie gelingen wird, auch die technisch-wirtschaftliche Synthese von Gerbstoffen durchzuführen.

II. G.

Neue deutsche Literatur aus dem Gebiete der Luftschiffahrt.

Von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiburg i. Sa.

I. Allgemeines.

Die diesjährige Ausgabe des „Jahrbuchs des deutschen Luftfahrerverbandes“ (Berlin, Klasing & Co., 1913) schließt sich im wesentlichen nach Umfang und Inhalt der vorjährigen an. Mit dem zunehmenden Wachsen des Verbandes ist es unmöglich geworden, das Jahrbuch in der Weise weiterzuführen, wie es noch vor drei bis vier Jahren vorlag. Damals enthielt die Ausgabe das ganze Mitgliederverzeichnis des Verbandes und daneben zum Teil noch wichtige Publikationen aus dem Gebiete der Luftfahrt. Nachdem in ungeahntem Aufschwung die Zahl der Mitglieder auf 74 000 angewachsen ist, ist die frühere Form unmöglich geworden. Die jetzige Ausgabe, die in bequemer Taschenbuchform vorliegt, enthält nur Daten, die die Organisation des Verbandes betreffen, also nur Zahlenmaterial, ist aber gerade dadurch für jeden, der sich irgendwie mit Fragen der Luftfahrt zu beschäftigen hat, ein unentbehrlicher Ratgeber geworden. Neben der schon angegebenen Zahl mögen noch einige Daten mitgeteilt werden, die die Entwicklung des deutschen Luftfahrerverbandes veranschaulichen. Der Verband umfaßt 89 Vereine, besitzt 926

Freiballonführer, 35 (!) Luftschiffführer, 345 Flugführer. Die Freiballonabteilung hat einen Ballonpark von 123 Freiballons (die bekanntlich der Heeresverwaltung im Kriegsfall zur Verfügung stehen). Ferner sind 21 Luftschiffhallen vorhanden, daneben 30 Landungsplätze und 62 Flugplätze. Einzelheiten sind ausführlich im Jahrbuch angegeben. Daneben finden sich Protokolle der Verbandstagungen des letzten Jahres, Übersichten über die Wettbewerbe, Rekorde usw. Darunter erscheint besonders erwähnenswert ein Bericht des Sprachauschusses, der einheitliche Fachausdrücke im Flugwesen vorschlägt.

Neben diesem allgemeinen Jahrbuch pflegen auch einzelne große Vereine des Verbandes ein eigenes Jahrbuch herauszugeben. So liegt vor uns in einem stattlichen, wohl ausgestatteten Band das Jahrbuch des Niederrheinischen Vereins für Luftschiffahrt (im Selbstverlag des Vereins). Nach einem ausführlichen Bericht über das Vereinsjahr folgt eine Liste der Vorstandsmitglieder, der Freiballonführer, der Freiballons, ferner die Satzungen, eine Fahrtenübersicht usw. Den zweiten Hauptteil des Buches bildet eine Zusammenstellung von Abhandlungen, die aus den Kreisen des Vereins hervorgegangen sind. Darunter eine recht interessante Studie über das erste Jahrzehnt des Vereins von dem überaus verdienstvollen Mitglied des Vereins Professor *Bamler* und ferner ein interessanter Beitrag über physikalische Messungen im Freiballon von Privatdozent Dr. *Grebe*: „Über die Notwendigkeit von Messungen der Sonnenstrahlung im Ballon“ u. a. m. Daß sich daneben auch einiges von geringem Wert eingeschlichen hat, liegt wohl in der Beitragsfreudigkeit der Mitglieder. Für bedenklich halten wir allerdings den Artikel von Apotheker *O. Dieckmann*: „Mein Variometer“. Wer das bekannte Bestelmeyersche Variometer und speziell die Originalpublikation in der Physikalischen Zeitschrift kennt, weiß, mit wie großem Geschick bei dieser Ausführungsform die vielfachen Fehlerquellen, die dabei auftreten, kompensiert wurden, und daß es zwecklos ist, ohne eine derartige sorgsame Berücksichtigung aller Faktoren immer wieder mit neuen Konstruktionen hervortreten zu wollen.

Daneben sei erwähnt der von *Kurt v. Frankenberg* herausgegebene Luftfahrtskalender 1913 (Berlin, Klasing & Co.), der in Form eines Abreißkalenders eine Übersicht über alle Teile der Luftfahrt und recht interessante und gute Abbildungen bietet.

II. Luftschiffe.

Bei der Durchsicht der Bücher über lenkbare Luftschiffe drängt sich unwillkürlich eine Frage auf, die an die unbeabsichtigte Landung des Zeppelinluftschiffes auf französischem Boden anknüpft. Es ist damals vielfach in der Presse die Befürchtung ausgesprochen, daß dabei wichtige Konstruktionsprinzipien preisgegeben seien. Demgegenüber wurde darauf hingewiesen, daß die äußere Konstruktion aus der Unzahl der überall verbreiteten Photographien aller Welt längst bekannt sei. Die vorliegenden Bücher zeigen, wie auch in der Literatur die Konstruktionsprinzipien recht offen behandelt werden, so daß die erwähnten Befürchtungen gerade im Hinblick auf diese Bücher und auf eine große Anzahl von beschreibenden Zeitschriftenartikeln einer ganz wesentlichen Einschränkung bedürfen.

In zwei Bänden liegt ein Werk von *Basenach* vor über „Prall-Luftschiffe“ (I. Teil: Allgemeine Darstellung der Grundlagen und des Entwurfs mit 22 Abbildungen, II. Teil: Allgemeine Darstellung des Entwurfs und der Konstruktion mit 80 Abbildungen. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1912. 2 Bände. Preis geb. à M. 3,—). Im ersten Abschnitt des ersten Bandes wird zunächst

die allgemeine Anordnung und die Wirkungsweise eines Prall-Luftschiffes beschrieben. Als Normaltyp ist ein dem Parseval ähnlicher Ballon zugrunde gelegt und an seiner Ballonetanordnung, seiner Höhen- und Seitensteuerung, seiner Gondelaufhängung usw. das Grundprinzip eines Prall-Luftschiffes klargestellt. Anschließend daran werden für die verschiedenen Formen der Prall-Luftschiffe (*Faure, de la Vaux, Lebaudy, Beauchamp, Ruttensberg, Erbslöh, Parseval, Siemens-Schuckert, Godard, Clouth, Körting, Groß*) die unterscheidenden Merkmale besprochen, so z. B. das Prinzip der vollen Unstarrheit, das der Halbstarrheit, die verschiedene Anordnung der Luftsäcke, der Steuer, der Ventilatoren usw. Im zweiten und dritten Abschnitt folgt eine Einteilung der Schiffe mit Rücksicht auf ihren Verwendungszweck. Weiter wird die Messung der Geschwindigkeit mit den dabei möglichen Fehlern ausführlich besprochen und anschließend daran der Begriff des Auftriebes, der Hubkraft und der Nutzlast eines Luftschiffes definiert. Es schließt sich an ein Kapitel über Höhenleistung, Fahrzeit und die Methode, bei verschiedener Windstärke den Aktionsradius und die Marschstrecke eines Luftschiffes zu messen. Ein vierter Abschnitt ist dem Traggas gewidmet, mit eingehender Berücksichtigung der verschiedenen Methoden zur Herstellung von Wasserstoff, der Eigenschaften dieses Gases, seiner Ausdehnung und Wärmeleitfähigkeit usw. Bei dem im fünften Abschnitt behandelten Problem des Entwerfens von Prall-Luftschiffen wird darauf hingewiesen, daß man es hier mit einer Aufgabe zu tun hat, die der bei dem Bau von Unterseeböten sehr ähnlich ist. Es wird geschildert, wie man auf Grund von Modellversuchen zu einem Vorentwurf kommt, und wie man dann anschließend eine genaue Berechnung eines Luftschiffes durchzuführen hat.

Im Anfang des zweiten Bandes wird auf die Modellversuche zurückgegriffen. Besonders eingehend werden die bekannten Versuche der Göttinger Modellversuchsanstalt besprochen, auf Grund deren z. B. der Parseval seine jetzige Form bekommen hat. Nach Beschreibung dieser Prandtl-Fuhrmannschen Versuchsanordnung werden in Abbildungen die Modelle vorgeführt, die nach diesen Versuchen den geringsten Luftwiderstand ergeben haben. Besonders interessant sind in diesem Bande die Überlegungen über den Verdrängungsmittelpunkt und den Tragkörperschwerpunkt. Es wird hier gezeigt, daß die Auftriebskraft der Gasfüllung meist an einem anderen Punkt angreift wie die Schwerkraft der Hülle, und daß man die übrigbleibende Komponente durch eine richtig angebrachte und richtig bemessene Schwerkraft der Gondel und der Maschinenanlage zu kompensieren hat. Eng damit zusammen hängt die Frage nach den Spannungen, die in der Hülle infolge des Auftriebes des Gases entstehen, und nach den anormalen Beanspruchungen der Hülle, die z. B. bei Windwirbeln über einem Gebirge oder bei einem starken Senkrechtestellen des Tragkörpers auftreten können. In einem Abschnitt über den Innendruck und die Sicherheit der Hülle werden Zahlenbeispiele durchgerechnet und die Größen der Ballonets und der für ihre Füllung nötigen Gebläse in ausführlichen zahlenmäßigen und konstruktiven Details besprochen.

Ein dritter Band des Werkes ist leider durch den Tod des Verfassers unvollendet geblieben.

Einen wichtigen Platz in der Literatur über Luftschiffe nimmt das Buch von Oberleutnant *Paul Neumann* „Die internationalen Luftschiffe und Flugdrachen“ ein, das jetzt in zweiter Ausgabe wesentlich erweitert vorliegt. Sein erster Hauptteil entspricht der früheren Ausgabe und enthält eine gewissenhafte Zusammenstellung aller bisher gebauten Luftschiffe nach den ein-

zelnen Ländern geordnet. Jeder Luftschiffotypus ist durch eine Anzahl von gut gewählten und ausgezeichnet reproduzierten Photographien veranschaulicht und durch einen kurz gehaltenen Text mit den für die Konstruktion wichtigen Daten erklärt. Seinem Wesen nach bildet es damit ein wertvolles Nachschlagewerk, das in der neuen Ausgabe noch dadurch gewonnen hat, daß ein zweiter Teil mit den Abbildungen sämtlicher in Deutschland gebauter Flugzeuge hinzugefügt wurde.

Während dies Buch als Sammelwerk alle bisherigen Errungenschaften dieses Gebietes zu vereinigen sucht, führt uns das Buch von *Haas* und *Dietzius*, Stoffdehnung und Formänderung der Hülle von Prall-Luftschiffen. Untersuchungen im Luftschiffbau der Siemens-Schuckertwerke (Heft 4 der Sammlung „Luftfahrt und Wissenschaft“, Berlin, J. Springer, 1913) dem Charakter der Sammlung entsprechend ganz auf Neuland. Bei dem Siemens-Schuckert-Luftschiff, dem größten Schiff der unstarren Bauart (Länge: Durchmesser 1 : 9), stellte es sich in den ersten Wochen nach der Füllung heraus, daß der Stoff unter den auf ihn einwirkenden Kräften eine starke Deformation erfuhr, und daß dadurch der Tragkörper des Luftschiffes an seinen Enden ein wenig emporgehoben wurde. Dieser Fehler wurde dadurch behoben, daß an den Stellen der schärfsten Krümmung Stoffkeile eingesetzt wurden.

Auf Grund dieser Erfahrung wurde von den Verfassern des vorliegenden Buches im Laboratorium der Siemens-Schuckertwerke eine größere Untersuchung unternommen, die auf theoretischem und besonders experimentellem Wege die Erscheinungen bei verschiedener Beanspruchung des Stoffes verfolgen sollte. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in dem vorliegenden Bande niedergelegt.

Der erste Teil von Dr.-Ing. *R. Haas* über Stoffdehnung und Hüllenform ist mehr allgemeinen Charakters. Es wird hier ganz allgemein untersucht, wie der Stoff sich bei der verschiedensten Beanspruchung, bei Dehnung, bei Torsion usw. verhält, wie seine elastischen Eigenschaften sind und so fort. Die so gewonnenen Resultate sind in ausführlichen Diagrammen niedergelegt. Weiter wurden Versuche an einem mit Wasser gefüllten, möglichst einfachen Ballonmodell, das verschieden belastet wurde, angestellt und hier besonders die Formänderungen gemessen und mit den vorausberechneten verglichen.

Der zweite Teil des Buches, mit dem Titel „Formänderung der Hülle des Siemens-Schuckert-Luftschiffes“ von *A. Dietzius* ist mehr spezieller Natur. Es wird hier zunächst beschrieben, wie man durch Abloten am fertigen Luftschiff die Formänderungen bestimmen kann und auch bestimmt hat. Da dieses Verfahren aber zu zeitraubend und zu kostspielig ist, wurden Modellversuche gemacht. Das Prinzip dieser Versuche besteht darin: ein Modell des großen Ballons ist in einem solchen Maßstab aus gleichem Stoff herzustellen und durch Wasserfüllung so zu beanspruchen, daß an den korrespondierenden Punkten des Modellballons die gleichen spezifischen Spannungen entstehen, wie beim wirklichen Ballon. Dann sind auch die Dehnungen und Schiebungen im Hüllentoff die gleichen wie beim großen Ballon, und die Deformationen werden maßstäblich ähnlich. Dementsprechend wurde im Verhältnis 1 : 33¼ ein Modellballon gebaut und dieser an den verschiedenen Punkten, wo beim Originalballon Gewichte (Gondel, Ruder usw.) angreifen, mit Seilen versehen, die über Rollen liefen und mit entsprechenden Gewichten belastet wurden. Der nach unten hängende Ballon wurde bei dieser Aufhängungsweise mit Wasser gefüllt, das der Belastung entspricht, die beim Originalballon das Traggas hergibt. Auf Grund

dieser Versuche ergeben sich für die Durchbiegungen usw. Zahlen, die bei einer Neukonstruktion zu Hilfe gezogen werden können.

III. Flugzeuge.

Das Buch von *P. Bèjeuhr*: *Luftschauben* (Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin, 1912, gebunden M. 4,—. VI. Band der Sammlung Luftfahrzeugbau und Führung) behandelt ein Gebiet, das für Luftschiffe und Flugzeuge gleich wichtig ist, das aber erst seine eigentliche Bedeutung durch die rasche Entwicklung der Flugtechnik gewonnen hat. Der Verfasser, der auf der Internationalen Luftfahrzeugausstellung zu Frankfurt a. M. (1909) die Versuche leitete, auf Grund deren der ausgeschriebene Propellerwettbewerb entschieden wurde, behandelt zunächst die Grundbegriffe, ausgehend von den im Schiffbau gebräuchlichen Schrauben, und entwickelt dann die allgemeine Theorie, auf Grund deren eine Berechnung der Luftschauben möglich ist. Der zweite Teil ist mehr praktischen Dingen gewidmet. Besonders interessieren die mannigfachen Anordnungen, um die Propeller auf ihren Wirkungsgrad zu untersuchen. Die ersten Prüfstände bestanden meist in ortsfesten Gerüstaufbauten, wobei die Schraube durch einen Motor angetrieben und die aufgenommene Leistung und die Schubkraft gemessen wurde. Da sich im praktischen Betrieb die Schraube meist nicht ruhend befindet, wurde auch diese Betriebsform untersucht. Besonders interessiert hier der von *Vickers Sons* und *Maxim Ltd.* durchkonstruierte und ausgeführte Rundlauf mit einem 50 m langen Arm, auf dessen Ende der Propeller montiert wird und bei seiner Rotation den Rundlauf in Umdrehung versetzt. Leider geht bei dieser Methode insofern ein Fehler ein, als bei der Rotation die Luft mitgerissen wird und dadurch die Relativbewegung von Propeller und Luft nicht exakt definiert ist. Die moderneren Anlagen sind daher meist von dieser Betriebsweise abgekommen und setzen den Propeller auf einen auf Schienen laufenden Wagen. Vorangegangen ist mit dieser Betriebsweise der Verfasser des Buches mit dem von ihm auf Anregung von Professor *Prandtl* entworfenen Propellerwagen der IIa, auf dem der erwähnte Wettbewerb entschieden wurde. Im Anschluß an diese Versuchsaufbauten werden die daraus gewonnenen Resultate und weiter die Herstellungsart der Schrauben besprochen. Ein Schlußkapitel ist der verschiedenartigen Anwendung der Schrauben gewidmet.

Ein Heft von *A. M. Joachimczyk*: *Moderne Flugmaschinen* (Verlag von Klasing & Co., Berlin 1913) gibt eine kurze Übersicht über verschiedenartige Aufbaue der heutigen Flugmaschinen. Das Heftchen wird zur schnellen Orientierung über das Gebiet gute Dienste leisten.

Im Verlag von Oldenbourg sind weiter zwei Bücher erschienen, die sich mit dem Problem des Fliegens mit einem Apparat, der schwerer als die Luft ist, beschäftigen. Das eine davon ist die zweite Auflage des heute schon fast klassisch gewordenen Buches von *O. Lilienthal*: *Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst*, das jetzt von dem Bruder des Altmeisters der Flugtechnik in zweiter Auflage herausgebracht wird und von ihm mit einer biographischen Einleitung und einem Nachtrag versehen ist. Es ist ein hoher Genuß, die grundlegenden Überlegungen und Experimente der Brüder nachzulesen und zu sehen, wie sie Schritt für Schritt auf dem richtigen Wege vorwärtsschreiten, bis zu den Gleitflügen mit einem recht modern anmutenden Apparat, der dem einen von ihnen den frühen Tod brachte.

Das zweite Buch, *J. Hofmann*, *der Menschenflug*. Seine bisherige Entwicklung und seine Aussichten (Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin. Bd. IV

und V der Sammlung Luftfahrzeugbau und Führung) hat einen wesentlich anderen Charakter. Es gibt eine eingehende historische Übersicht über die verschiedenen Versuche, das Flugproblem zu lösen mit einer Fülle von Material, so daß eine eingehende Übersicht die ganze Entwicklung an dieser Stelle wiederholen müßte. Der Verfasser, der selbst an dieser Entwicklung tätigen Anteil genommen hat, beschreibt unter anderem eingehend die von ihm durchgeführten Versuche. Im zweiten Teil sind die modernen Flugmaschinen mit ihren Konstruktionseinzelheiten beschrieben.

IV. Hilfswissenschaften.

Unter den für das Gebiet der Luftfahrt in Frage kommenden Hilfswissenschaften hat die Chemie der Gase spezielle Bedeutung für Freiballon und Luftschiff. Das Buch von *Fr. Brähler*, *Chemie der Gase* (Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin, Bd. III der Sammlung Luftfahrzeugbau und Führung) bietet dem Charakter der Sammlung entsprechend einen guten Überblick über alle hier in Frage kommenden Gesichtspunkte. In seinem ersten Teil werden die physikalischen Eigenschaften der Gase besprochen und zwar speziell die, welche im praktischen Luftschiffbetrieb wichtig sind, z. B. Diffusion usw. Im zweiten Teil ist je ein Kapitel den einzelnen Bestandteilen der Luft, dem Sauerstoff und dem Stickstoff und ihrer Zusammensetzung, der Luft und weiter der Kohlensäure und dem Wassergas gewidmet, wobei jeweils nach einem kurzen geschichtlichen Abschnitt das Vorkommen, die Darstellung und die Eigenschaften beschrieben werden. Der Hauptabschnitt des Buches enthält eine Besprechung des Wasserstoffs, wobei alle technisch wichtigen Verfahren erwähnt und mit ausführlichen chemischen und konstruktiven Details beschrieben werden. Ein Kapitel über das dem Freiballonsport besonders wichtige Leuchtgas und über ein von *Ochelhäuser* erfundenes Leichtgas sowie über die zum Transport der Gase wichtigen Gasflaschen schließt das Buch.

Für den gleichen Kreis von Lesern von Wichtigkeit sind alle Neuerscheinungen, die sich mit der astronomischen Ortsbestimmung im Luftschiff beschäftigen, so z. B. das Buch von *W. Leick*: *Astronomische Ortsbestimmungen mit besonderer Berücksichtigung der Luftschiffahrt* (Verlag von Quelle & Meyer, Leipzig, geb. M. 3,50). Es ist geschrieben, um dem Laien eine möglichst einfache Einführung in dies Gebiet zu ermöglichen und entwickelt daher zunächst die elementaren Grundbegriffe der Astronomie und Geographie, wie Breite und Länge, das Horizontalsystem usw. Im zweiten Hauptkapitel werden eingehend die verschiedenen gebräuchlichen Methoden der Ortsbestimmung besprochen. In der Praxis der Luftfahrt haben sich besondere Bedeutung die graphischen Methoden zu erringen gewußt und unter diesen speziell das Verfahren von *Brill* und *Voigt*. Es ist sehr erfreulich, daß es jetzt dem Erfinder dieser Methode gelungen ist, ein nach seinen Angaben von der Firma Hartmann und Braun konstruiertes Instrument (*A. Brill*: Instrument zur graphischen Auswertung astronomischer Positionsbestimmungen nach der Standlinienmethode. Als Manuskript gedruckt. Im Selbstverlag der Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M.) auf den Markt zu bringen, das recht handlich und billig ist. Es tritt dieses Instrument damit neben das von *Voigt* konstruktiv durchgearbeitete, auf dem Brillschen Grundgedanken beruhende Instrument, das unter dem Namen „Orion“ bekannt geworden ist, und das vor einigen Jahren von der Motorluftschiffstudiengesellschaft angekauft wurde.

Ein drittes Gebiet ist von grundlegender Bedeutung für die Luftschiffahrt: die wissenschaftliche Meteorolo-

logie. Es wurde vor kurzem an dieser Stelle bereits das Buch von *F. Linke*: *Aeronautische Meteorologie* besprochen, das in dieser Zusammenstellung wegen seiner dort erwähnten brauchbaren Eigenschaften nicht unerwähnt bleiben mag. Heute liegt unter dem gleichen Titel ein zweites Buch vor: *Fischli* *Aeronautische Meteorologie* (Verlag von R. C. Schmidt & Co., Berlin, 1913). Das Buch hat seine besonderen Eigenschaften, die es aus dem Rahmen der gewöhnlichen Lehrbücher herausheben. So ist z. B. überall dort, wo Meßinstrumente angeführt werden, zur Erklärung der Wirkungsweise ein kurzer Satz angeführt, wie z. B. auf S. 21 „Zur Bestimmung des Staubgehalts der Luft dient „Aitkens“-Staubzähler“. Wie der Apparat eingerichtet ist, wie man zu messen hat, darüber hat der Leser selbst nachzudenken. Weiter ist bei der Auswahl des Stoffes eine einseitige Bevorzugung einer Gruppe und eine derartige Nichtbeachtung einer zweiten Gruppe von deutschen Meteorologen zu konstatieren, die wirklich in Erstaunen setzt. Diesem Charakter des Buches entspricht auch folgender Satz der Einleitung: „Zielbewußt und ohne mit kleinlichen Sachen ein unangebrachtes aufgebauschtes Wesen zu machen, hat er als Fachmann die Aerologie von einem Sport zu einer Wissenschaft erheben helfen, während andere in Verkennung der eigenen Unwissenheit sich mit fremden Federn zu schmücken suchen und in ihrer Unkenntnis selbst mit negativen Erfolgen Aufsehen erwecken wollen.“ Eine Besprechung des Inhalts erübrigt sich danach.

Im Auftrag und mit Unterstützung des Kuratoriums der Nationalflugspende erscheint in diesen Tagen ein Buch, das recht modernen Anforderungen gerecht wird. Es ist eine kurze meteorologische Anweisung für Flieger von *F. Linke*: „Die meteorologische Ausbildung des Fliegers“ (Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin, geb. M. 1,70). Das Buch wendet sich in der Hauptsache an diejenigen, die das genannte Kuratorium als für die Flugausbildung am geeignetsten im Auge hat: „Junge intelligente Leute mit Volks- und Mittelschulbildung, die eine gewisse technische Schulung haben“. Diesem Zweck entsprechend sind die Ausführungen vollkommen elementar gehalten. Es ist trotz des knappen Umfangs von nur 70 Seiten doch alles Wesentliche eingehend behandelt. Zunächst werden die für den Flieger wichtigen Instrumente besprochen zur Messung von Luftdruck resp. Höhe, Vertikalgeschwindigkeit und Windgeschwindigkeit. In diesem Abschnitt dürften die ganz modernen Einrichtungen zur Messung von Windgeschwindigkeiten Interesse erwecken, unter denen besonders die Prandtl'sche Methode der Staurohren sehr entwicklungsfähig erscheint. Bei dieser Methode wird in den zu messenden Luftstrom ein Staurohr gesetzt in Verbindung mit einem empfindlichen Manometer, dessen Ausschlag in Windgeschwindigkeiten zu eichen ist. Diese Methode vermeidet den Fehler, der durch die Trägheit des rotierenden Systems bei allen Rotationsmanometern eingeht und gibt direkt die Windgeschwindigkeit in jedem Augenblick. Weiter wird die Methode der Pilotvisierung zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit in verschiedener Höhe besprochen. Das zweite Kapitel enthält Angaben über die Windverhältnisse. Hier ist besonders eingehend darauf eingegangen, wie sich der Wind über hügeligem Terrain auszubilden pflegt, wie speziell über Wäldern die Windstromfäden deformiert werden und unter welchen Umständen hier gefährliche Wirbel oder „Luftlöcher“ zu erwarten sind. Weiter werden die verschiedenen Arten der Wolkenformen und die für Gewitterbildung maßgebenden Faktoren besprochen. Im letzten Abschnitt folgt ein eingehender Bericht über die heutige Organisation des Wetterdienstes. An Hand einer Reihe geschickt ausgewählter typischer Wetterkarten wird auf

die verschiedenen Typen von Luftdruckverteilungen eingegangen und den Gesichtspunkten, die für den Flieger bei seinem Studium in Betracht kommen, ein breiter Raum gewidmet. Den Schluß bildet ein Bericht über den an dieser Stelle bereits besprochenen Luftfahrwetterdienst. Eine Anzahl wichtiger Tabellen vervollständigt das Buch, das sich in kürzester Zeit als wertvolle Ergänzung unserer einschlägigen Literatur seinen Platz gesichert haben wird.

Zum Schluß sei noch auf ein Werk hingewiesen, das aus dieser Besprechung ein wenig herausfällt, das wir aber doch nicht übergehen möchten. Es ist das Buch von unserem bekanntesten Flieger *Hellmuth Hirth*, 20 000 Kilometer im Luftmeer (Verlag von S. Braunbeck, Berlin 1913). Es ist wirklich eine Freude, dem Erzähler bei seinen Berichten über die verschiedenen Flugveranstaltungen, bei denen er meist als Sieger hervorging, zu folgen, um so mehr, als überall eine Bescheidenheit zutage tritt, die an dieser Stelle doppelt angenehm berührt. Wenn auch das Buch naturgemäß rein erzählender Natur ist, so wird doch auch der wissenschaftlich interessierte Leser an den mancherlei Erlebnissen, die immer wieder auf die große Bedeutung der meteorologischen Bedingungen für den praktischen Flugbetrieb hinweisen, mannigfache Anregung finden.

Zuschriften an die Herausgeber.

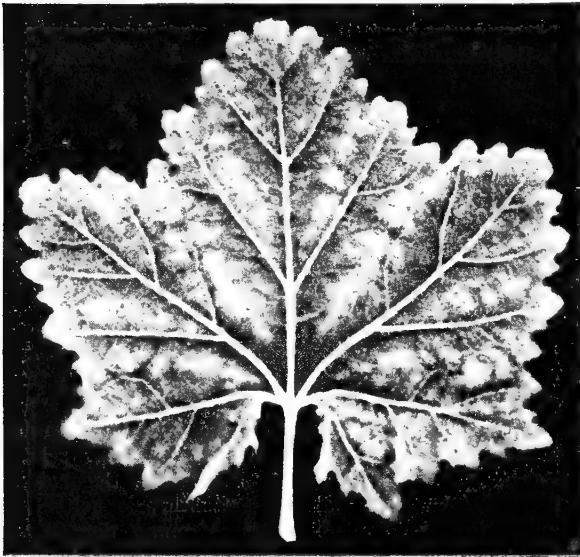
Über die Absorption der Schwerkraft

wurde im Heft 44 dieser Zeitschrift von *A. Marcuse* mitgeteilt, daß *W. de Sitter* im „Observatory“ Bd. 35 Untersuchungen veröffentlicht habe, deren Ergebnisse denen *Bottlingers* ähnlich seien. — Herr *Bottlinger* sagt in seiner Preisschrift über „die Gravitationstheorie und die Bewegung des Mondes“ (Freiburg i. Br., Trömer, 1912, S. 48 f.): „Das berühmteste und wohl am ehesten der Wahrheit entsprechende von diesen (mechanischen Bildern zur Erklärung der Gravitation) ist die sogenannte Ätherstoßtheorie von *Lesage-Thomson-Isenkrahe*. Ich verweise hier nur auf das interessante Buch des letzteren, das Rätsel von der Schwerkraft, welches alle bis zu seinem Erscheinen (1879) entstandenen Theorien bespricht und kritisiert und außerdem noch sehr schöne Untersuchungen des Verfassers über diesen Gegenstand enthält . . . Läßt man die Ätherstoßtheorie gelten, so folgt mit Notwendigkeit eine *Abschirmung der Gravitation*, wie sie aus meinen Untersuchungen erschlossen wurde.“ — Kurz vorher hatte *B.* noch weiter bemerkt: „Die Lösung der interessanteren Frage nach der *Fortpflanzungsgeschwindigkeit* der Gravitation wäre eine der nächsten Aufgaben der theoretischen Astronomie.“

Für das kundgegebene Wohlwollen bin ich Herrn *Bottlinger* dankbar, möchte aber ergänzend anführen, daß ich auch schon selbst nicht bloß auf den Wert einer Bestimmung des Zeitverbrauchs bei der Raumdurchdringung des Gravitationsantriebs, sondern ebenfalls auf diejenige Konsequenz der Ätherstoßtheorie, die er „*Abschirmung der Gravitation*“ nennt, in dem von ihm erwähnten Buche hingewiesen habe. So heißt es z. B. dort S. 211: „Sollte sich . . . ergeben, daß die Gravitation Zeit gebraucht, so wäre das meiner Meinung nach eine bedeutende Stütze für unsere Ätheranschauung . . . Zeigt sich, daß die Attraktion nicht genau proportional ist der Masse, d. h. der ‚Trägheit‘ . . ., oder daß große und dichte Massen für Attraktionswirkungen nicht so *durchlässig* sind, wie die Luft oder ein Vakuum, dann würde damit der alten Anschauung der Boden vollständig entzogen sein.“ + Unvollständige „Durchlässigkeit“ für

die Gravitationswirkungen ist aber genau dasselbe, was B. „Abschirmung“ nennt.

Ich möchte hier noch an eine längere Darlegung erinnern, die ich im 6. Bande der „Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik“ (S. 163—204) über „Die Zurückführung der Schwere auf Absorption und die daraus abgeleiteten Sätze“ veröffentlicht habe. Dort sind zahlreiche Theorien aufgeführt und kritisch besprochen, in denen Energieabsorption als die Ursache der Gravitationserscheinungen angenommen wird. Der erste, der diesen Gedanken aussprach, ist vielleicht *Leonard Euler* gewesen, von dem ich den Satz anführte: „Alles kommt demnach (bei der Gravitationserklärung) darauf an, daß man die Ursache ergründe, warum die elastische Kraft (des Äthers) von einem jeglichen Himmelskörper vermindert werde.“ Auch hierin kann man schon den Gedanken einer „Schattenwirkung“ finden, doch darf noch bezweifelt werden, ob *Euler* bereits genau das gemeint hat, was *Bottlinger* „Abschirmung der Gravitation“, und was ich „unvollständige Durchlässigkeit“ nannte. Eingehender über die hierher gehörigen Entwicklungen *Eulers* berichtete ich im Jahre 1880 in der Abhandlung: „*Eulers* Theorie von der Ursache der Gravitation“. (Hist.-lit. Abth. d. Zeitschrift f. Math. u. Phys. XXVI, S. 1—19.)



Eibisch (*Althaea*).

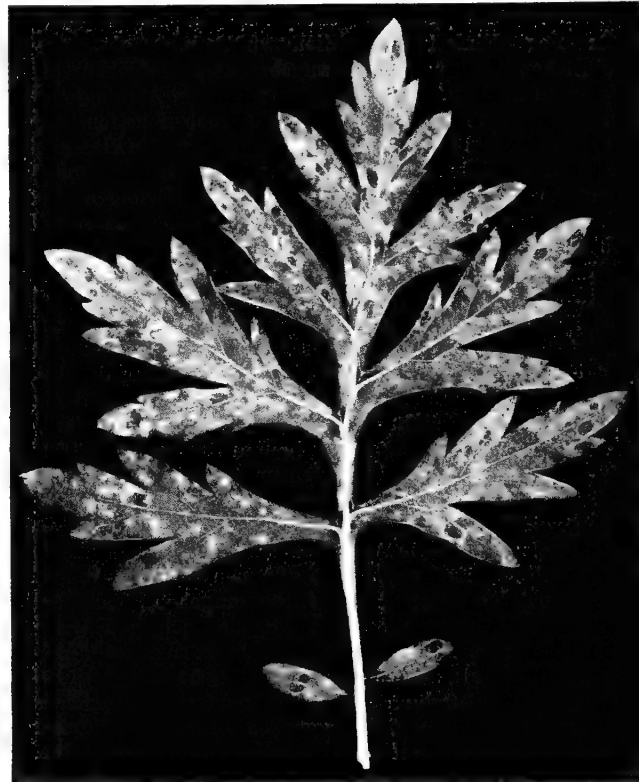
Bottlingers Schrift ist die Bearbeitung einer von *Seeliger* gestellten Preisaufgabe. Sie hat für die Lösung des Gravitationsproblems zweifellos eine sehr hohe Bedeutung, und die „Ätherstoßtheorie“ gewinnt durch sie eine wertvolle Stütze. Zu wünschen wäre es und ist vielleicht auch zu erwarten, daß nunmehr, nachdem *de Sitter* sich angeschlossen, noch andere Astronomen oder auch Physiker der Weiterentwicklung dieser Theorie und den aus ihr herleitbaren Folgerungen ihr Interesse zuwenden. Bei der augenblicklich herrschenden „Krise in der Lichtätherhypothese“ (vgl. die Rede von Prof. *Ehrenfest* [Leiden]) liegt dieser Gedanke besonders nahe. Nicht unmöglich dünkt es mich, daß sich aus der Ungleichartigkeit des Äthers vor bzw. hinter einem bewegten Körper sowie aus der Diskontinuität der von ihm herrührenden Impulse Beziehungen ergeben könnten zu denjenigen Problemen, die unter dem Namen „Michel-

sonscher Versuch“ und „Quantentheorie“ die heutige Physik so lebhaft beschäftigen.

Trier, den 14. November 1913. Prof. Dr. C. Isenkrache.

Originalkopien von Pflanzenteilen.

Im 30. Hefte der *Naturwissenschaften* finde ich auf Seite 725 die Besprechung eines Artikels der *Gartenwelt* Nr. 14, in dem *R. Thiele* ein Verfahren beschreibt, um von Blättern Originalselbstdrucke herzustellen. Dieses Verfahren ist nicht neu. Ich habe es in mehreren Publikationen, am umfangreichsten in meinem „Lehrbuch der Pharmakognosie“, 2. Auflage, 1906, angewendet, und in der von mir und *H. Thoms* herausgegebenen „Real-Enzyklopädie der gesamten Pharmazie“ (Bd. IV, S. 441) unter dem Schlagwort *Autophotogramme* beschrieben.



Absinth (*Artemisia Absinthium*).

Daß meine Methode besser ist als die auf der gleichen Idee beruhende des Herrn *Thiele*, mögen die beifolgenden Abdrücke beweisen.

Wien, den 20. Oktober 1913.

Prof. Dr. J. Moeller.

Präformation und Epigenese.

Zwei Gesichtspunkte, nicht eine Alternative.

Nicht nur in dieser Zeitschrift ist eben jüngst wieder (*Greil*, Heft 27, 28 und 44; *Marcus*, Heft 29) über die Alternative Präformation oder Epigenese diskutiert worden; vielmehr werden diese Begriffe sehr oft als einander ausschließend betrachtet. Diskussionen auf dieser Basis pflegen dann leicht fruchtlos zu werden, so frucht-

bar sonst theoretische Überlegungen, insbesondere für die wissenschaftliche Fragestellung, sein können. Es hat eben dann jede Partei die sie überzeugenden Tatsachen vor Augen und glaubt bei den andern Voreingenommenheit zu entdecken, ohne daß die Diskutierenden sich fragen, ob nicht die *beiden* entgegengesetzten Meinungen haltbar wären. An solchen Diskussionsthemen, die gar nicht notwendig alternativ zu entscheiden sind, ist die Wissenschaft nicht arm, besonders nicht die Biologie, wo der grundlegende Gegensatz zwischen Mechanismus und Vitalismus formell, z. T. auch materiell mit dem der Epigenese und Präformation zusammenhängt. Die Eigentümlichkeit aber, daß jeder Partei Tatsachen zur Verfügung stehen, die den wissenschaftlichen Mitteln der andern mindestens vorläufig nicht zugänglich sind, müßte den Gedanken nahelegen, daß möglicherweise nicht ein unvereinbarer Gegensatz vorliegt.

In der Tat stehen dem Epigenetiker wie dem Präformisten zahlreiche ihn stützende Tatsachen zur Verfügung. Es kann sich hier nur darum handeln, wenige, bekannte Beispiele anzudeuten, da die Tatsachen ja zufolge ihrer Merkwürdigkeit weiten Kreisen bekannt sind.

Wenn bei den Eiern gewisser Tiere vor oder bei Beginn der Furchung einzelne Partien entfernt werden, so entwickeln sich Embryonen, denen bestimmte Teile des normalen Embryos fehlen. Was liegt näher, als anzunehmen, daß eben im Ei schon eine Differenzierung vorhanden war, die als Präformation bezeichnet werden kann. Wenn bei anderen Eiern derselbe Eingriff ohne diesen Erfolg ist, so spricht das doch nur dafür, daß die Präformation hier eben eine primitivere ist; daß sie nicht fehlt, dafür bringt der Präformist eben als Beweise dann andere — etwa Vererbungsstatsachen bei. Wenn aus der Kreuzung von zwei Fortpflanzungszellen Nachkommen hervorgehen, die die größte Ähnlichkeit mit den die Fortpflanzungszellen produzierenden Eltern hatten, so ist doch die Annahme natürlich, daß in den beiden Zellen ein Anlaß zur Ausbildung der Ähnlichkeit in irgendeiner Weise präformiert war. Die Ablehnung spezieller, bildlicher Theorien darf nicht zur Ablehnung des ganzen Präformationsbegriffs verführen. Von den Präformisten wird mit Recht betont, daß man die Tatsachen des *Mendelismus* und der ganzen *Vererbungslehre* nicht einfach ablehnen kann. Der Begriff „innerer und spezifischer Ursachen“ dürfte doch zudem seit den schönen methodischen Darlegungen und Experimenten besonders von *Klebs* sein Odium verloren haben. Es gibt Tatsachen, die „abzulehnen“ nicht objektiv ist. Der Epigenetiker lehnt nun ja „Potenzen“ nicht ab (Heft 44, S. 1069); aber es ist nicht recht einzusehen, was Potenzen sein sollen und wie sie wirken sollen ohne zugrundeliegende Strukturen. Und wenn überhaupt irgend *etwas* präformiert ist, so „bestimmt“ es so gut wie die äußeren Umstände das Resultat des Zusammenstreffens von Struktur und äußeren Bedingungen. Es kann bei der Resultante aus beiden das eine Moment allerdings vorwiegen. Für den Epigenetiker darf also der Satz: „Nichts ist vorgebildet“ (Heft 27, S. 645) nur ein *Leitsatz* sein, nicht aber ein *vorausgenommenes Resultat*, sonst verschließt er sich zum vornherein jeder anderen Möglichkeit, während es sich doch um ein empirisches Urteil handelt, das allgemein gültig erst ausgesprochen werden dürfte, wenn die Wissenschaft das Objekt, das Leben, ganz und restlos erforscht hätte. Da das aber nicht geschehen ist, so schlichtet der Methodiker den Streit, indem er den Begriff der Epigenese und das darin liegende Urteil als *Regel für die Forschung*, als *Leitsatz* gelten läßt, gerade so wie den Begriff der Präformation, der auch seine Tatsachen beibringt. Denn man kann ein und dasselbe Objekt auf ver-

schiedene Art betrachten und von verschiedenen Gesichtspunkten aus untersuchen.

Den Epigenetiker interessieren vorzugsweise die Tatsachen der Abhängigkeit und Beeinflussbarkeit der Entwicklung durch die Umstände und Einflüsse der Außenwelt. Da sich nun zum vornherein nicht entscheiden läßt, wie weit diese in ihrer Bedeutung reichen, so darf sein Leitsatz für die Arbeit sein: „Nichts ist vorgebildet.“ Nur darf dieser Leitsatz nicht zum Dogma werden. Indessen kann niemand verkennen, wie außerordentlich schöne und überraschende Ergebnisse unter Führung dieses Leitmotivs gefunden wurden; es braucht nur erinert zu werden an künstliche Befruchtung resp. Parthenogenese, an die weitgehende Beherrschung der Formentwicklung und -abänderung bei Pflanzen und Tieren usw. Es ist in der historischen Lage begründet, daß der Präformist meist in der Verteidigungsstellung sich befindet. Vieles, was als präformiert angenommen wurde, hat sich aufgelöst in ein Zusammenwirken bekannter, chemisch-physikalischer Ursachen der Umwelt. Aber es ist eben auch vom empirischen Standpunkte aus daraus keine Berechtigung der absoluten Ablehnung anderer Forschungsprinzipien gestattet.

Man muß die *Kompliziertheit des Lebensproblems* bedenken. Bildlich gesprochen, haben wir es mit einem Knäuel zu tun, den wir entwirren sollen. Wir haben glücklich zwei Enden des Fadens gefunden, und es ist nun doch wohl praktisch, an beiden die Entwirrung fortzusetzen. Ohnedies besteht ja keine Aussicht, daß wir ihn in absehbarer Zeit überhaupt lösen. (Manche meinen sogar, der Knäuel bestehe aus zwei Fäden, und halten auch die psychologische Forschung für ein Fadenende.) Schließlich ist die Frage weiter gefaßt ja sehr verwandt mit der des *Mechanismus* und *Vitalismus*, und diese beiden Forschungstendenzen halfen auch an den verschiedenen Enden des Fadens an der Entwirrung mit. Daß dabei sogar die vitalistische Richtung positiv fördert, wird man — etwa an *Driesch* denkend — nicht bestreiten. Und warum sollte man nicht in der Tat mit Recht ein Problem von zwei Seiten anfassen können?

Das Problem „Präformation oder Epigenese“ ist neben dem wissenschaftlichen Problem des Einzelfalls auch ein *Problem der Methodik* und dieses wird nicht durch einzelne Tatsachen gelöst. Ja sogar, wenn die Welt und das Leben vollständig klar in ihrem Zusammenhang von Ursachen und Wirkungen vor uns lägen, würde das Einzelobjekt je nach dem Betrachtungsstandpunkt präformiert sein durch die Gesamtheit der vorausgegangenen Vorgänge oder epigenetisch bestimmt beim Insaugfassen der einzelnen, gleichzeitigen, mit ihm in Berührung tretenden Bedingungskomplexe. — Den skizzierten, versöhnenden, methodischen Standpunkt nehmen in der Praxis schon viele bedeutende, mit beiden Begriffen arbeitende Forscher ein.

Es gibt noch viele ähnliche Begriffspaare in der Naturwissenschaft, die nicht Alternativen, sondern verschiedene Gesichtspunkte darstellen. Es wäre zweifellos von Wert, wenn die Einsicht darüber sich verbreitete. Leicht verständlich und umfassend dargelegt findet man sie dargestellt z. B. in den Werken des Mediziner-Naturforschers *B. Kern*, besonders in dessen *Problem des Lebens*, Hirschwald, Berlin.

Davos, den 15. November 1913.

Dr. H. Hauri.

Besprechungen.

Kühner, F., *Lamarek, die Lehre vom Leben, seine Persönlichkeit und das Wesentliche aus seinen Schriften, kritisch dargestellt.* Jena, Eugen Dieder-

richs, 1913. 8°. VIII, 260 S. u. 3 Taf. Preis geh. M. 4,50, geb. M. 6,—.

Außer einer kurzen Arbeit von *Leiber* aus dem Jahre 1910 besitzen wir noch kein Buch über *Lamarck* in deutscher Sprache. Das vorliegende Werk ist von einem Manne geschrieben, der an sich selbst den Hauch *Lamarcks*chen Geistes verspürt hat, der dem verkannnten Naturphilosophen tiefe Bewunderung entgegenbringt und nach seinem eigenen Bekenntnis immerwährenden Dank schuldet. Ein ungewollter Gefühls-ton ist daher vielfach in die Darstellung von *Lamarcks* Leben und Denken eingedrungen, der aber dem Buche nur zum Vorteil gereicht und ihm gewiß einen weiteren Leserkreis erwirbt, als wenn der Verf. seinem Helden mit kühler Objektivität gegenübergetreten wäre. Eine große Persönlichkeit kann überhaupt nur von dem richtig erfaßt und dargestellt werden, auf den sie selbst innerlich fördernd gewirkt hat, mögen dabei auch ihre Leistungen zuweilen in etwas allzu glänzendem Lichte erscheinen. Übrigens hat sich Verf. bemüht, überall den historischen Maßstab anzulegen und hat mit seiner Kritik gegenüber unzweifelhaften Verfehlungen des französischen Denkers keineswegs zurückgehalten.

Einleitend untersucht *Kühner* das geistige und soziale Wesen der Zeit, in der *Lamarck* wirkte, um dann in großen Zügen das Leben des genialen Wahrheitsuchers zu schildern. Niemand wird ohne tiefe Bewegung den Dornenpfad verfolgen, auf dem dieser einsame Mann gewandelt ist, den man nie in den Sälen der Minister und der Mächtigen sah, der, umgeben von seinen Sammlungen und Büchern, ein langes, arbeitsreiches, aber von Armut, Krankheit und Blindheit heimgesuchtes Leben führte, und dessen einziger Trost seine Forschungen und die treue Anhänglichkeit seiner beiden Töchter und vereinzelter Freunde waren.

Der Darstellung des Lebens folgt die sachliche und kritische Behandlung der Werke. Zunächst wird die chemisch-physikalische Gedankenwelt *Lamarcks* aus den 4 Bänden herausgeschält, in denen sie niedergelegt ist. Manch wertvolle Gedanken sind in diesen Bänden versteckt, einiges ganz Moderne wird vorausgeahnt, aber für die Geschichte der Chemie und Physik sind sie belanglos und nur bedeutungsvoll für die Beurteilung ihres Verfassers. Dagegen kann *Lamarck* den berechtigten Anspruch erheben, endlich in der Geschichte der Wetterforschung den ihm zukommenden Platz zu erhalten. Was er für die Meteorologie und von ihr erstrebte, war kausale Erkenntnis, nach der seine ganze Persönlichkeit drängte. Zudem hat er eine Reihe von Tatsachen und Forderungen als erster ausgesprochen, vor allem mit großartigem Blick die Notwendigkeit eines internationalen Wetterdienstes mit einer zentralen Sammelstelle erkannt. Auch in seinem Gedankengebäude besitzt die Wetterkunde einen notwendigen Platz, denn auf Wettererscheinungen gehen großenteils die örtlichen Veränderungen zurück, die den Organismen neue Lebensbedingungen bieten.

Verf. wendet sich sodann zur Würdigung der geologischen und paläontologischen Arbeiten *Lamarcks*. Er gibt den wesentlichen Inhalt der „Hydrogeologie“ wieder und erkennt in ihr eine großzügige Anschauung von trotziger Selbständigkeit, in vielem durchaus irrig und seltsam, aber dennoch weit moderner als die *Cuviers*che „Theorie der Erde“, die bis zu *Darwins* Zeit die Wissenschaft beherrschte, während *Lamarck* vergessen war. Außerdem feiert er *Lamarck* als den Schöpfer und Begründer der Paläontologie der niederen Tiere, während er ihn auf dem Gebiet der Botanik zwar einen wichtigen Förderer, aber keinen Reformator und Gründer nennt.

Der ausführlichen Darstellung der botanischen Lei-

stungen *Lamarcks* folgt die seiner exakt zoologischen. Mit hoher Bewunderung spricht *Kühner* von den systematischen Bestrebungen des französischen Forschers und stellt sie weit über die *Cuviers*, die er vielleicht doch etwas zu gering einschätzt, wenn er sich auch bemüht, der geschichtlichen Bedeutung des vom Glücke begünstigten Zeitgenossen seines Helden nach Möglichkeit gerecht zu werden. Jedenfalls ist sein Vergleich zwischen beiden Männern von hohem Interesse.

Das Werk gelangt sodann zur Entwicklungslehre *Lamarcks* und erörtert ihren geschichtlichen Werdegang. Verf. wertet sie so hoch, daß er das ihr gewidmete Kapitel mit den Worten schließt: „So steht der 60jährige vor uns als ein einzigartiger, kühner und entschlossener Denker, der in völliger Einsamkeit die Fundamente und Mauern eines Gebäudes aufführte, welches auszubauen und zu vollenden eine Menschheitsaufgabe der Wissenschaft wurde.“ Das folgende Kapitel ist verschiedenen biologischen Grundproblemen mit Bezug auf *Lamarck* gewidmet, hauptsächlich den Fragen nach dem Wesensunterschied zwischen Organismen und anorganischen Gebilden, nach der Entstehung des Lebens und nach der Ausbildung der Organe bei den Lebewesen. Daran schließt sich ein Abschnitt über *Lamarcks* vergleichende Psychologie, die methodisch von objektiven physiologischen und anatomischen Tatsachen ausgeht und im modernen Sinne Psychisches nur so weit untersucht, als es an Organisches gebunden nachweisbar ist. Verf. ist der Ansicht, daß im ganzen Lebenswerk des Mannes wenige Gebilde so erschöpfend befriedigen wie dieses.

Den Schluß des Werkes bilden zwei Kapitel über *Lamarcks* Methode, Denkformen, Weltanschauung und Persönlichkeit. Als *Lamarck* mitten in der Facharbeit der Naturgeschichte der Wirbellosen war, drängte es ihn, die Beschränkung auf den engen Stoff beiseite zu schieben, und er diktirte seiner Tochter ein Buch, das sein ganzes Wesen widerspiegelt: das „Analytische System der positiven Kenntnisse des Menschen“. Die Art, wie Naturforschung allein zur Erkenntnis gelangt, ist darin als letzter Niederschlag eines arbeitsreichen Lebens in vorbildlicher Schlichtheit angegeben. Nicht zu allen Fragen, aber zu allen großen und grundlegenden hat *Lamarcks* synthetischer Geist Stellung genommen, und wie dem Durchschnittsgelehrten Kenntnisse, so war ihm Erkenntnis letztes Ziel.

Dem vom Verlage sehr geschmackvoll ausgestatteten Buche sind Abbildungen des *Lamarck*porträts von *Ambroise Tardieu* und des Reliefs von der Rückseite des *Lamarck*denkmals im Jardin des Plantes sowie ein Faksimile der Handschrift *Lamarcks* beigegeben.

Walther May, Karlsruhe.

Lundborg, H., Medizinisch-biologische Familienforschungen innerhalb eines 2232 köpfigen Bauerngeschlechtes in Schweden (Provinz Blekinge). Jena, Gustav Fischer, 1913. XVI, 519 u. 220 S., 7 Karten, 5 Diagramme, 87 Abbildungen auf Tafeln und 51 Deszendenztafeln im Atlas. Preis M. 120,—.

Die Bedeutung des in zwei gewaltigen Bänden — Text und Atlas — vorliegenden Werkes *Lundborgs* liegt einerseits in dem wertvollen, mit seltener Gründlichkeit und Sachkenntnis bearbeiteten Material, andererseits darin, daß hier vielleicht zum ersten Male die biologische Familienforschung in großem Stile angewendet und ihre einschneidende Wichtigkeit für die verschiedensten Fragen der Sozialbiologie und Sozialpolitik demonstriert wird. Das gesamte Tatsachenmaterial, das in *Lundborgs* Werk enthalten ist, auch nur auszugsweise referieren zu wollen, wäre ein ganz aussichtsloses Beginnen. Denn *L.* hat es verstanden, nicht nur die das Gebiet der Ver-

erbung unmittelbar betreffenden Fakten, sondern auch die Anthropologie, Sozialstatistik, die Kulturgeschichte und Demographie der von ihm untersuchten Gegend Schwedens in meisterhafter Weise darzustellen und überall klarzulegen, wie alle diese Faktoren ineinander greifen und sich gegenseitig beeinflussen. Eine Besprechung darf nur das herausgreifen, was der medizinisch-biologischen Familienforschung im engeren Sinne angehört; über den sonstigen reichen Inhalt kann nur eine Aufzählung einiger Kapitelüberschriften orientieren.

In dem allgemeinen Teil gibt Verf. zunächst einen Abriß der Geographie und Einteilung Schwedens, dann der speziellen Verhältnisse der Provinz Blekinge und des Listerlandes, wo das von ihm untersuchte Geschlecht beheimatet ist. Es folgt ein Abschnitt über Kulturunterschiede innerhalb Schwedens, einer über die Anthropologie der Schweden und der Bewohner des Listerlandes insbesondere; dabei bringt Verf. sehr interessante, eigene sozialanthropologische Untersuchungen an Schulkindern als Belegmaterial bei. Ebenso wird weiterhin der schwedische Volkscharakter mit dem der Blekinger in früheren Zeiten und von heute verglichen. Den Schluß des allgemeinen Teils bildet eine Darstellung der Demographie und Sozialbiologie von Blekinge; anhangsweise sind die Branntweinproduktion Schwedens, die Geisteskrankheiten und die Idiotie, schließlich die Epilepsie (auf Grund der Rekrutierungsstatistiken von Skandinavien, Finnland und der Schweiz) statistisch verarbeitet.

Der spezielle Teil enthält die Geschichte des untersuchten Geschlechtes und der einzelnen 2232 Personen, die dem Geschlechte angehören. Darauf folgt die demographisch-statistische Durcharbeitung dieses Materials und die ausführliche Darstellung der Pathologie. Die Ursachen der schlechten sozialbiologischen Beschaffenheit des Geschlechtes werden beleuchtet. Schließlich behandelt ein Abschnitt einige sich aus diesen Erfahrungen ergebende allgemeine Fragen. Ein reichhaltiges Literaturverzeichnis beschließt diesen Teil.

Ein Anhang enthält auf 220 Seiten Angaben über die Kirchenbuchführung in Schweden, Branntweingesetzgebung, Sittenschilderungen auf Grund von Akten und der Hauptsache nach die ausführlichen Krankengeschichten, Personal- und Straftakten, welche den Erhebungen zugrunde gelegt sind.

Der zweite Band des Werkes bringt eine Reihe von Abbildungen von Persönlichkeiten des Geschlechtes, von Kranken, und verschiedenen anthropologischen Typen. Ferner auf 51 großen Tafeln die Stammbäume der einzelnen das Geschlecht zusammensetzenden Familien.

Der Verf. hat gelegentlich des Studiums einer familiären, in Blekinge vorkommenden Nervenkrankheit — der Myoclonus-Epilepsie von *Unverricht-Lundborg* — die Einsicht gewonnen, daß die Familienbiologie des mit dieser und anderen Krankheiten behafteten Bauerngeschlechtes wertvolle Aufschlüsse über Fragen der Vererbung geben müsse und hat sich in vielen Jahren mühsamer und aufopfernder Forschung diesem Problem gewidmet. Er hat schließlich auf Grund von Akten das Geschlecht bis auf einen 1691 geborenen Stammvater zurückverfolgen können. Das Geschlecht, früher wohlhabend, zeigte in den letzten 100 Jahren einen deutlichen Rückgang; es ist in ihm viel fremdes Rassenblut enthalten, da man oft dunkle Typen mit fremden Gesichtszügen antrifft. Wie die Bevölkerung des Listerlandes überhaupt, so ist auch das Geschlecht vielfach mit allerhand schlechten Charaktereigenschaften behaftet. Nerven- und Geisteskrankheiten sind häufig, insbesondere Krampfkrankheiten, Kinderkrämpfe, Epilepsie, Myoclonus-Epilepsie, dann Paralysis agitans, verschiedene Neurosen (Hysterie ist selten); Idiotie, Schwachsinn, Geisteskrankheit, meist in Gestalt von Dementia praecox und

Alkoholpsychosen kommen oft vor. Auffallend selten ist die Tuberkulose, die nur bei 4,12 % nachweisbar war, eine auch als Minimalzahl sehr geringe Menge. Die psychischen Minderwertigkeiten hingegen kommen bei 9,54 % vor; unter diesen verdient vor allem die Myoclonus-Epilepsie besondere Aufmerksamkeit. Insgesamt wurden in neun verschiedenen Familien des Geschlechtes 17 Fälle festgestellt. Eine eingehende Untersuchung des Erbanges zeigt, daß diese Krankheit sich offenbar nach dem rezessiven Typus *Mendels* vererbt; anstatt der von dieser Gesetzmäßigkeit geforderten 25 % Kranke findet man 22,7 %, eine vollkommen zureichende Übereinstimmung. In einer Linie des Geschlechtes fanden sich sieben Fälle von Paralysis agitans, ebenfalls ein Hinweis auf die Bedeutung der Vererbung. Auch die Dementia praecox und die Psychopathie scheinen in ihrem Erbange dem rezessiven Typus zu folgen.

An allgemeinen Folgerungen ergab sich, daß die Wirkung der Inzucht und in gewissem Grade des Alkoholismus ein Maß für die Tüchtigkeit des Geschlechtes ist, indem deren Schäden in um so größerem Maße hervortreten, je schlechter das Geschlecht ist. Inzucht und Alkoholismus haben in diesem Geschlechte bei einer an sich nicht besonders tüchtigen Bevölkerung eine weitere Verschlechterung herbeigeführt. Trotzdem ist die Fruchtbarkeit groß und die Sterblichkeit ziemlich gering geblieben, so daß man von einem Aussterben der Minderwertigkeiten jedenfalls nicht sprechen kann.

Die unzweifelhafte Bedeutung, die solchen, mit der vom Verfasser aufgewendeten Sorgfalt durchgeführten Untersuchungen zukommt, hat *v. Gruber* in einem Vorworte scharf betont. Wie die Forschung zu organisieren ist, damit ihre Resultate der Allgemeinheit zu nützen vermögen, führt Verfasser näher aus, indem er die Errichtung von zentralen Instituten für Erbliehkeitsforschung und Rassenbiologie befürwortet und auch die Wege anzeigt, wie solche Institute zu organisieren wären und ihr Material zu beschaffen hätten.

Lundborgs Arbeit ist als methodisch grundlegend und als richtunggebend für alle weitere Forschung zu bezeichnen und wird von jedem an den einschlägigen Fragen Interessierten eingehend studiert werden müssen.

Rudolf Allers, München.

Fischer, Eugen, Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen. Jena, Gustav Fischer, 1913. VII, 327 S., 19 Tafeln, 23 Stammbäume, 36 Abbildungen im Text und viele Tabellen. Preis geh. M. 16.—, geb. M. 19.—.

Zu einer Zeit, in der in botanischer und zoologischer Forschung das Bastardierungsproblem im Vordergrund des Interesses steht, in der seit der Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln unsere Kenntnisse über Vererbung und Kreuzung bei Tieren und Pflanzen gewaltig angewachsen sind, war bis vor kurzem unser Wissen über die diesbezüglichen Erscheinungen beim Menschen ein recht dürftiges. Der Anthropologe konnte eben nicht, wie der Botaniker und Zoologe, im Experiment an großem Material viele Generationen hindurch systematische Kreuzungsversuche machen, sondern war lediglich auf das ihm durch den Zufall und die unberechenbare Laune des Menschen gebotene Material angewiesen; auch konnte ihn nicht die in der Anthropologie gebräuchliche Methode der Massenuntersuchung, Feststellung von Mittelwerten und Variationsbreiten zum Ziele führen, sondern nur genauestes Studium der einzelnen Generationslinien, der Familienstämme. Manches wurde da allmählich durch die anthropologische Familienforschung erreicht, namentlich in bezug auf die Vererbung pathologischer Eigenschaften. Für Vererbung normaler, rassemäßiger Eigenschaften war aber natür-

lich am meisten zu erwarten von Untersuchungen der Nachkommenschaft sehr formverschiedener Eltern, also Fällen, wie sie bei der Rassenkreuzung verwirklicht sind. Systematische Bearbeitungen solcher Fälle waren aber an größerem Material noch nicht unternommen worden. So war es eine dankbare Aufgabe, die der Freiburger Anthropologe *Eugen Fischer* sich stellte, als er an die anthropologische Untersuchung der Vererbungsverhältnisse der aus den Herero- und Hottentottenkämpfen als verlässige Freunde Deutschlands bekannten Bastards von Rehoboth (Deutsch-Südwestafrika) heranging.

Aus richtigen Ehen zwischen ausgewanderten Kapburen (europäischer, meist holländischer oder niederdeutscher Herkunft) und Hottentottenfrauen hervorgegangene Bastards haben sich mehrfach in Südwestafrika unter dem Einfluße bestimmter Verhältnisse von der übrigen Bevölkerung abgesondert und zu eigenen Verbänden zusammengeschlossen. Eine für die Untersuchung besonders günstige derartige Gruppe bildet die etwa 2500—3000 Menschen umfassende „Nation der Bastards“ von Rehoboth. Sie stellt die Nachkommenschaft solcher Buren-Hottentotten-Bastards I. Grades dar, die untereinander geheiratet und sich von weiterer Vermischung ziemlich rein erhalten haben, besteht also jetzt aus Bastards höherer Grade. Dank einer lebhaften Familientradition, die durch verschiedene schriftliche Aufzeichnungen kontrollierbar war, ließ sich für einen großen Teil der Bevölkerung die lückenlose Abstammungsreihe bis zu den „reinrassigen“ Ahnen feststellen — die unerläßliche Bedingung für exakte Vererbungsforschung. 23 ausführliche Familienstammbäume sind der Fischerschen Arbeit beigegeben. Bei der Entstehung des Volkes war von vornherein nur eine beschränkte Anzahl von Familien beteiligt, die untereinander heirateten, so daß natürlich vielfache Verwandtenehen, Inzucht, vorkamen. Gelegentlich kam es später zu neuerlicher Einheirat europäischer (männlicher) oder hottentottischer (weiblicher) Elemente, also zu einer Aufkreuzung nach einer der beiden Stammrassen; auch diese Einschlüsse sind genau feststellbar. Die Aufgabe war nun, zu untersuchen, wie sich in dieser nach ihrer Entstehung absolut bekannten Mischbevölkerung die verschiedenen Eigenschaften der beiden Stammrassen verhielten. *Fischer* gibt zunächst eine genaue anthropologische Beschreibung der Bastards, eine deskriptive Aufzählung der beobachteten, z. T. gemessenen anatomischen, physiologischen, biologischen Eigenschaften im Vergleich mit den entsprechenden der Stammrassen. Es ergibt sich, daß die Bevölkerung stark variabel erscheint; die anthropologischen Eigenschaften der beiden Stammrassen kombinieren sich in der mannigfaltigsten Weise; im allgemeinen stehen die Bastards bezüglich der meisten Merkmale zwischen jenen. Trennt man in der Betrachtung die stärker europäisch bzw. hottentottisch aufgekreuzten Individuen von den gleichmäßig verbastardierten ab (Verf. untersucht jedes Merkmal für die 3 Gruppen), so zeigen sich jene im Mittel dem europäischen, diese dem hottentottischen Mittelwert genähert. Im zweiten Teil des Buches werden diese rein deskriptiven Untersuchungsergebnisse vom Standpunkt der modernen Vererbungs- und Bastardierungslehre aus geprüft und es ergeben sich dabei eine große Anzahl interessanter Tatsachen. Das wichtigste Ergebnis ist, daß die Vererbung der beiderseitigen Rassenmerkmale alternativ, und zwar nach den Mendelschen Regeln, erfolgt. Das konnte für Haarform, Haar-, Augen-, Hautfarbe, Nasenform, Nasenindex, Form der Lidspalte, Stirnbreite u. a. nachgewiesen, für viele andere Merkmale wahrscheinlich gemacht werden. So findet sich in der nach keiner Seite aufgekreuzten, gleichmäßig verbastardierten „Mittelgruppe“ ca. 25 % schlichtes ge-

genüber ca. 75 % gebogenem Haar (in verschiedenen Formen). Diese Gruppe verhält sich als eine panmiktisch und ohne Auslese vermehrte Bevölkerung wie eine F_2 -Generation; dementsprechend muß man bei der Annahme, daß schlichtes und gebogenes Haar als Merkmalspaar in der Parentalgeneration einander gegenüberstehen und daß „schlicht“ sich rezessiv gegenüber „gebogen“ verhält, das realisierte Prozentualverhältnis finden. Eine genauere Verfolgung der Haarform in den einzelnen Familien erweist, daß stark krauses Haar als homozygot anzusehen, daß geringerer Grad von Kräuselung oder wellige Beschaffenheit als Zeichen von Heterozygotie zu betrachten ist; zu echter Spiraldrehung scheinen 2 Faktoren zu gehören. Bezüglich der Haarfarbe zeigt sich Dominanz der dunklen Farbe. Im allgemeinen sind die Haare bei allen erwachsenen Bastards ziemlich dunkel; auffallend ist, daß bei Kindern relativ viel helles Haar vorkommt; das Haar dunkelt also nach. Nun sind reine Hottentottenkinder von klein auf schwarzhaarig; ebenso fehlt der Vorgang des Nachdunkelns der Haare bei Negern, Japanern, Südeuropäern, Semiten; in Zentral-europa findet er sich dagegen bekanntlich stark ausgeprägt. Die Beobachtung bei den Bastards führt *Fischer* zu der Hypothese, daß überall, wo menschliches Haar nachdunkelt, Rassenkreuzung anzunehmen ist und daß es sich dabei um die aus zoologischen und botanischen Experimenten ja mehrfach bekannte Erscheinung von jugendlichem Dominanzwechsel resp. -mangel handelt. Das Nachdunkeln bei den Mitteleuropäern würde also ebenfalls ein Zeichen starker Rassenmischung sein. Für die Augenfarbe ergab sich entsprechend den Untersuchungen von *G. und C. Davenport* eine Dominanz der dunkleren Farbe; ganz dunkeläugige Individuen scheinen homozygot zu sein. Bezüglich der Hautfarbe zeigte es sich, daß zwar eine einfache Verschmelzung etwa von hell und dunkel durch Vererbung nicht besteht, vielmehr die einzelnen Töne stets wieder zum Vorschein kommen, ganz dunkle neben ganz hellen; ein Aufspalten ist also sicher vorhanden; ein abschließendes Urteil über Dominanz und Rezessivcharakter der Farbenwerte ließ sich jedoch nicht erlangen. Als ein Beispiel von Auftreten eines bei den Elterrassen nicht in Erscheinung vorhandenen, atavistischen Merkmals deutet *Fischer* das bei den Bastards beobachtete „Buschmannsohr“. Die Buschmänner besitzen nach *R. Pösch* ganz charakteristisch geformte Ohren; diese Form kommt bei reinen Hottentotten so gut wie gar nicht vor, natürlich auch nicht bei den Buren, wohl aber in höherem oder geringerem Grade bei etwa 30 % der Bastards. Es besteht nun die Annahme, daß die Hottentotten seinerzeit aus einer Kreuzung von Buschmännern mit anderen (vielleicht hamitischen) Elementen hervorgegangen sind; sie haben von den Buschmännern eine Reihe physischer Eigenschaften übernommen (z. B. Spiralarhaar, Steatopygie), wahrscheinlich auch die Anlage für das Buschmannsohr; doch ist diese bei ihnen nicht zum Vorschein gekommen, vielmehr mangels bestimmter ergänzender Erbinheiten oder durch andere unterdrückt; jetzt in der Kreuzung mit den Europäern kommt diese Eigenschaft wieder zutage. Eine eigentümliche Erscheinung ist, daß die Körpergröße der Bastards im Mittel die der beiden Stammrassen übertrifft (ebenso die Gesichtslänge); ähnliches ist auch schon bei anderen Rassenmischungen gelegentlich beobachtet worden; eine rechte Erklärung ist dafür noch nicht zu geben. Was die Biologie der Bastards anlangt, so ist das Geschlechtsverhältnis gegenüber dem bei den Elterrassen nicht geändert. Auch die Fruchtbarkeit ist, entgegen den vielfachen Angaben von Minderfruchtbarkeit von Mischrassen, durchaus nicht vermindert, vielmehr eine sehr hohe (im Mittel 7,7 Kinder auf die Ehe!). Eine Betrachtung der Gesamtbastard-

bevölkerung als Ganzes erweist diese als ein durchaus inhomogenes Gemisch von Individuen und Gruppen mit den verschiedenartigsten Eigenschaftskombinationen; trotzdem zeigen die für die einzelnen Eigenschaften aufgestellten Variationskurven und Variationskoeffizienten diese ungleichmäßige Zusammensetzung nicht an, woraus sich die Warnung ergibt, im allgemeinen aus Einheitlichkeit solcher Kurven nicht auf Gleichmäßigkeit des untersuchten Materials zu schließen. Die wichtige Frage, ob bei der Bastardierung die eine der beiden Stammrassen gegenüber der andern präpotent sei, läßt sich an dem vorliegenden Material durchaus verneinen; die Untersuchung, namentlich mittels der von *Mollison* angegebenen Methoden (Abweichungsindex und Typendifferenz) ergibt, daß die Bastards im großen ganzen, in der Gesamtheit der Merkmale durchaus mitten zwischen den beiden Stammrassen stehen. Freilich, bestimmte Eigenschaften der einen oder andern Rasse überwiegen je im Mittel, treten in den Bastards gehäuft auf; es sind das eben infolge der Aufspaltung immer wieder auftretende dominante Merkmale; es gibt also Präpotenz der Merkmale, aber keine Präpotenz der Rassen; die vielfach vertretene Ansicht, daß etwa farbige oder primitive Rassen stärker „durchschlagen“, ist falsch. Das geht schon daraus hervor, daß sich die Rassenmerkmale ohne jede nennenswerte Korrelation erweisen, d. h. die Merkmale der beiden Elternrassen sich in den Bastards der verschiedenen Grade ganz unabhängig voneinander vererben. Da gehen z. B. hottentottisch geformte Nase und europäische Lippen, krauses Haar und großer Körperwuchs usw. friedlich in dasselbe Individuum ein, je nach Zufall. Man findet also in der Mischlingsbevölkerung wohl alle Rassenmerkmale wieder, aber nicht mehr ihre bestimmte, für eine Rasse typische Kombination. Eine besondere Auslese unter den einzelnen mendelnden Eigenschaften scheint bei den untersuchten Bastards nicht wirksam zu sein; ebensowenig läßt sich eine direkte verändernde Einwirkung der Umwelt sicher nachweisen. Interessant ist, daß sich auch keinerlei schädlicher Einfluß der doch sehr starken Inzucht geltend macht, das Bastardvolk sich vielmehr trotz derselben völliger körperlicher und geistiger Gesundheit erfreut; auch die Fruchtbarkeit ist, wie erwähnt, eine beträchtlich hohe geblieben.

Außer den hier aufgezählten wichtigen Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung, die uns über die Vorgänge bei der Vererbung von Rassenmerkmalen neues Licht bringen, enthält das Fischersche Buch noch eine große Menge von weiteren Beobachtungen, Anregungen und scharfsinnigen Überlegungen über das angeschnittene Problem. Das protokollarisch festgelegte Untersuchungsmaterial gibt außerdem eine wertvolle Grundlage für etwaige spätere Forschungen ab, die an dem gleichen Volke nach Verlauf von einigen Generationen anzustellen wären und die dann natürlich zu noch exakteren Schlußfolgerungen führen müßten.

Im letzten Teile seines Buches bespricht *Fischer* noch die Ergologie der Bastards, gibt ein Bild ihrer Kultur, ihres Lebens und Treibens und weiß auch hier die Folgeerscheinungen der Mischung zweier Kulturen aufzudecken. Schließlich geht er auch noch auf die politische Bedeutung des Bastardvolkes ein. Er ist der Überzeugung, daß es bei geeigneter Behandlung und Leitung einen für die Kolonie wertvollen Bevölkerungsbestandteil darstellt, freilich unter der Voraussetzung, daß die Bastards stets als ein zwar gehobenes aber doch dem Europäer untergeordnetes Eingeborenelement betrachtet werden.

Eine große Anzahl vorzüglicher Reproduktionen selbstaufgenommener photographischer Porträts von

Bastard-Männern, -Frauen und -Kindern erläutern viele der im Text behandelten Tatsachen.

M. Voit, Göttingen.

de Vries, Hugo, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung *Oenothera*. Berlin, Gebr. Bornträger, 1913. VII, 365 S., 121 Abbildungen und 22 farbige Tafeln. Preis M. 22,—.

Als in den Jahren 1901 und 1903 die beiden Bände der Mutationstheorie von *de Vries* erschienen waren, ging alsbald eine Fülle von Ideen und Anregungen von diesem an experimentellen Tatsachen und theoretischen Spekulationen unendlich reichen Werke aus. Die ganze biologische Welt beinahe stand unter dem Banne der Ideen, welche hier vertreten wurden. Wir können den Erfolg der Mutationstheorie als einen ungeheuren bezeichnen.

Der Gedanke der Mutationen löste aber in dem Jahrzehnt seit der Erscheinung des großen Werkes auch einen heißen Kampf aus, und die Zahl der Gegner des Mutationsgedankens, wie ihn *de Vries* von Anfang an in seiner Mutationstheorie vertrat, ist immer mehr gestiegen, und heute gibt es schon sehr zahlreiche Forscher, welche der Ansicht sind, daß Mutationen wenigstens in dem von *de Vries* herangezogenen klassischen Beispiele der *Oenothera Lamarckiana* nicht zu der dort vorhandenen Vielförmigkeit geführt haben.

Der Mutationsgedanke war ja aber nicht der einzige, der *de Vries'* Werke eine erhebliche Förderung verdankt. Auch die Mendelsche Lehre von den Bastardierungen war von *de Vries* in vorzüglicher Weise dargestellt und auf eine ganze Reihe neuer Beispiele ausgedehnt worden. Seit dem Erscheinen der Mutationstheorie hat der Mendelismus einen ungeheuren Siegeszug durch die ganze Welt gemacht und heute droht er auch die Lehre von den Mutationen zu verschlingen. Denn eine ganze Reihe neuerer Autoren ist auf Grund eingehender Versuche dazu geneigt, die Mutationen in der Gattung *Oenothera* auf Bastardierungserscheinungen im Mendelschen Sinne zurückzuführen, wobei außerordentlich komplizierte Spaltungen in Frage kommen müßten. Unter diesen Umständen ist es natürlich sehr willkommen, wenn der Schöpfer der Theorie wieder in eingehender Weise selbst in den Kampf der Meinungen eingreift, noch dazu mit dem unterdessen in rastloser Weise weiter ausgearbeiteten klassischen Beispiele der *Oenotheren* oder *Nachtkerzen*. Seit 1903 hatte uns ja *de Vries* allerdings nie darüber im Zweifel gelassen, daß er sein Problem in der eifrigsten Weise weiter verfolgte und hatte in einer sehr großen Anzahl von Publikationen vor allem seine so sehr interessanten Kreuzungsuntersuchungen mit *Oenotheren*, die seitdem zu neuen ungeahnten Ergebnissen geführt hatten, dargestellt. In dem vorliegenden Werke wird aber alles in kompensiöser Weise zusammengefaßt und in das ganze Problem hineingestellt.

Es liegt auch hier wieder eine bewunderungswürdige Menge von experimentellen Tatsachen vor. Vor allem sind es eben Kreuzungen der verschiedensten Art, welche teils zwischen den unmutierten *Oenotheren*arten der Sektion *Onagra* (*muricata*, *biennis*, *cruciata*, *grandiflora* usw.) angestellt wurden, teils zwischen ihnen und *Lamarckiana* und deren Abkömmlingen, teils auch zwischen den Mutanten unter sich und ihrer Mutterart. Diese Kreuzungen sollen uns mit dem Wesen der mutierenden Spezies bekannt machen, uns über das Verhalten ihrer Erbinheiten aufklären und die Unterschiede den nicht-mutierenden Spezies gegenüber klarlegen.

de Vries steht auch in diesem Buche, ja wohl mehr als irgend bisher, durchaus auf dem Boden seiner Pangeneshypothese. Er benutzt dieselbe wie bisher zur

Erklärung des Mutationsvorganges, nur hat er seine Gedanken in dieser Richtung weiter als bisher ausgeführt. Am besten hören wir ihn hierüber kurz selber, soweit das angängig ist. Er sagt auf S. 344 in der Zusammenfassung: „Die inneren Vorgänge, welche die eigentlichen Ursachen der äußerlich sichtbaren Mutationen bilden, spielen sich nach den jetzt herrschenden Ansichten in den Zellkernen ab. Wir wollen somit versuchen, uns auch von ihnen eine bestimmte Vorstellung zu machen. Auf Grund meiner interzellulären Pangenesis nehme ich dazu an, daß die stofflichen Träger der erblichen Eigenschaften, welche ich Pangene nenne, sich in den Zellkernen in verschiedenen Zuständen befinden können. Einige von ihnen sind aktiv, andere inaktiv. Die aktiven treten in verschiedenen Phasen der Entwicklung des Individuums aus den Zellkernen heraus und vermehren sich im Protoplasma, bis sie dieses derart beherrschen, daß sie die von ihnen vertretenen Eigenschaften äußerlich sichtbar werden lassen können. Das ganze lebendige Protoplasma besteht aus solchen aus den Kernen abgeleiteten Pangenen und deren Nachkommen. Die inaktiven Pangene vertreten aber die latenten Eigenschaften, welche äußerlich nicht oder doch nur sehr gelegentlich sichtbar werden.“

„Neben diesen beiden stabilen Zuständen der Pangene nehme ich behufs der Erklärung der Eigenschaften mutabler Pflanzen noch einen dritten an, den ich den labilen nenne. Diese labilen Pangene verhalten sich, soweit meine Erfahrung reicht, in bezug auf die äußerlich sichtbare Entwicklung genau oder doch fast genau so wie aktive Pangene. Sie sind, ebensogut wie diese, als Träger sichtbarer Eigenschaften zu bezeichnen. Bei Kreuzungen verhalten sie sich aber anders, und hierauf basiert sich eine Methode, sie durchaus unabhängig von den Mutationsvorgängen zu studieren, ihre Anwesenheit nachzuweisen, und sie mit den stabilen Zuständen der nämlichen Erbschaftsträger in anderen Mutanten zu vergleichen. — Die dabei vorwaltenden Prinzipien lassen sich kurz in den Sätzen zusammenfassen, daß bei Kreuzungen inaktive Pangene mit aktiven zu Spaltungen in der zweiten Generation Veranlassung geben, während inaktive Pangene mit labilen Antagonisten zusammengebracht solche Spaltungen bereits in der ersten Generation auftreten lassen.“

Diese seine Hauptregel hat nun *de Vries* in sehr zahlreichen Fällen durch Kreuzungen zu belegen versucht. Er zeigt, daß in seinen sogenannten Mutationskreuzungen, also bei Verbindungen von Lamarckiana mit ihren Abkömmlingen, Spaltungen in der ersten Generation die Regel sind; hier treten also die Zwillinge-, Drillingsbastarde usw. auf. In den späteren Generationen kommt es dann teils zu Konstanz, teils zu Spaltung einzelner Komponenten. Hier bei den Mutationskreuzungen handelt es sich also um Kreuzungen von Formen, von denen mindestens eine ein labiles Pangen besitzt.

Grundsätzlich verschieden von diesen Mutationskreuzungen sind dann die anderen zwischen nicht mutierenden Arten der Sektion *Onagra*. Hier kommen häufig zwei reziproke Bastarde vor, das heißt solche, welche in der ersten Generation Verschiedenheiten zeigen, je nachdem die eine oder andere Art als Elter diente. Niemals aber treten in der ersten Generation Spaltungen auf. Ebenso wenig kommt es hier in den folgenden Generationen zu Spaltungen. Es handelt sich hier also um den Fall von konstanten, einseitig intermediären Bastarden. Hier würde nach *de Vries* der eine Elter ein fragliches Pangen besitzen, welches dem anderen Elter fehlt. Diese Bastarde führten ihn dann zu den Doppeltreziproken und der Auffassung der Übertragung verschiedener Eigenschaften durch Pollen und Eizellen, zu Heterogamie, Isogamie und Gamolyse. Das muß aber

im Original nachgelesen werden, da es kurz nicht zu erklären ist.

Die Mendelsche Regel oder ähnliche Spaltungen in der zweiten Generation würden, wie oben angedeutet, dann auftreten, wenn ein inaktives Pangen sich mit einem aktiven verbindet. Solche Fälle bietet, wie schon aus der Mutationstheorie bekannt ist, *Oe. brevistylis*, aber auch *rubrinervis* mit *nanella* gekreuzt usw.

de Vries macht somit prinzipielle Unterschiede zwischen mutierenden und nicht mutierenden Arten. Als Typus einer mutierenden Art gilt ihm nach wie vor *Oe. Lamarckiana*, doch sind durch ihn und andere auch bei anderen *Oenotheren* aus der Sektion *Onagra* Mutanten aufgefunden worden. Er hält es dabei für gut möglich, daß aus der Kreuzung anderer *Onagraarten* Formen zustande kommen, welche der *Oe. Lamarckiana* ähnlich sind. Dieses sei aber dann nur eine äußerliche Ähnlichkeit oder Übereinstimmung. Ehe nicht Fälle aufgedeckt seien, welche in dem Verhalten bei Kreuzungen ebenso wie in dem regelmäßigen Abspalten mit dem Lamarckianaverhalten übereinstimmend gefunden wurden, hält er seine Mutationstheorie nicht erschüttert. Ein Übertragen von Resultaten, welche an nicht mutierenden Pflanzenarten gewonnen wurden, auf mutierende erscheint ihm sehr gewagt und nicht angängig.

Nun müssen wir *de Vries* ohne weiteres zugeben, daß solche mit dem Verhalten seiner Lamarckiana übereinstimmende Fälle auch durch die am weitesten fortgeschrittenen Forscher wohl durch Bastardierung noch nicht zustande gebracht wurden. Auch *Davis*, welcher durch Kreuzung mit *Oe. grandiflora* u. a. Lamarckiana-ähnliche Formen erhielt, hat das noch nicht erreicht, ebensowenig wie *Heribert Nilson*, welcher aber doch gezeigt hat, daß die Lamarckiana wohl keine einheitliche Sippe sein dürfte.

Hierauf aber muß nach Ansicht des Referenten einmal ein großer Wert gelegt werden. Dann aber wird in Zukunft an die *de Vriesschen* Untersuchungen noch viel mehr ein exakterer Maßstab zu legen sein. *de Vries* operiert fast durchweg auf Grund einfacher Inspektion. Es werden bei diesen Bastardierungen und Mutationen soweit irgend angängig exakte Maßmethoden anzulegen sein. Dann werden wir sicher noch zu sichereren Resultaten gelangen. Bis dahin aber bleiben die höchst auffallenden Mutationskreuzungen und Abspaltungen in den Lamarckianakreuzungen eben etwas Besonderes.

Es ist im übrigen ganz und gar nicht möglich, außer diesen Hauptzügen, eingehender auf die ungezählten interessanten Einzelheiten des Buches einzugehen. Es sei nur noch darauf hingewiesen, daß eine große Menge von Abbildungen uns die Hauptformen näher bringen und vor allem 22 prächtige Farbtafeln die Haupttypen deutlich vergegenwärtigen.

Für alle aber, welche die gesamten Kreuzungen als den Mendelschen Regeln unterliegend betrachten wollen, möge dieses Buch als ein warnendes Menetekel gelten. Denn hier liegt sicher vieles vor, was nicht mendelt; und so wird es wohl auch in anderen Fällen sein.

E. Lehmann, Tübingen.

Plate, L., Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. Vierte Auflage. (Handbücher der Abstammungslehre, herausgegeben von L. Plate, Band I.) Leipzig und Berlin, W. Engelmann, 1913. 650 S. und 107 Abb. Preis geh. M 16,—, geb. M. 17,—.

Der umfangreiche Band, mit dem *Plate* die Reihe seiner Handbücher der Abstammungslehre eröffnet¹⁾, ist aus einem Vortrag hervorgegangen, den er im Mai 1899

¹⁾ Band II, der die Vererbungslehre behandelt, erschien zu Anfang dieses Jahres.

auf der Jahresversammlung der Deutschen zoologischen Gesellschaft hielt. Im Laufe von wenig mehr als einem Dutzend Jahre erschienen vier, jedesmal beträchtlich vermehrte Auflagen, so daß das Werk statt der ursprünglichen 150 jetzt 650 Seiten umfaßt. Dieser Umstand lehrt, daß der Darwinismus in unserem Jahrhundert nicht, wie ihm an seinem Anfang prophezeit wurde, nur historisches Interesse beanspruchen kann, sondern daß seine Probleme unberührt vom Wechsel vorübergehend aktueller Modetheorien immer noch eifrige Bearbeitung finden.

Darwins Verdienst ist nach *Plate* dreifacher Art. Es besteht erstens in dem Sammeln eines großen Materials für den Beweis der Abstammungslehre, die besagt, daß die komplizierter gebauten Organismen von den einfacheren abstammen. Zweitens sind ihm umfassende Untersuchungen über die Variabilität als einer Grundeigenschaft des Organischen zu verdanken. Sein drittes und größtes Verdienst ist der Versuch, die organische Zweckmäßigkeit aus den in der Natur herrschenden Kräften unter Verzicht auf jedes mit bewußter Intelligenz wirkende Prinzip zu erklären: das Selektionsprinzip. *Plate* definiert: „Selektion ist ein Vorgang, durch den solche Individuen, die auf Grund ihrer Eigenschaften zur Fortpflanzung gelangen, gesondert werden von anderen, die dieses Ziel nicht erreichen, weil ihnen bestimmte Eigenschaften fehlen.“ Durch die Zuchtwahl erblicher Variationen wird eine Rasse dauernd ausgestaltet. Die Selektion züchtet ihr diejenigen zweckmäßigen Einrichtungen an, die nicht Elementareigenschaften sind oder auf die Lamarckschen Faktoren (s. u.) zurückgeführt werden können.

Nach einer Übersicht über die verschiedenen Arten der organischen Zweckmäßigkeit bespricht *Plate* ausführlich die gegen das Selektionsprinzip erhobenen Einwände. Die Berechtigung des Problems der organischen Zweckmäßigkeit (oikologistische Betrachtungsweise) wird dargelegt. Der Ursprung der Variationen wird als ein vom Selektionsprinzip unabhängiges Problem gekennzeichnet. Die natürliche Zuchtwahl ist von gleicher Wirkung wie die künstliche, wenn sie nur mit erblichen Variationen arbeitet. Die sog. Gruppenmerkmale haben keineswegs einen indifferenten Charakter, sondern sind allgemeine Anpassungen. Es ist kein kompliziertes Organ bekannt, von dem man annehmen müßte, daß es sprungartig entstanden sei. *De Vries* ist mit seiner Annahme, *Darwins* sog. individuelle, fluktuierende Variationen wären nicht erblich, im Irrtum; sie sind vielmehr dasselbe wie die Mutationen von *de Vries*, nämlich kleinere oder größere erbliche Abweichungen. Der Einwand, daß unbedeutende Abweichungen keine Selektion veranlassen können, führt zu Feststellungen über den Begriff des Selektionswertes. Die kleinen Variationen sind in ihrer Fülle und Vielartigkeit von höchster Bedeutung, während die Sprungmutationen wegen ihrer Seltenheit und ihres meist pathologischen Charakters nur selten selektionswertig werden. Der sich in der freien Natur abspielende Kampf ums Dasein läßt sich nur in einzelnen Abschnitten exakt analysieren. Trotzdem ist an den Tatsachen der Variabilität, des Geburtenüberschusses und des Kampfes ums Dasein nicht zu zweifeln und aus ihnen folgt mit Notwendigkeit, daß die Bestorganisierten überleben. Wenn der Darwinismus den Begriff des Zufalls verwendet, indem er mit den bei den Individuen einer Art „zufällig“ vorhandenen Variationen rechnet, so ist das durchaus berechtigt, denn es wird damit nur angedeutet, daß die natürlichen Ursachen des Auftretens der verschiedenen Variationen unbekannt sind. Es ist selbstverständlich, daß solche Ursachen in jedem Falle vorhanden sind.

Die verschiedenen Formen des Kampfes ums Dasein

und der Auslese werden als katastrophale Elimination, Konstitutionalkampf, Interspezialkampf und Intraspezialkampf unter Beibringung zahlreicher Beispiele und Kritik anderer Auffassungen dargelegt.

Von den Hilfstheorien der Zuchtwahllehre bietet *Darwins* Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl eine genügende Erklärung für die Waffen der Männchen und für die auf das andere Geschlecht berechneten Erregungsorgane. Dem Kampf der Teile im Organismus im Sinne von *Roux* will *Plate* keine züchtende Wirkung beimessen. Er erklärt nicht die trophische Reizbarkeit, die vielmehr eine noch unerklärte Elementareigenschaft des Organischen ist. Die Rudimentation wird durch Reize bewirkt, die durch die Lebenstätigkeit auf den Körper ausgeübt und deren Folgen zusammen mit denen des Nichtgebrauchs später erblich werden. Schon hierin und besonders bei der Besprechung der Germinalselektion, die er ablehnt, zeigt sich *Plate* als ausgesprochener Gegner der Weismannschen Vererbungslehre. Aus der ins einzelne gehenden Beurteilung der Mutationstheorie von *de Vries* sei hier nur hervorgehoben, daß sie keineswegs mit dem Darwinismus in Widerspruch steht, sondern eine etwas eingegengte Selektionstheorie darstellt. Indem sie nur mit blastogenen Variationen rechnet, lehnt sie die Vererbung somatogener Abänderungen ab. Die Polemik von *de Vries* gegen *Darwin* beruht auf einer irrtümlichen Auffassung des Darwinschen Variationsbegriffs (s. o.).

Von den Voraussetzungen der natürlichen Zuchtwahl behandelt *Plate* die Vererbung ausführlich im zweiten Band der Handbücher des Darwinismus. Nur dem Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften ist hier ein breiter Raum gewährt. Zur Verständlichmachung der Übertragung eines individuellen Erwerbes auf das Kleinkind wird eine modifizierte Determinantenlehre entworfen. Als sichere Beweise für die somatogene Vererbung gelten die adaptive Wirkung der Bodenfarbe auf die Fleckung des Feuersalamanders und die Wirkung der Temperaturreize auf den Coloradokäfer und die Geburtshelferkröte. Dazu treten noch einige Fälle von hoher Wahrscheinlichkeit aus der Experimentalforschung und manche phyletische Prozesse. Über die Erscheinungen der Variabilität, denen später ein besonderer Band gewidmet werden soll, wird der Vollständigkeit wegen vorläufig orientiert. Bei der Besprechung der Isolationsmittel wird besonders das Verhältnis der geographischen zu der biologischen Isolation erörtert.

Zum Schluß wird auf die Tragweite des Selektionsprinzips eingegangen. Es wirft kein Licht auf die Entstehung der elementaren Lebensvorgänge. Manche einfache Anpassungen mögen gleich mit den ersten Lebewesen entstanden sein. Viele indifferente Merkmale hängen mit Selektion nur zum geringsten Teile zusammen. Variabilität und Vererbung bleiben ihren Ursachen nach ungelöste Rätsel. Dagegen kommt auf die Rechnung der Selektion die Fülle der Anpassungen bis auf die verhältnismäßig geringen Ausnahmen, die als direkte Anpassungen und Gebrauchswirkungen (sog. Lamarcksche Faktoren) angesehen werden können. In letzter Linie hängt alle Evolution ab von äußeren Faktoren. Diese schaffen die Variationen und verändern den Vererbungsmechanismus und damit die Konstitution. „Sie sind es auch, die zu vermehrtem Gebrauch oder Nichtgebrauch anregen, günstige oder ungünstige Lebensbedingungen schaffen und dadurch dem vielgestaltigen Kampf ums Dasein bald diese, bald jene Form verleihen. Daß jedoch dieser stete kaleidoskopartige Wechsel der in der toten Materie herrschenden chemischen und physikalischen Kräfte die Welt der Lebewesen langsam von der Stufe einer Amöbe bis hinauf zum Menschen vervollkommen konnte, dafür gibt es zurzeit nur eine naturwissenschaftliche Erklärung, die Selektion.“

Plates Werk ist das reichhaltigste, das unsere Literatur über darwinistische Fragen aufweist. Es ist durchdrungen von dem Bestreben, *Darwins* Ideen im Sinne ihres Schöpfers weiterzuführen und an den Ergebnissen der neueren Forschung zu erproben. Die Darlegungen sind in der entschiedenen Sprache gehalten, die alle Äußerungen *Plates* auszeichnet. Man sieht ihnen an, daß sie aus voller Überzeugung kommen, und wo sie etwa nicht überzeugend wirken, bilden sie in ihrer scharf umrissenen Form doch die geeignete Grundlage für die weitere Diskussion. Es wird die Übersicht über eine sehr umfangreiche Literatur gegeben und zahlreiche Beispiele beleben die Ausführungen. Unter den Abbildungen sind mehrere Originale nach Präparaten des phyletischen Museums in Jena.

J. Schaxel, Jena.

Nusbaum, J., Die entwicklungsmechanisch-metaplastischen Potenzen der tierischen Gewebe. (Heft XVII der von W. Roux herausgegebenen Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik.) Leipzig, W. Engelmann, 1912. 39 S. Preis geh. M. 1,50.

Unter der Metaplasie der Gewebe versteht *J. Nusbaum* die Fähigkeit einer bestimmten Gewebeeinheit des fertigen Organismus in eine andere bestimmte Gewebeeinheit überzugehen, die nicht nur in struktureller, sondern sogar auch in genetischer Hinsicht von der ersten vollkommen different sein kann. Entwicklungsmechanisch-metaplastische Potenz der Gewebe ist dann ihre Fähigkeit zur Metaplasie „bei besonderen Bedingungen, d. h. unter dem Einfluß bestimmter Reize“. Es handelt sich also um eine Teilerscheinung dessen, was *W. Roux* als atypisches Vermögen bezeichnet und was *H. Driesch* vitalistisch-tendenziös sekundäre prospektive Potenz genannt hat.

Als Beispiel solcher entwicklungsmechanisch-metaplastischen Potenz der Gewebe lehnt *Nusbaum* den von *Driesch* und dann von *E. Schultz* beschriebenen Fall der Ascidie *Clavelina* ab. Hier soll ein Stück des Kiemenkörbes unter Entdifferenzierung und Neudifferenzierung der vorhandenen Zellen das ganze Tier wieder hervorbringen. Die Autoren teilen aber über die eigentlichen histogenetischen Vorgänge nichts mit. (Wie die Dinge hier liegen, wird der Ref. in einer demnächst erscheinenden Arbeit zeigen.) Mehr bekannt ist über die Metaplasie bei der von *Nusbaum* selbst zusammen mit *M. Oæner* untersuchten Regeneration der Nemertinen. Die Autoren stellen die einzelnen Etappen dar, in denen bei diesen Würmern nach der völligen Entfernung des Darmes ein neues Darmepithel aus vereinzelter Wanderzellen bindegewebigen Ursprungs gebildet wird. Dieses Beispiel läßt sich nur noch wenig an die Seite stellen (Bildung von Muskelelementen aus ektodermalem Epithel bei Crustaceen, aus mesodermalem Parenchym bei Nemertinen u. dgl.).

Nusbaum unterscheidet bei der Gewebemetaplasie zwischen der neocytschen und der metacytschen. Bei der ersten findet zunächst eine lebhaft Zellvermehrung statt, aus der eine große Anzahl von Zellen von embryonalem Charakter hervorgeht (Neocyten). Erst diese differenzieren sich in der neuen Gewebsart. Bei der metacytschen Metaplasie sind es nicht vereinfachte Zellen, die sich zu komplizierteren differenzieren, „sondern in einer Richtung schon differenzierte, alte Gewebe verwandeln sich in ganz fremde, ebenfalls differenzierte Gewebe“. Die Wandlung vom einen zum andern Gewebe, z. B. von Parenchym in Darmepithel, vollzieht sich anscheinend als Polyphagocytose, indem die Zellen sich untereinander angreifen und resorbieren, bis die in dem Kampf der Teile intakt bleibende Zellschicht das Epithel des Darmes liefert.

Die metaplastische Potenz der Gewebe steht im umgekehrten Verhältnis zu ihrem Differenzierungsgrad. Je mehr die Gewebszellen in morphologischer oder physiologischer Hinsicht differenziert sind, desto schwieriger lassen sie sich anderen Funktionen anpassen.

Die im Sinne der Phylogenie niedriger organisierten Tierformen übertreffen die höher organisierten hinsichtlich der entwicklungsmechanisch-metaplastischen Potenzen.

Die Auslösfaktoren für die entwicklungsmechanisch-metaplastischen Potenzen sind wohl in der Aufhebung der Korrelation zu suchen.

J. Schaxel, Jena.

Sedgwick, W. T., und E. B. Wilson, Einführung in die allgemeine Biologie. Autorisierte Übersetzung nach der zweiten Auflage von *R. Thesing*. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. X, 302 S. und 126 Abb. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Die amerikanischen Autoren haben die Überzeugung, daß eine nicht nur oberflächliche Kenntnis des Baues und der Funktionen der Lebewesen heute zur allgemeinen Bildung gehört. Sie wollen daher eine Anleitung zu tieferem Verständnis und die Grundlage zu eindringenderem Studium der allgemeinen Biologie liefern, d. h. der Wissenschaft von den allgemeinen, für das Leben charakteristischen Erscheinungen und deren Gesetzen, die sie durch vergleichende Untersuchungen einer Reihe tierischer und pflanzlicher Lebewesen, die sie als Repräsentanten heranzieht, zu illustrieren versucht.

Nach einer elementar gehaltenen Orientierung über den Bau der Lebewesen, das Protoplasma und die Zelle wird der Regenwurm als tierischer und das Farnkraut als pflanzlicher Vertreter in sehr umfassender und anregender Darstellung behandelt. Die Besprechung des Vorkommens und Verhaltens, der Organisation, des Aufbaus und der Verrichtungen der Organe, der Fortpflanzung und der Entwicklung ergeben eine Fülle von Beziehungen allgemeiner Art, deren Bedeutung an der Hand des konkreten Materials erläutert wird. Die in sich fast abgeschlossene Welt eines Heuaufgusses bietet dann Gelegenheit nicht nur zur Schilderung der einzelligen Tiere und Pflanzen, sondern auch zur Klärstellung des Verhältnisses von Tieren und Pflanzen überhaupt und zu spezielleren Problemen, wie Fermentwirkung (Hefe) u. dgl. mehr.

Das Buch soll seinen eigentlichen Zweck nicht als Lesebuch, wenngleich es auch als solches dienen kann, erfüllen, sondern es eignet sich vor allem als Führer für die praktische Durcharbeitung der Objekte. In dem beigegebenen Anhang wird die Beschaffung und die technische Behandlung des Materials angegeben. Auch der bereits mit dem Mitgeteilten Vertraute erfährt dabei, wie er bei Schilderung und Demonstration zweckmäßig verfahren kann.

Die meist nach bekannten Vorbildern reproduzierten Abbildungen illustrieren den Text hinreichend. Die von Frau Dr. *R. Thesing* besorgte Übersetzung ist wie immer vorzüglich.

J. Schaxel, Jena.

Neger, Fr. W., Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie). Stuttgart, F. Enke, 1913. 775 S. und 315 Textfig. Preis M. 24,—.

Das Buch will allgemein verständlich und in dieser Hinsicht ein Gegengewicht gegen gewisse auch größere populäre Literaturerzeugnisse sein. Es erhebt sich gegen die Manie teleologischer Spekulationen, die sich aller erreichten Vertiefung zum Trotz so aufdrängen in der verbreitetsten und daher wohlfeilen Literatur popu-

lärer Form, und will an ihre Stelle treten. Man muß dem Verf. das Zeugnis geben, daß er, ohne mehr als die Grundlagen der Botanik vorauszusetzen, deren Terminologie er verwendet, verständlich und klar seinen Stoff behandelt. Aber er gibt auch mehr, er wird durch die bis ins Einzelne und Neueste vorgeschrittene Einverleibung der Resultate jüngerer Forschung auch dem Fachgenossen in vielen Kapiteln die beste bestehende Übersicht liefern.

Den Inhalt des Buches zu umschreiben, ist schwer. Es ist fast leichter zu sagen, was in dem Buch von Biologie und Physiologie *nicht* steht. Das ist nur wenig, eigentlich wohl nur der stoffliche Teil der Ernährungsphysiologie und die experimentell-messenden Partien der Physiologie allgemein. Sonst ist — dank dem guten Register — so ziemlich von allen Teilen der Physiologie im weitesten Sinne das Material zusammenzufinden. Die Gruppierung aber geben morphologische Gesichtspunkte, wie am besten die Folge der Kapitel schon erkennen läßt.

Die Einleitung behandelt die Theorie der Anpassung. Neger betont das Nebeneinander der finalen und kausalen Betrachtungsweise bei der Erklärung von Anpassungen, was durch Beispiele erläutert wird. In diesem Zusammenhang findet der Titel des Buches seine Umschreibung. Biologie faßt Neger im engern Sinne als Ökologie. Sein Wunsch war es, die induktiv-experimentelle Methodik, wie die Physiologie sie handhabt, auch für dieses Gebiet als unentbehrlich zu erweisen. Die Deduktion leistet für die Ökologie viel, sie befruchtet die Arbeit reich (z. B. Selektionslehre), aber bei ihr und dem deduktiv Gefundenen darf nicht Halt gemacht werden. Und der Richtung, die diesen weiteren Schritt tut, nun experimentell prüfend vorgeht, gibt der Verf. die Bezeichnung Bionomie. „Bionomie“ wäre also eine Ökologie auf experimenteller Grundlage. Es ist in dieser Richtung manches gearbeitet, das neuere, als experimentelle Morphologie bezeichnete Gebiet enthält viel Material dieser Art. Aber, wenn Neger sagt, daß in dem Werke sich vom Untergrund der allgemeinen Ökologie die bisher experimentell behandelten Spezialfälle plastisch abheben sollten, so könnte der Umfang des Werkes und der Titel doch über die Menge des *auf diesem Wege* schon Erforschten täuschen. Die relativ geringe Menge von dem Stoff, wie Neger ihn als Inhalt der „Bionomie“ verlangt, rechtfertigt es kaum, dieses Wort auf den Titel zu setzen. Es sind doch selbst in so ausgesprochen der Bionomie offenen Kapiteln, wie Wasserbedarf, Anpassung ans Substrat usw., nur Ansätze vorhanden, am weitesten sind experimentell-ökologische Forschungen wohl für den Lichtbedarf ausgeführt (nämlich die bekannten Wiesnerschen Untersuchungen über den Lichtgenuß).

Zur Orientierung seien die Kapitelüberschriften genannt: 1. Anpassung an die Wärme, 2. an das Licht, 3. an das Wasser als Lebensfaktoren, 4. an das Wasser als Medium, 5. an das Substrat, 6. Anpassungen zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit, 7. Soziale Anpassungen, 8. Anpassungen zur Erhaltung der Art, 9. Reizempfindungsvermögen. Diese Titel klingen nicht ganz kongruent, aber der Stoff ist durchaus gut untergebracht, wenn er in diesem Rahmen untergebracht werden sollte, worüber man z. B. bei 7. etwas streiten könnte. Und doch möchte es kaum gelingen, es besser zu machen. Behandelt ist jedenfalls alles, was irgend erwartet werden kann.

Bei der Ausführung der einzelnen Kapitel gereicht die Ausgestaltung vieler Probleme, die den Ländern Südamerikas und damit wohl speziellen Erfahrungen des Verf. den Ursprung verdanken, zum großen Vorzug. Es kommt auch durch die temperamentvolle Darstellung

ein persönlicher Zug in das Werk, der die Lektüre sicher dem Nichtfachmann erleichtert. Um dieses Vorzugs willen wird der Fachgenosse kleine anfechtbare Rückfälle in den Stil der verpönten Art von Literatur, ein Subjektivieren und Anthropomorphisieren der Pflanzen (wenn ihr Benehmen in bestimmter Lage etwa als „feige“ gebrandmarkt wird) gern mit in Kauf nehmen. Der Fachmann wird aber besonders neue Literaturzitate, die die Größe des verarbeiteten Materials ahnen lassen, sehr dankbar empfinden. Das Buch wird auch ihm ein Handbuch werden. Die Fülle des Abbildungsmaterials, das viel Neues und Originelles bringt, hebt das im Vergleich zu Umfang und Verwendungsmöglichkeit billige Buch in seiner glänzenden Ausstattung noch um ein beträchtliches. Es sei noch angefügt, daß die Kritik mir fast etwas zurückzutreten scheint, die Daten auch verschiedener nicht harmonisierender Autoren sind gelegentlich fast ohne Debatte aneinander gereiht. Indes ist ja gerade dies der Beweis dafür, daß das Buch eben Experimente und nicht Überlegung allein zur Entscheidung ökologischer Fragen verlangt. So wird das Werk auch eine Fundgrube für Probleme bilden.

Fr. Tobler, Münster.

Kleine Mitteilungen.

Zur Baumwollstatistik. Das günstigste Kulturgebiet für Baumwolle ist nach wie vor Südamerika; danach kommen vor allem Ostindien und Ägypten in Betracht. Die Größen der Anbauflächen betragen beziehungsweise etwa 12½ Millionen, 7 Millionen und 640 000 ha. Dahinter stehen Russisch-Asien mit 200 000 ha und Japan mit 60 000 ha weit zurück; von der Kulturausdehnung in unseren Kolonien wird weiter unten die Rede sein. Das absolute Monopol hat einstweilen jedenfalls Amerika, wo überdies die Pflanzung vorzüglich organisiert sind und die Preise so weit hinaufschrauben, als es sich mit den allgemeinen kaufmännischen Gesetzen von Angebot und Nachfrage irgend verträgt. Der Preis pro Pfund ist z. B. in den Jahren 1907—1910 stellenweise von 9 Cents auf 15 Cents gestiegen; so daß die Jahreseinnahme für Baumwolle in Amerika 1910 ca. 500 Millionen Dollars betrug. Dazu kommt noch die Preissteigerung, die hier und da durch weitgehendste Spekulation erreicht wird, der freilich auch wieder enorme Preisstürze folgen können und getolgt sind. Ein reguläres Geschäft gibt es im Baumwollhandel fast garnicht mehr. Natürlich bedeutet die Spekulation eine große Gefahr und Erschwerung für die Baumwollindustrie, die sich aber in Deutschland trotzdem ganz enorm entwickelt hat. Von 1840 bis 1870 ist die Zahl der Spindeln schon etwa um das Vierfache gestiegen, nämlich auf 2 767 000, und im nächsten Jahrzehnt wurde diese Zahl durch die Einverleibung des Elsaß fast verdoppelt. 1910 wurden 10 200 000 Spindeln gezählt. Entsprechend vergrößerte sich die Zahl der mechanischen Webstühle. Natürlich bleibt Deutschland in den absoluten Zahlen noch weit hinter dem alten Baumwollland England zurück, aber das Verhältnis der Entwicklung verschiebt sich dauernd zu unseren Gunsten. Es ist in zwanzig Jahren bereits von 1 : 8 auf 1 : 5 gestiegen, und die Zunahme an Spindeln betrug in dieser Zeit 85 % in Deutschland gegen 34 % in England. Nächst England besitzt Amerika die bedeutendste Baumwollindustrie und verbraucht infolgedessen fast die Hälfte seiner Ernte selbst. Für alle andern Länder bleiben je nach dem Jahresausfall nur 5—8 Millionen Ballen (à ca. 450 Pfund) übrig, so daß der auf etwa 15½ Millionen Ballen veranschlagte Weltkonsum

auch durch das Hinzukommen der ägyptischen und ostindischen Baumwolle nicht gedeckt wird. Die Weltproduktion betrug in dem guten Erntejahr 1908 19 574 000 Ballen. Die Gesamternte verteilt sich in folgender Weise auf die verschiedenen Länder: Amerika 60 %, Ostindien 16 %, Ägypten 7 %, das übrige Afrika 2 %, China 8 %, Russisch-Asien 2 %, Mexiko 1 %; 4 % verteilen sich auf andere Länder.

Der Hauptmarkt für Baumwolle ist jetzt Liverpool, an zweiter Stelle steht Bremen, dessen Börse, obgleich sie erst seit 1872 besteht, heute ausschlaggebend ist und über zwei Millionen Ballen jährlich einführt, also mehr als das jährliche Verbrauchsquantum von ganz Deutschland. — Innerhalb Deutschlands hat Mülhausen im Elsaß die größte Spindelzahl aufzuweisen; die bedeutendsten Spinnereien befinden sich in Leipzig und Augsburg.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß das Verhältnis zwischen Weltproduktion und Weltverbrauch an Baumwolle ein derartiges ist, daß wenige schlechte Erntejahre eine Baumwollkalamität hervorrufen können. Deshalb bemüht man sich allgemein, neue Kulturgebiete zu erschließen, und speziell Deutschland bemüht sich seit 1900 in den Schutzgebieten Togo und Deutsch-Ostafrika eigene Baumwolle zu ziehen. In Deutsch-Ostafrika beträgt das mit Baumwolle bepflanzte Areal jetzt ca. 14 308 ha; die Gesamtausfuhr belief sich 1911 auf 1 331 818 Mark und ist 1912 weiter gestiegen. Boden und Klima scheinen recht geeignet, doch sind die Felder schon vielfach durch Schädlinge zerstört worden. Leider fehlt gerade im Süden der Kolonie, wo z. B. im Lindibezirk gute Ernten erzielt wurden, noch die Bahnverbindung zur Küste. Etwas nördlich von Lindi, in Kilossa, befindet sich die Otto-Pflanzung, die 1907 gegründet wurde und 1913 auf einen Ertrag von 800 Ballen rechnete. Sehr erschwerend sind in Deutsch-Ostafrika die hohen Transportkosten auf den dortigen Bahnen und die schwierige Arbeiterfrage. Das kolonial-wirtschaftliche Komitee bemüht sich, den Negern Verständnis für die Kultur vor allem dadurch beizubringen, daß Schulen errichtet und Eingeborene als Wanderlehrer ausgebildet werden.

In Kamerun versucht man neuerdings im Grasland den Anbau mit besseren Aussichten auf Erfolg als bisher; es handelt sich da im wesentlichen um das Gebiet des Tschadsees, das aber noch der Eisenbahnverbindung bedarf. Sehr viel günstiger liegen die Verhältnisse in Togo, dessen (im wesentlichen Eingeborenen-) Kulturen 1911 eine Ausfuhr von 2103 Ballen im Wert von 554 128 Mark ergaben. Jetzt sind bereits 11 Entkörnungsanstalten mit Dampfbetrieb und 27 kleinere mit Handbetrieb errichtet worden. Bis jetzt kommt nur Süd-Togo in Betracht, da einstweilen nur dort Bahnverbindung vorhanden ist. — (B. Levy, *Koloniale Rundschau* 1910, Heft 12, bzw. 1913, Heft 7.) G. T.

Bei der **Funkentelegraphie** tönt das **Empfangstelephon** in der **Nacht viel lauter** als am Tage. In den Tropen soll diese Abhängigkeit von der Sonnenstrahlung besonders bemerkenswert sein. So fand z. B. *Schwartzhaupt* bei derartigen Versuchen nachts eine ungefähr viermal größere Lautstärke als am Tage. In einer Arbeit: *Intensitätsmessungen radiotelegraphischer Zeichen zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten* (*Elektrotechn. Zeitschrift* 1913, S. 996) berichtet H. Mosler über Messungen, die er während der Dauer eines ganzen Jahres ausgeführt hat. Als Gebestation diente dabei die Station in Norddeich, die zu den bekannten Zeiten ihre dienstlichen Telegramme gibt.

Die Empfangsstation befand sich 420 km entfernt und bestand aus einer 18 m hohen, sechsdrähtigen Schirmantenne, in deren aperiodischen Kreis ein Perikondetektor (Rotzinkerz-Kupferkies) eingeschaltet war. Mit dem Detektor war ein Galvanometer verbunden, dessen Ausschlag ein Maß für die Empfangsintensität gab. Zunächst ergab sich, daß am Tage keine bedeutenden Schwankungen der Empfangsenergie auftraten und daß die Lautstärke am Tage während des ganzen Jahres fast genau den gleichen Betrag beibehielt. Man bezeichnet demnach als Reichweite einer Station am einwandfreiesten diejenige, die am Tage gemessen wird. Bei Nacht traten wesentliche Abweichungen ein, die sich zum Teil in sprunghaften Änderungen des Galvanometerausschlags kundtaten. So wurde z. B. am 12. November 1912 festgestellt, daß die Empfangsintensität innerhalb 7 Minuten sich um den 6,3 fachen Betrag änderte. Das ist natürlich eine Ausnahme. Im ganzen zeigte sich nachts eine Zunahme der Lautstärke, und zwar hatte in den einzelnen Monaten der Mittelwert des Verhältnisses Nachtintensität zu Tagintensität folgende Werte:

Februar	2,06	August	—
März	2,07	September	2,14
April	2,20	Oktober	2,82
Mai	1,29	November	3,15
Juni	1,09	Dezember	1,79
Juli	1,22	Januar	1,64

Auch bei Versuchen mit Erdantennen wurde eine ähnliche Abhängigkeit festgestellt. P. Lg.

Ausschuß für drahtlose Telegraphie der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik. Auf einer Sitzung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik, die am 19. Oktober in den Räumen des Kaiserl. Aeroklubs in Berlin stattfand, wurde ein Ausschuß für drahtlose Telegraphie gegründet, der die Aufgabe haben soll, alle Fragen, die bei der Anwendung der drahtlosen Telegraphie auf den verschiedensten Gebieten der Luftfahrt in Erscheinung treten, systematisch zu behandeln. An der Sitzung nahmen einige Herren der Generalinspektion des Militärverkehrswesens, Vertreter des Kaiserlichen Telegraphenversuchsamts und des Reichspostamts und eine größere Anzahl von Gelehrten teil, die sich mit der Aufgabe, die drahtlose Telegraphie im Luftfahrzeug zu erforschen, befaßt haben. Zum Obmann wurde Herr Privatdozent Dr. *Dieckmann* (München) gewählt. Die Arbeiten des Ausschusses sind sehr mannigfacher Art. So werden in den demnächst beginnenden Sitzungen die Fragen nach einer günstigsten Antennengestalt, nach der Zündungsgefahr der Ballons — es wurde besonders betont, daß auf dem am Vortage verunglückten L. II keine Station für drahtlose Telegraphie an Bord in Betrieb gewesen ist — behandelt werden, ferner rein wissenschaftliche Fragen der drahtlosen Telegraphie, die nur mit Hilfe der Luftschiffahrt zu lösen sind. Auch ist zu beraten, in welcher Weise der schon teilweise eingerichtete meteorologische Warnungsdienst für Luftschiffe ausgebildet werden soll, ob einige über das Reich verteilte Großstationen zu bestimmten Zeiten an eventuell in Fahrt befindliche Luftschiffe die meteorologischen Prognosen geben sollen oder ob nur von Fall zu Fall verfahren werden soll, also, wie bisher, bei jeder Fahrt eines Luftschiffes die von der Fahrt berührten Stationen besondere Warnungen erlassen sollen. Der neu gegründete Ausschuß ist der elfte, der von der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik ins Leben gerufen ist. P. Lg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 51.

19. Dezember 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Entwicklung der Flugtechnik. Von *Prof. Dr. Alex. Baumann, Stuttgart*. S. 1249.

Ein Beitrag zur Methodik mediumistischer Untersuchungen: *Dr. A. Freiherrn von Schrenck-Notzings „Materialisationsphänomene“*. Von *Privatdozent Dr. Gustav Kafka, München*. S. 1258.

Über Lamarcks Entwicklungslehre und ihre moderne Erneuerung. Von *Prof. Dr. F. v. Wagner, Graz*. S. 1262.

Die Zoologisch-paläontologischen Vorträge auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. Von *Privatdozent Dr. Otto Steche, Leipzig*. S. 1268.

Die Mineralogie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher u. Ärzte in Wien, September 1913. Von *Dr. Kurd Endell, Berlin*. S. 1272.

Besprechungen. S. 1273.

Meteorologische Mitteilungen. S. 1278.

Kleine Mitteilungen. S. 1279.

WISSENSCHAFT UND HYPOTHESE

Sammlung von Einzeldarstellungen aus dem Gesamtgebiet der Wissenschaften mit besonderer Berücksichtigung ihrer Grundlagen und Methoden, ihrer Endziele und Anwendungen.

I. Wissenschaft und Hypothese. Von *H. Poincaré*. Deutsch von *F. u. L. Lindemann*. 2. Aufl. Geb. M. 4.80

II. Der Wert der Wissenschaft. Von *H. Poincaré*. Deutsch von *E. Weber*. 2. Auflage. Geb. M. 3.60

III. Mythenbildung und Erkenntnis. Eine Abhandlung über die Grundlagen der Philosophie. Von *G. F. Lipps*. Gebunden M. 5.—

IV. Die nichteuclidische Geometrie. Historisch-kritische Darstellung ihrer Entwicklung. Von *R. Bonola*. Deutsch von *H. Liebmann*. Mit 76 Fig. Geb. M. 5.—

V. Ebbe und Flut sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Von *G. H. Darwin*. Deutsch von *A. Pockels*. 2. Auflage. Mit einem Einführungswort von *G. v. Neumayer*. Mit 52 Illustrationen. Geb. M. 8.—

VI. Das Prinzip der Erhaltung der Energie. Von *M. Planck*. 3. Auflage. Gebunden M. 6.—

VII. Grundlagen der Geometrie. Von *D. Hilbert*. 4. Auflage. Gebunden M. 6.—

VIII. Geschichte der Psychologie. Von *O. Klemm*. Gebunden M. 8.—

IX. Erkenntnistheoretische Grundzüge der Naturwissenschaften und ihre Beziehungen zum Geistesleben der Gegenwart. Von *P. Volkmann*. 2. Auflage. Gebunden M. 6.—

X. Wissenschaft und Religion in der Philosophie unserer Zeit. Von *E. Boutroux*. Deutsch von *E. Weber*. Gebunden M. 6.—

XI. Probleme der Wissenschaft. Von *F. Enriques*. Deutsch v. *K. Grelling*. 2 Teile. I. Wirklichkeit und Logik. Gebunden M. 4.—. II. Die Grundbegriffe der Wissenschaft. Gebunden M. 5.—

XII. Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften. Von *P. Natorp*. Geb. M. 6.60

XIII. Die pflanzengeographischen Wandlungen der deutschen Landschaft. Von *H. Hausrath*. Gebunden M. 5.—

XIV. Das Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus aus. Von *J. Petzoldt*. 2. Auflage. Gebunden M. 3.—

XV. Wissenschaft und Wirklichkeit. Von *M. Frischeisen-Köhler*. Gebunden M. 8.—

XVI. Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und Naturwissenschaft. Von *E. Picard*. Deutsch von *F. u. L. Lindemann*. Gebunden M. 6.—

XVII. Wissenschaft und Methode. Von *H. Poincaré*. Dtsch. v. *F. u. L. Lindemann*. Geb. ca. M. 6.—

XVIII. Probleme der Sozialphilosophie. Von *R. Michels*. Gebunden M. 4.80.

Weitere Bände in Vorbereitung.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Inseraten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

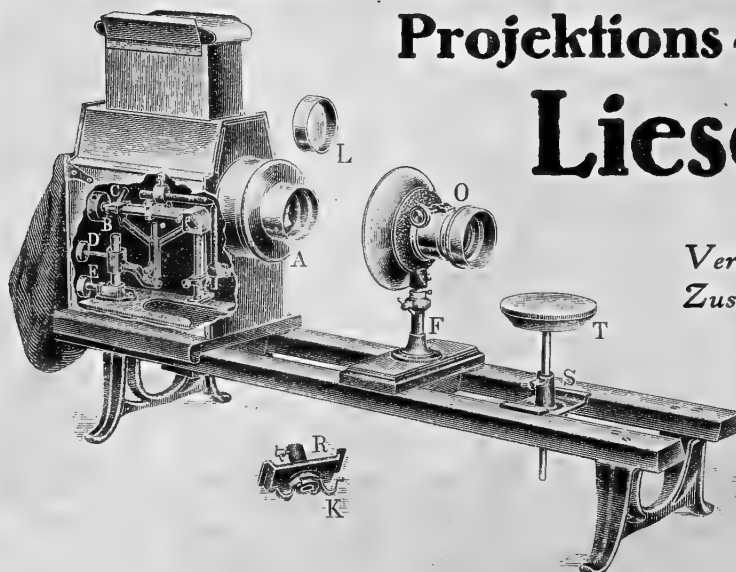
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Theising, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



Projektions - Apparate Liesegang

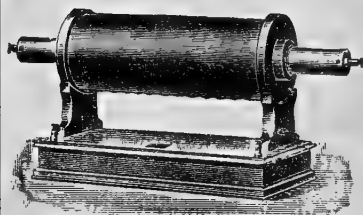
*Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.*

Ed. Liesegang * Düsseldorf

Brieffach 124.

Induktorien mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser
als alle anderen
für physikalische
Arbeiten, gehen
mit jedem Unter-
brecher, sind
durchschlag-
sicher, zu be-
ziehen durch alle
Lehrmittelhand-
lungen, andern-
falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.

Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

KRÖPLIN & STIER BÜTZOW i. M.

Werkstätten für Präzisionsmechanik und
Elektrotechnik.

**Spezialitäten: Funkeninduktoren,
Demonstrationsapparate für drahtlose
Telegraphie. Apparate für Hertz'sche
Versuche. Tesla-Apparate. Influenz-
maschinen usw.**

Sonderkonstruktionen und Versuchsmodelle
nach Angabe.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Curt Kabitzsch, Würzburg: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite IV — B. G. Teubner, Leipzig: Seite I — Verlag der Umschau, Frankfurt a. M., Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV — Winkelmann & Söhne, Berlin: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Kröplin & Stier, Bützow: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite III.

Entwicklung der Flugtechnik.

Von Prof. Alex. Baumann, Stuttgart.

In den wenigen Jahren ihres Bestehens hat die Flugtechnik doch schon eine namhafte Entwicklung durchgemacht.

Das gilt natürlich in erster Linie für den konstruktiven Aufbau, Herstellung und Konstruktion der Einzelteile. Es ist eine fortschreitende Vervollkommnung und Verbesserung der Teile ebenso wie der ganzen Maschine rein werkstattmäßig unverkennbar. Dasselbe gilt vom verwendeten Material und seiner Verarbeitung sowie von der äußeren Aufmachung der Maschinen. Doch soll es sich um diese Dinge hier ebensowenig handeln, wie um die Festigkeit der tragenden Teile, der im Laufe der Zeit mehr und mehr Beachtung geschenkt wurde, so daß, was Festigkeit anlangt, heutige gute Maschinen die ersten flugfähigen Flugzeuge an vielen Stellen um ein vielfaches übertreffen.

Es soll vielmehr im folgenden die Entwicklung besprochen werden, die das Flugzeug in aerodynamischer Hinsicht genommen hat.

In dieser Hinsicht sind neben anderen vor allem vier Umstände für die Charakterisierung eines Flugzeugs von Bedeutung:

1. Die Formgebung des Gesamtaufbaus, abgesehen von Trag- und Steuerflächen in Rücksicht auf geringen Flugwiderstand und große Geschwindigkeit;
2. die Größe des durch die Motorstärke bedingten vorhandenen Leistungsüberschusses über das notwendige Minimum;
3. Gestaltung der Tragflächen in Rücksicht auf geringen Flugwiderstand bei großer Tragkraft, also in Rücksicht auf die Ökonomie;
4. Formgebung der Tragflächen und der ganzen Maschine in Rücksicht auf die Stabilität.

1. Formgebung des Gesamtaufbaus.

Im Gesamtaufbau waren ursprünglich Doppeldecker und Eindecker prinzipiell verschieden. Fast allgemein wurden beim Doppeldecker Höhensteuer und Führer vorn, Motor und Schraube hinter der Tragfläche angeordnet. Dazwischen Benzingefäß und Kühler. Beim Eindecker war die umgekehrte Reihenfolge in der Anordnung bevorzugt. Daneben hielt sich bis heute beim Eindecker, wenn auch nur bei wenigen Typen, die Anordnung: Führer unter der Tragdecke, Motor oben, Schraube vorn, Steuer hinten.

Es leuchtet ein, daß bei einem Flugzeug eine möglichste Verringerung der Widerstände, also eine möglichste Verringerung der dem Wind sich bietenden Angriffsflächen anzustreben ist, ebenso, daß diesen Flächen nach Möglichkeit eine solche Gestalt zu geben ist, die an sich einen geringen Widerstand gewährleistet.

Es kam also darauf an, alle Teile des Flugzeugs, die nicht Tragfläche sind, möglichst zusammenzudrängen, und in einem gemeinsamen, günstig geformten umhüllenden Körper unterzubringen. Nach dem Vorausgehenden scheint von vornherein der übliche Aufbau der Eindecker für eine solche Maßnahme geeigneter als der Aufbau der Zweidecker, denn dort hindert in den meisten Fällen die sich direkt hinter der Tragfläche drehende Schraube die Anordnung eines langgestreckten Rumpfkörpers, der geeignet wäre, Personen, Motor usw. in sich aufzunehmen und gleichzeitig das stets hinter der Maschine angeordnete Kurs- oder Seitensteuer zu tragen. Es kommt hinzu, daß die Anordnung des Höhensteuers vorn die Anbringung einer entsprechenden Trägerkonstruktion zur Aufnahme des Höhensteuers (das gleichfalls einen Widerstand bedingt) erforderlich macht.

Es war zuerst *Breguet*, der mit Erfolg den Aufbau der Eindecker auf die Zweidecker übertrug, d. h. einen Zweidecker mit vorn liegendem Motor und hinten liegendem Höhensteuer konstruierte, und alle diese Teile in bzw. an einem langgestreckten günstig geformten Rumpfkörper anbrachte, den er zwischen den Tragflächen anordnete.

Zahlreiche andere Konstrukteure folgten nach. Wenn auch nicht alle sich dazu entschlossen, den Motor nach vorn zu legen und den Führer hinter den Motor zu setzen — denn dadurch ergibt sich notgedrungen stets ein weniger freier Ausblick für den Führer nach vorn und unten —, so wurde doch wenigstens das Höhensteuer nach hinten verlegt. Schon damit ist ja in Rücksicht auf den Wegfall einer besonderen Tragkonstruktion für das Höhensteuer eine Verringerung von Widerstand und Gewicht bedingt. Freilich gestaltet sich die Umhüllung der Insassen des Flugzeugs, des Motors und Benzingefäßes usw. auch bei hintenliegendem Höhensteuer, noch immer recht schwierig und eine wirklich befriedigende konstruktive Lösung scheint bis heute für diese Anordnung nicht gefunden, wenn man auch den in solchem Fall meist über die vordere Tragfläche hinausragenden Führer- und Passagiersitz verkleidet. Nun kommt es streng genommen nicht so sehr — wenn man die Ökonomie des Flugs und nicht allein die Fluggeschwindigkeit im Auge hat — darauf an, die nicht tragenden Widerstände klein zu machen, als vielmehr das Verhältnis dieser Widerstandsflächen zur Tragfläche. Wenn also die nicht völlig befriedigende Anordnung des vornliegenden Führersitzes beibehalten wird, so kann ihre ungünstige Wirkung immer zum Teil durch Anordnung einer verhältnismäßig großen Tragfläche, wie solche ja bei Zweideckern in der Regel vorhanden sind, ausgeglichen werden. Bei den Eindeckern war nach dem Gesagten die Aufgabe leichter zu lösen, in Rücksicht auf ihre verhältnismäßig kleinen Tragflächen ist aber eine Verringerung der schädlichen Widerstände weit wich-

tiger. Es zeigen sich hier eigentlich nur Unterschiede in der Form, die man dem Rumpfkörper in Rücksicht auf bequeme Herstellung gibt. Wir finden Rumpfkörper mit viereckigem, dreieckigem, solche mit kreisrundem und solche mit ovalem Querschnitt. Die Verkleidung besteht aus Tuch, Blech oder poliertem Holz.

Daß man weiterhin bestrebt ist, die Zahl der im Wind liegenden Drähte und Stangen möglichst zu verringern, ist selbstverständlich. Auch in dieser Hinsicht sind Fortschritte und Unterschiede vorhanden. Auch hier geht, wenigstens für den Doppeldecker, *Breguet* am weitesten, ebenso, daß man möglichst alle vorspringenden Teile vermeidet und ihnen eine Gestalt zu geben sucht, die geringe Widerstände bedingt.

Alle diese Maßnahmen haben zu einer fortschreitenden Vergrößerung der Fluggeschwindigkeit und Tragkraft geführt. Eine solche Vergrößerung der Geschwindigkeit hat nicht allein sportliches Interesse, sondern auch insofern Bedeutung, als sie den Flug bei ungünstigerem Wetter ermöglicht. Es muß dabei allerdings eine Einschränkung insofern gemacht werden, als wir auch Maschinen besitzen, die bei relativ geringen Geschwindigkeiten selbst bei sehr schlechtem Wetter zu fliegen gestatten (*Wrightmaschine*).

2. Leistungsüberschuß des Motors.

Diese Vergrößerung der Geschwindigkeit ist aber nicht lediglich durch Verringerung der Widerstände, sondern auch dadurch erreicht worden, daß man fortschreitend stärkere Motoren verwendete.

Während in den ersten Zeiten die Motoren der Flugzeuge eine Stärke besaßen, daß man nur gerade fliegen konnte, sind heute die Motoren bei weitem stärker. Flugzeuge, die mit einem 50 bis 60 pferdigen Motor fliegen könnten, besitzen heute einen solchen von 70 bis 100 Pferdestärken. Die Folge ist, daß ein solches Flugzeug auch mit einem erheblich gedrosselten Motor noch zu fliegen vermag, allerdings mit verringerter Fluggeschwindigkeit. In dem Unterschied zwischen der normalen Fluggeschwindigkeit, die ein Flugzeug besitzt, und der kleinsten Geschwindigkeit, mit der es noch zu fliegen vermag, spricht sich am deutlichsten der Überschuß an Motorstärke aus, den ein Flugzeug besitzt. Dieser Unterschied beträgt bei einzelnen Flugzeugen bis 70 km/Stde, d. h. sie vermögen beispielsweise mit 60 km/Stde noch zu fliegen, während sie normal 130 km/Stde Geschwindigkeit entwickeln. Der Unterschied entspricht so 55 %. In den wenigsten Fällen beträgt er bei den üblichen Flugzeugen weniger als 25 bis 30 %.

Dieser Leistungsüberschuß ist wesentlich, denn er erlaubt trotz großer Fluggeschwindigkeit mit geringer Geschwindigkeit die Landung auszuführen, ebenso mit verhältnismäßig kurzem Anlauf in die Luft zu kommen. Er ergibt notwendig auch eine verhältnismäßig große Steiggeschwindigkeit. Schließlich ist er aber auch insofern von Bedeutung, als ein Nachlassen der Motorleistung — vielleicht ein nur vorübergehendes — nicht zur Landung zwingt. Daß ferner die Er-

reichung großer Flughöhen und ebenso die Mitnahme großer Überlasten dadurch erst ermöglicht wird, bedarf keiner Erläuterung. Die Möglichkeit der Verwendung solch starker Motoren — bis 200 PS, selbst 400 PS, üblich im allgemeinen 100 bis 150 PS — war erst mit dem Bau so ausgesprochen leichter Motoren, wie wir sie heute besitzen, gegeben. In gleichem Maße hat ihre Zuverlässigkeit zugenommen, jedoch kann auf diese Dinge hier nicht eingegangen werden.

3. Gestaltung der Tragflächen in Rücksicht auf die Ökonomie.

Kann man für die aufgeführten Punkte eine große Übereinstimmung in der Richtung der Entwicklung feststellen, so gilt das nicht in gleicher Weise von der Formgebung der Tragfläche. Man findet im Laufe der Zeit die verschiedensten Tragflächenprofile verwendet, wie schon die ersten Flugzeuge beträchtliche Unterschiede zeigten. Neben schwach oder mäßig gewölbten Tragflächenprofilen (*Wright, Voisin*) fanden sich schon damals stark gewölbte (*Bleriot, Antoinette*). Es wurden neben Tragflächen mit beiderseitiger Tuchbespannung auch solche mit Tuchbespannung nur auf der Oberseite (*Voisin*) verwendet. Daß eine nur einseitige Tuchbespannung etwas größere Widerstände ergibt, leuchtet ein, trotzdem finden wir solche auch heute noch bei einzelnen Fabrikaten in Rücksicht auf gewisse konstruktive Vorteile und Bequemlichkeiten, die damit verbunden sind. Dieselbe Vieltätigkeit in der Profilform besteht bis heute, ohne daß entschieden werden könnte, in welcher Richtung eine Entwicklung läge.

Eine Zeitlang wurde das sogenannte Nieuportprofil (Fig. 1) stark bevorzugt und von den



Fig. 1.

verschiedensten Konstrukteuren aufgenommen beziehungsweise zum Teil sklavisch nachgeahmt, weil die vorzüglichen Resultate der Maschine von *Nieuport* dem Tragflächenprofil zugeschrieben wurden. Es geschah das zu Unrecht, denn das Nieuportsche Flügelprofil für sich allein genommen, ohne die dazugehörige Maschine, ist nicht leistungsfähiger als ein anderes, und ein brauchbares selbst hervorragendes Flügelprofil ergibt ohne Sonstiges noch keine gute Maschine.

Ebensowenig haben am Hinterrand elastische Tragflächen ihre Überlegenheit so darzutun gewußt, daß sie zur allgemeinen Anwendung gekommen wären.

Im allgemeinen kann nicht mehr gesagt werden, als daß für schnelle Maschinen schwachgewölbte, für besonders tragfähige Maschinen stärker gewölbte Tragflächen verwendet werden, daß diese Tragflächen meist die stärkste Krümmung im vorderen Drittel besitzen, und daß sie meist beiderseitig bespannt sind. Der Stoff wird heutzutage in der Regel nicht gummiert, sondern mit Cellon

getränkt, wodurch er eine glatte, harte Oberfläche bekommt und vor allem seine Dehnung größtenteils verliert. Man findet aber auch bei Maschinen, die offenbar für große Geschwindigkeiten gebaut sind, bisweilen auffallend stark gewölbte Tragflächen. Man darf nicht übersehen, daß die Formgebung der Tragflächen in vielen Punkten auf einen Kompromiß hinausläuft. Es handelt sich einmal darum, große Geschwindigkeiten zu erreichen, zum anderen mit einem geringen Auslauf auszukommen. Die eine Rücksicht läßt schwach gewölbte, die andere stark gewölbte Profile zweckmäßiger erscheinen.

Der Anstellwinkel, d. i. der Winkel, unter dem die Tragfläche gegen die Bewegungsrichtung gestellt wird, hat sich, wie naturgemäß, mit den zunehmenden Geschwindigkeiten ständig verringert. Um so empfindlicher sind damit die Flugzeuge gegen Lagenänderungen in der Bewegungsrichtung. Da nun bei schwach gewölbten Profilen die Auftriebskräfte mit dem Anstellwinkel weniger rasch zunehmen, wie bei stark gewölbten, so empfiehlt es sich auch von diesem Gesichtspunkt aus, schnelle Maschinen mit schwachgewölbtem Profil auszurüsten.

4. Formgebung in Rücksicht auf Stabilität.

Die Profilfrage schließt aber auch noch andere Kompromisse in sich, die mit der Wanderung des Druckmittelpunkts zusammenhängen. Wie bekannt, findet bei gewölbten Flächen im allgemeinen eine Wanderung des Druckmittelpunkts derart statt, daß bei ganz kleinen Anstellwinkeln der Druckmittelpunkt nahe der Tragflächenhinterkante liegt, um dann mit Vergrößerung des Anstellwinkels sehr rasch auf die Vorderkante zuzuwandern. Bei ständiger Zunahme des Anstellwinkels kommt so der Druckmittelpunkt vorwärts bis zum vorderen Drittel der Tragfläche, um dann weiterhin allmählich nach der Mitte der Tragfläche zu zurückzuwandern. Die Folge davon ist, daß ein Flugzeug mit einer gekrümmten Tragfläche, wenn dem nicht Vorrichtungen entgegenwirken, das Bestreben hat, nach vorn — unter Umständen auch nach hinten — zu kippen. Die beschriebene Druckmittelpunktswanderung ist zwar bei allen nur nach einer Richtung gekrümmten Tragflächen im Prinzip vorhanden, jedoch ist die Wanderung im einzelnen doch je nach der Form des Tragflächenprofils verschieden. Im vorderen Drittel stark gewölbte Flächen weisen insofern eine verhältnismäßig günstige Druckpunktswanderung auf, als diese Wanderung innerhalb der üblichen Flugwinkel nur über kurze Strecken stattfindet, während der übrige Verlauf der Wanderung sich bei Winkeln vollzieht, die für normale Verhältnisse nicht zu erwarten sind. Für solche Flächen brauchen daher die Vorrichtungen, die die schädliche Wirkung der Druckpunktswanderung kompensieren, weniger wirksam zu sein.

Flächen schließlich, die eine doppelte Krümmung besitzen, bei denen also die Vorderkante nach unten, die Hinterkante aber nach oben gebogen ist (Fig. 2) — hierher gehören auch die Flächen

mit elastischer Hinterkante —, zeigen eine Wanderung des Druckpunkts, die von der beschriebenen völlig abweicht. Bei ihnen wandert der Druckpunkt mit abnehmendem Einfallswinkel ständig nach vorn. Wird also bei ihnen durch irgendwelche äußeren Einflüsse der Einfallswinkel verkleinert, womit sich die Spitze der Maschine nach unten neigt, so entsteht infolge der Druckpunktswanderung ein Moment, das die Maschine in ihre alte Lage zurückzubringen sucht. Es erhellt daraus, daß für die Profilierung der Tragflächen nicht allein Gesichtspunkte, die mit der Ökonomie des Fluges und der Geschwindigkeit zusammenhängen, maßgebend sind, sondern auch Gesichtspunkte, die für die Stabilität von Wichtigkeit sind. Da nun im besonderen Tragflächenprofile der letztgenannten Art, d. h. solche mit doppelter Krümmung oder elastischer Hinterkante, erwiesenermaßen größere Widerstände ergeben als andere, so erkennt man, daß auch in dieser Hinsicht die Entscheidung für das eine oder andere Profil auf einen Kompromiß hinausläuft. Es ist dann bei der Beurteilung der fertigen Maschine schwer zu sagen, welche Gesichtspunkte und Rücksichtnahme im einzelnen in dem speziellen Fall zu der Wahl des betreffenden Profils geführt haben. Die vielen zusammen-



Fig. 2.

wirkenden Umstände erklären dann aber auch unschwer die anzutreffende große Mannigfaltigkeit und den offensichtlichen vorläufigen Mangel einer allgemein eingehaltenen Richtlinie.

Die vorstehenden Erörterungen berühren schon die Fragen, die mit den Stabilitätsvorrichtungen zusammenhängen. Aus dem über doppelt gekrümmte Flächen Gesagten geht schon hervor, daß, was die Stabilität in der Längsrichtung anlangt, eine Wanderung des Druckpunktes für die gesamte Maschine zu fordern ist, derart, daß mit Verringerung des Einfallswinkels die Wanderung nach vorn eintritt, womit ein aufrichtendes Moment entsteht, wenn die Spitze der Maschine sich nach unten neigen will und umgekehrt. Die Maschine besteht im allgemeinen ja nicht nur aus einer Tragfläche; zum mindesten ist es denkbar und möglich, noch weitere geeignete Flächen an der Maschine anzubringen. Die Lage des Druckpunkts für die gesamte Maschine ergibt sich dann aus der Lage der Druckpunkte der einzelnen gleichzeitig in Frage kommenden Flächen. Es ist ohne weiteres zu überblicken, daß Flächenkombinationen möglich sein werden, die zusammen die geforderte Druckpunktswanderung ergeben. Man braucht nur in einem genügenden Abstand hinter der Tragfläche eine zweite Fläche, die Schwanzfläche anzuordnen, die gegen die Luft einen kleineren Anstellwinkel als die Tragfläche selbst hat, oder man ordnet eine solche Fläche vor der Tragfläche an und gibt ihr einen größeren Anstellwinkel (Ententyp). Ebenso leuchtet aber

auch ein, daß mit der Forderung eines aufrichtenden Momentes die Stabilitätsforderungen noch nicht vollständig erfüllt sind. Erstens muß dieses aufrichtende Moment jedenfalls eine bestimmte Mindestgröße haben, soll die angestrebte Aufrichtung der Maschine nicht erst nach einer sehr langen Zeit erreicht sein. Es treten dann nicht mehr leicht zu überblickende Vorgänge ein. Denkt man sich, daß eine Maschine durch irgendwelche äußeren Einflüsse, z. B. einen Windstoß, aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht ist, und zwar so, daß ihre Spitze nach unten zeigt. Ist ein sehr schwaches aufrichtendes Moment vorhanden, so wird zwar das Bestreben vorhanden sein, die Maschine in ihre alte Lage zurückzudrehen; ehe diese alte Lage erreicht ist, wird aber jedenfalls die Maschine, da ihr Tragflächenanstellwinkel infolge Störung kleiner geworden ist, als er im normalen horizontalen Flug sein müßte, sinken, wobei gleichzeitig als Folge der Sinkbewegung ihre Geschwindigkeit zunimmt. Die Sinkbewegung bewirkt nun aber ihrerseits eine Vergrößerung des Winkels der Tragfläche relativ zur Luft, weil zu der bisherigen Horizontalgeschwindigkeit eine vertikale Sinkgeschwindigkeit tritt. Findet die Sinkgeschwindigkeit sehr rasch, also mit großer Beschleunigung statt, und zwar mit einer verhältnismäßig größeren als die Drehbeschleunigung, die durch das aufrichtende Moment hervorgerufen wird, so kann der Fall eintreten, daß infolge des mit der Sinkbewegung zunehmenden Einfallwinkels in Verbindung mit der schrägen Lage des Flugzeugs das zuvor vorhandene aufrichtende Moment nicht nur kleiner wird, sondern sich in ein entgegengesetzt gerichtetes umkehrt und die Maschine zum Sturz bringt. Daraus folgt zunächst, daß die Größe des aufrichtenden Moments in einem gewissen Verhältnis stehen muß 1. zu der Größe des Trägheitsmoments der Maschine, 2. zu der relativen Zunahme bzw. Abnahme der Auftriebskräfte des betreffenden Tragflächenprofils mit der Größe des Einfallwinkels, denn die Größe dieser Abnahme bedingt die auftretende Sinkbeschleunigung.

Schließlich ist aber auch der Fall denkbar, daß zwar das aufrichtende Moment bestehen bleibt und sich nicht in das Gegenteil umkehrt, daß aber dieses aufrichtende Moment durch Zunahme der Geschwindigkeit infolge der eingetretenen Sinkbewegung, da mit dem Quadrat der Geschwindigkeit die auf die Tragfläche geäußerten Kräfte wachsen, so stark wird, daß die Rückdrehung in die ursprüngliche Lage mit größerer Winkelgeschwindigkeit vor sich geht, als die Winkelgeschwindigkeit war, mit der sich die ursprüngliche Störung vollzog. Die notwendige Folge dieses Umstands müßte dann sein, daß die Maschine zwar in ihre alte Lage zurückkommt, aber darüber hinaus nach der entgegengesetzten Seite schwingen und dabei eine Schräglage erreichen würde, die größer ist als die zuvor in entgegengesetzter Richtung innegehabte. Der Vorgang würde sich wiederholen und zu fortschreitend größeren Störungen, schließlich zum Sturz führen. Daraus folgt, daß die Größe des aufrichtenden Mo-

ments und die dadurch bedingte Drehbewegung auch in einer gewissen Beziehung zur Flugeschwindigkeit selbst stehen muß, daß mit anderen Worten eine Dämpfung von bestimmter Größe für die auftretenden Schwingungen nötig ist. Die Größe des aufrichtenden Moments hängt ab vom Anstellwinkel, der Form und Größe der Schwanzfläche F und ihrem Abstand l vom Maschinenschwerpunkt, ist also proportional Fl , während die dämpfende Wirkung dem Ausdruck Fl^2 entspricht. Es kommt also darauf an, beide Ausdrücke auf das richtige Maß abzustimmen. Je mehr nun die Größe des aufrichtenden Moments und die Stärke der Dämpfung über das zu fordernde Mindestmaß hinausgehen, um so „stabiler“ wird die Maschine sein, um so rascher wird sie nach einer aufgetretenen Störung in ihre Ruhelage zurückkehren, um so unbedeutender werden die Pendelungen sein, die sie um diese Gleichgewichtslage ausführt. Man könnte so zunächst meinen, daß man also streben müßte, dieses Moment und die Dämpfung so groß als nur irgend möglich zu machen. Es sprechen aber doch sehr gewichtige Gründe dagegen. Je größer nämlich die Kräfte sind, die eine Maschine in einer bestimmten Lage halten, um so größere Kräfte sind auch nötig, sie aus dieser Gleichgewichtslage herauszubringen, je stärker die Dämpfung ist, um so langsamer wird auch unter Aufwand großer Kräfte die Maschine die durch die Steuerung erstrebte Lage einnehmen, um so träger wird also die Maschine sein. Da die stabilisierte Maschine sich sozusagen selbst steuert, so wird sie auch umgekehrt unter dem Einfluß der Störungen in der Atmosphäre um so stärkere, unter Umständen den Führer beunruhigende, Eigenbewegungen ausführen, je stärker ihre stabilisierende Wirkung ist. Kurzum, eine solche Maschine ist schwer steuerbar, besonders in unruhiger Luft. Im Gegensatz dazu ist diejenige Maschine am leichtesten steuerbar, die gar keine stabilisierende Wirkung besitzt. Unter „schwer“ bzw. „leicht“ steuerbar darf freilich in diesem Zusammenhang nicht verstanden werden, daß die Steuerung der Maschine schwer oder leicht zu erlernen sei, sondern daß die Maschine, wenn man sie zu steuern gelernt hat, entweder „leicht“ oder sozusagen „widerwillig“ dem Steuer gehorcht. Letzteres kann bei unruhiger Luft sehr unangenehm werden. Läßt beispielsweise bei einem Flug in Bodennähe plötzlich der Wind, gegen den die Maschine anfliegt, nach, so muß die Maschine sinken, wenn dem nicht durch Steuerbewegungen, die eine Vergrößerung des Anstellwinkels herbeiführen, entgegengearbeitet wird. Folgt die Maschine einer solchen Steuerbewegung sehr träge, so tritt die beabsichtigte Wirkung zu spät ein und die Maschine schlägt auf den Boden auf.

Ähnliches gilt von der Stabilität der Maschine in der Querrichtung. Alle Einrichtungen zur Erzielung einer Stabilität in der Querrichtung basieren in letzter Linie auf folgendem Vorgang. Legt sich die Maschine infolge irgendeiner Störung nach einer Seite schräg, hängt also die eine Seite der Tragfläche, so greifen die Luftkräfte an ihr

und damit an der Maschine nicht mehr in einer Ebene an, die durch die Vertikale zum Erdboden und die Bewegungsrichtung geht, sondern diese Ebene ist zunächst bestimmt durch die Bewegungsrichtung und eine auf der Kante der Tragfläche senkrecht stehende Linie. Infolgedessen haben die Luftkräfte eine Komponente senkrecht zur Bewegungsrichtung, die der Maschine eine seitliche Beschleunigung erteilt. Die Maschine bewegt sich also nicht mehr geradeaus nach vorn, sondern schräg nach vorn und nach der Seite, die Längsachse der Maschine fällt also nicht mehr in die Bewegungsrichtung. Alle an der Maschine angebrachten Flächen, die senkrecht zum Erdboden stehen und bei normalem Flug in die Bewegungsrichtung fallen, an denen also bei normalem Flug keine Luftkräfte angreifen können, liegen damit im Wind und äußern Kräfte auf die Maschine. Liegen solche Flächen hinter dem Schwerpunkt der Maschine, so bewirken sie nunmehr eine Drehung der Maschine um ihre Schwerachse derart, daß die hochliegende Tragflächen- und Vorderseite voraus-eilt, also relativ zur Luft eine größere Geschwindigkeit bekommt als die tiefliegende, womit die Maschine sich noch schräger legen wird, als sie sowieso schon liegt. Liegt die Fläche vor dem Schwerpunkt der Maschine in der Bewegungsrichtung, so tritt das Umgekehrte ein. Liegt eine solche Fläche *unter* dem Schwerpunkt, so dreht sie die Maschine während einer solchen seitlichen Bewegung um die Maschinenlängsachse gleichfalls, so daß die sowieso schon hängende Maschinenseite noch stärker geneigt, also der Zustand verschlimmert wird; liegt sie *über* dem Schwerpunkt, so tritt die entgegengesetzte Bewegung ein. Aus allem folgt, daß es darauf ankommen wird, solche Flächen möglichst über und vor dem Schwerpunkt anzuordnen. Die Flächen vor dem Schwerpunkt anzuordnen, verbietet sich aber in Rücksicht auf die Kurshaltung. Soll die Maschine geradeaus fliegen und nicht die Neigung haben, bei der geringsten Störung ihrer Lage, bezogen auf die Schwerachse, sich um sich selbst zu drehen, so müssen die genannten vertikalen Flächen (z. B. das Seitensteuer) hinter dem Schwerpunkt liegen. Zusammen mit den gemachten Ausführungen ergäbe sich also, daß der Schwerpunkt sämtlicher vertikalen, in der Bewegungsrichtung liegenden Flächen möglichst nahe beim Maschinenschwerpunkt, wenn auch hinter ihm, daß ihr Schwerpunkt aber gleichzeitig möglichst hoch über dem Maschinenschwerpunkt liegen sollte. Die Wirkung der in der Querrichtung stabilisierenden Organe kommt also, allgemein gesprochen, darauf hinaus, den Umstand, daß bei Störung des Gleichgewichts in der Querrichtung die Bewegungsrichtung des Flugzeugs nicht mehr mit der Symmetrieachse des Flugzeugs zusammenfällt, derart auszunützen, daß die nunmehr notwendig gleichfalls unsymmetrische Verteilung der Luftkräfte ein aufrichtendes Moment erzeugt. Ein weiteres Eingehen auf diese Dinge würde freilich zeigen, daß die zuletzt angegebene Konstruktion unausführbar wird, weil diese Flächen *so* hoch über dem Schwerpunkt lie-

gen müßten, daß die Konstruktion unausführbar würde.

Nun braucht im Prinzip die Kraft, die eine Aufrichtung der Maschine bewirkt, nicht notwendig an einem Hebelarm anzugreifen, der senkrecht über der Maschine steht, er könnte ebensogut in der Ebene der Tragflächen, quer zur Maschine liegen, in der die Maschine sowieso eine große Ausdehnung hat. Denkt man sich die Tragflächenenden an beiden Seiten etwas nach oben gebogen, so daß die Vorder- und Hinterkante von vorn gesehen nicht eine horizontale Linie bilden, sondern an beiden Enden mit einem Knick nach oben gehen (Fig. 3), so wird, wenn die beschriebene seitliche Bewegung der Maschine eintritt, das in der Bewegungsrichtung voraus-eilende Tragflächenende, d. h. also das hängende, seitlich einen Luftwiderstand erfahren, der bei normaler Fahrt geradeaus nicht vorhanden ist. Diese Kraft wird auf der Fläche senkrecht stehen. Eine Zerlegung der Kräfte und Hebelarme zeigt, daß die Wirkung auf dasselbe hinaus käme, wie wenn an einem Hebelarm

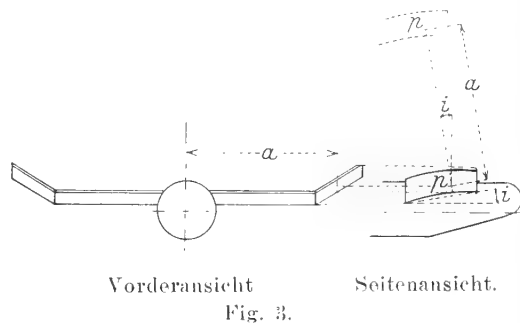


Fig. 3.

entsprechend der Entfernung a des hochgebogenen Tragflächenteils von der Längsachse der Maschine eine vertikale Fläche von der Größe der Projektion des hochgebogenen Tragflächenanteils p auf eine Ebene in der Maschinenlängsachse senkrecht auf der Tragfläche senkrecht über der Maschine angeordnet wäre, wobei der Hebelarm der gedachten Fläche dann noch auf der Tragfläche selbst senkrecht stehen würde. Bei positivem Anstellwinkel i der Tragflächenenden wird die gedachte Hilfsfläche also etwas nach hinten liegen, bei stark negativem Anstellwinkel der hochgebogenen Enden nach vorn zu. Man kann weitergehen und sagen, die Projektion der Tragfläche von der Seite stellt stets die aufrichtende gedachte Fläche dar. Ist dabei die Unterseite der Tragfläche bei positivem Anstellwinkel oder die Oberseite bei negativem dem seitlich stehenden Beschauer zugekehrt, so liegt die gedachte Hilfsfläche über dem Maschinenschwerpunkt, im umgekehrten Fall unter ihm. An Hand dieser einfachen Überlegungen läßt sich die Wirkung all der bekannten Vorrichtungen und Tragflächenformgebungen zur Erzielung seitlicher Stabilität mühelos erklären.

Man findet so, daß Maschinen nach dem Taubentyp eine gedachte Hilfsfläche besitzen, die über dem Schwerpunkt verhältnismäßig weit nach vorn zu liegt, so daß der Schwerpunkt sämtlicher Vertikalflächen, also mit Einschluß der Steuerflächen

und hinteren Dämpfungsflächen, sehr nahe beim Maschinenschwerpunkt liegen wird. Man erkennt ohne weiteres die stabilisierende Wirkung V-förmig gestellter Tragflächen.

Es sind Maschinen mit V-Stellung der Tragflächen und gleichzeitiger Zurückziehung der Vorderkante nach den Enden zu bekannt, derart, daß die Tragflächen auch von oben oder unten gesehen mehr oder weniger stark V-förmig oder pfeilförmig erscheinen (Fig. 4) (*Fokker, Bomhard*). Man findet diese Form auch in Kombination mit Taubenform usw. (*Condor*). Die Wirkung ist eine zweifache. Erstens entsteht durch die zurückliegende Vorderkante eine ziemlich große, seitliche Projektionsfläche, zweitens bedingt die Ausladung der Tragflächen nach hinten (infolge der zurückfliehenden Vorderkante bzw. der Pfeilform), daß der Druckmittelpunkt der Tragflächen verhältnismäßig weit nach hinten liegt. Es muß deshalb auch der Schwerpunkt der Maschine weiter hinten liegen. Die gedachte Projektionsfläche liegt also im Verhältnis zum Schwerpunkt der Maschine weit vorn.

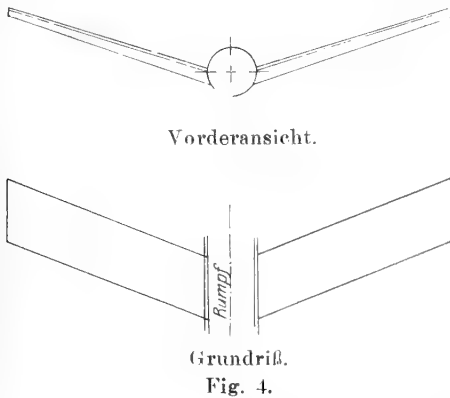


Fig. 4.

(Noch eine weitere Wirkung der Pfeilform ist zu erwähnen, das ist die in bezug auf die Längsbewegungen [Drehungen um die Querachse] starke Dämpfung, die dadurch erzielt wird, daß die Spitze und die Enden des Tragflächenpfeils vom Schwerpunkt der Maschine in der Längsrichtung weit abliegen.)

Man kann nun noch einen Schritt weitergehen und bei noch ausgesprochenerer Pfeilform den Anstellwinkel der Tragfläche von der Mitte nach außen ablehnend wählen. Es wird dadurch die genannte seitliche Projektionsfläche weiterhin vergrößert, und zwar so, daß ihr eigener Schwerpunkt nach vorn zu liegt. Man erreicht aber gleichzeitig, daß die äußeren Tragflächenenden nicht nur seitlich, sondern auch in der Längsrichtung stabilisierend wirken, insofern sie hinter dem Schwerpunkt liegen und den Forderungen genügen, die für Flächenkombinationen aufgestellt wurden, soweit sie die Stabilität in der Längsrichtung zu wahren geeignet sind. Man erhält so die Maschine von *Dunne*, die also demnach keiner Schwanzfläche bedarf.

Schon bei Erörterung der Längsstabilität war auf die Schwierigkeiten, die mit einer sehr star-

ken Stabilisierung verbunden sind, hingewiesen worden. Diese gelten auch für die Stabilisierung in der Querrichtung. Die Maschine hat stark stabilisiert auch in der Querrichtung die Neigung, Eigenbewegungen auszuführen, die der Führer nicht ohne weiteres hintanhalten kann. Der Wirkung der Quersteuerung oder Verwindung wirken hier die Stabilisierungsorgane ebenso entgegen, wie das in der Längsrichtung vom Höhensteuer gesagt wurde.

Freilich gibt es für die Steuerung in der Querrichtung ein Hilfsmittel insofern, als man auch mit dem Seitensteuer außer der Verwindung einwirken kann. Es war gesagt worden, daß die Wirkung der in der Querrichtung stabilisierenden Organe dann in Erscheinung tritt, wenn die Bewegungsrichtung des Flugzeugs gegenüber der Luft nicht in die Symmetrieachse des Flugzeugs fällt. Es genügt, um diesen Zustand herbeizuführen, das Seitensteuer zu betätigen und so das Flugzeug um seine Vertikalachse eine Drehung ausführen zu lassen. Man kann so bei in der Querrichtung stabilisierten Flugzeugen das Seitensteuer an Stelle der Verwindung benutzen. Aus diesem Umstand folgt dann ferner, daß in der Querrichtung stabilisierte Maschinen bei Benutzung des Seitensteuers zum Zweck einer Kurvenfahrt sich sofort in richtiger Richtung schräg legen, was das Nehmen enger Kurven begünstigt, während in der Querrichtung nicht stabilisierte Maschinen sich, wenn man nicht die Verwindung zu Hilfe nimmt, nur sehr langsam „in die Kurve legen“.

Während in Rücksicht auf die Stabilisierung in der Längsrichtung bei allen Flugzeugen eine ziemlich einheitliche Entwicklung im Laufe der Zeit vor sich gegangen ist, kann dasselbe von der Stabilisierung in der Querrichtung nicht gesagt werden.

Die Stabilisierung in der Längsrichtung wird heute bei allen Flugzeugen angewendet, indem hinter den Tragflächen mehr oder weniger ebene Flächen — Schwanz- oder Dämpfungsflächen — meist, aber nicht immer, in Kombination mit dem Höhensteuer angeordnet werden. Nur das Maß oder die Stärke der Stabilisierung ist verschieden, auf welchen Punkt noch zurückzukommen ist.

Der Stabilisierung in der Querrichtung wird zwar in Deutschland und Österreich starke Beachtung geschenkt, aber nicht in gleichem Maße in Frankreich. Es wird dort im allgemeinen die Ansicht vertreten, daß in der Querrichtung stabilisierende Organe oder Anordnungen zusätzliche Widerstände und damit Kraftverluste bedingen, so daß der Gewinn durch die Stabilisierung durch den Verlust an Geschwindigkeit mehr als aufgewogen wird. Das trifft nun aber keineswegs für alle Ausführungsmöglichkeiten zu. Es ist richtig, daß eine Flächenform nach Art der Tauben zusätzliche Widerstände bedingt, bei Pfeilmaschinen, bei zu stark V-förmigen und anderen Flächenformen ist wohl kein solcher Verlust oder jedenfalls nur ein sehr unbedeutender vorhanden. In letzter Zeit hat sich die Maschine von

Dunne in Frankreich Eingang verschafft, die, wie schon ausgeführt, in Längs- und Querrichtung stabilisiert ist. Es kann sein, daß dadurch auch in Frankreich mit der Zeit der Querstabilisierung mehr Beachtung geschenkt wird. Bei den zahlreichen, zum Teil äußeren Faktoren aber, die für die Entwicklung des Flugwesens dort wie bei uns maßgebend sind, und auf die noch einzugehen wäre, läßt sich Bestimmtes kaum voraussagen.

Es ist schon behauptet worden, es gäbe verschiedene Prinzipien zur Aufrechterhaltung des Flugs, und es ist von angeblichen Fachleuten unterschieden worden zwischen dem „Trägheitsprinzip“ (Vertreter die Taube, die nicht eigentlich stabil sei), dem „Stabilisierungsprinzip“, d. h. V- und Pfeilstellung“ und zwischen dem „Zentrierungsprinzip“, wobei dieses letztere als neueste französische Errungenschaft hingestellt wurde, weil ja nur von dort Gutes zu erwarten ist. Dabei wird unter dem Zentrierungsprinzip folgendes verstanden: Ordnet man alle Flächen, Tragflächen, Steuerflächen, Rumpfflächen usw., so um den Schwerpunkt herum an, daß der Druckmittelpunkt all dieser Flächen in jeder Projektionsrichtung mit dem Schwerpunkt zusammenfällt, so ist die Maschine zentriert, es mag nun ein Windstoß kommen, von wo er will, er wird auf die Maschine nur Kräfte äußern können, die durch den Schwerpunkt hindurchgehen, also nie Momente, die Kippbewegungen der Maschine einleiten würden. Eine solche Maschine gebraucht also keine Stabilisierungsvorrichtungen, sie wird leicht, hat geringe Flugwiderstände und ist leicht steuerbar. Es ist schon darauf hingewiesen, daß die erste, aber nicht einzige Forderung der Querstabilisierung darin besteht, die vertikalen Flächen der Maschine möglichst nahe dem Schwerpunkt zu legen, soweit die Kurshaltung dadurch nicht beeinträchtigt wird. Diese Forderung deckt sich also mit dem, was nach dem Zentrierungsprinzip erreicht werden soll. Bezüglich der Querstabilität würde also nach den Forderungen des sogenannten Zentrierungsprinzips nur eine unvollkommene Quersteuerung derart erreicht, daß eine Maschine, die durch eine äußere Störung in eine seitliche Schräglage gekommen ist, selbsttätig diese Schräglage nicht oder nur sehr langsam vergrößert, sondern möglichst in ihr verharret, bis sie vom Führer wieder aufgerichtet wird. Bestenfalls könnte nach dem Zentrierungsprinzip in der Längsrichtung in Rücksicht auf die Wanderung des Druckpunkts gewölbter Flächen dasselbe erreicht werden. Unter Maschinen, die nach dem „Trägheitsprinzip“ gebaut sind, wären Maschinen nach Art der Taube zu verstehen. Aus den vorstehenden Ausführungen geht ohne weiteres hervor, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen den Maschinen nach dem „Trägheitsprinzip“ und dem Prinzip der „Neigungswinkeldifferenz“ überhaupt nicht besteht, und daß auch die Maschinen des „Zentrierungsprinzips“ als unvollkommen oder schwach stabilisierte Maschinen, bei denen aber die Mittel und Grundsätze der Stabilisierung gleichfalls dieselben sind, angesprochen werden müssen.

Eine Unterscheidung verschiedener „Prinzipien“ ist also gar nicht am Platze. Es ist aber des weiteren zu sagen, daß diese angebliche neueste französische Errungenschaft gar nicht so neu ist. Dieses selbe Prinzip war schon bei der Kanaltypen von *Bleriot* angewendet, der, um die Vertikalflächen der Maschine in der Längsrichtung möglichst dem Schwerpunkt nahezubringen, nur den vorderen Teil des Rumpfes verkleidete. Noch weit früher aber war dieses Prinzip an den Wrightmaschinen verwirklicht, die von allem Anfang an zur Kompensation des hinten liegenden Seitensteuers zwei, früher halbmondförmige, heute dreieckige Vertikalflächen vor dem Schwerpunkt der Maschine anbrachten. Diese Flächen lagen bei den alten Wrightmaschinen zwischen den vorn liegenden Höhensteuern, sie sind heute, wo das Höhensteuer hinten liegt, zwischen den Streben des nach vorn ragenden Fahrgestells angebracht. Es wird also somit fälschlich eine Erkenntnis der von den Franzosen so viel befeindeten und angegriffenen Gebrüder *Wright* als französische Errungenschaft beansprucht.

Wenn man also heute das „Zentrierungsprinzip“ in Frankreich als ausschlaggebend ansieht, so würde das schließlich nur heißen, daß man dort heute die Ansicht vertritt, die günstigsten Verhältnisse erziele man mit einer möglichst schwachen Stabilisierung, bei der die Maschine also entsprechend unseren früheren Feststellungen keine Eigenbewegungen ausführt, nicht träge, sondern außerordentlich rasch dem Steuer folgt. Das hat, wie einleuchtend, vielerlei für sich, insofern als der Führer einer solchen Maschine das Bewußtsein hat, seine Maschine vollkommen in der Hand zu haben, da sie auf den geringsten Steuerdruck reagiert. Eine solche Maschine wird jede gewünschte Evolution rasch und präzise ausführen. Aber auch hier ist zu sagen, daß dieselbe Eigenschaft die Wrightmaschinen auszeichnet, und zwar bei Fluggeschwindigkeiten, bei denen andere Maschinen nicht mehr in gleichem Maße lenksam wären. Und es darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden, daß diese Maschinen, was Sturmsicherheit anlangt, von keiner, selbst doppelt so schnellen Maschine übertroffen, von vielen nicht einmal erreicht werden. Um so mehr ist es zu bedauern, daß diese Maschinen in ihrer konstruktiven Durchbildung gegenüber anderen Maschinen so außerordentlich zurückgeblieben sind, so daß sie heute durchaus veraltet erscheinen.

Man ist so in Frankreich also in diesen Punkten zu den von den *Wrights* vertretenen Anschauungen in mancher Hinsicht zurückgekehrt oder nicht über sie hinausgekommen, während in Deutschland die stark stabilisierten Maschinen bis heute die meiste Beachtung und Pflege gefunden haben.

5. Unterschiedliche Entwicklung in Frankreich und Deutschland und die Ursachen.

Noch ein weiterer Unterschied ist beachtenswert. In Deutschland wird vor allem der Bau schwerer Maschinen betrieben, d. h. der Bau von

Maschinen, die geeignet sind, große Nutzlasten zu transportieren und die dann auch ein dementsprechend großes Eigengewicht besitzen. Es schwankt bei uns das durch die Luft transportierte Gesamtgewicht zwischen etwa 650 und 1000 kg. Solche schweren Maschinen sind in Frankreich nicht die Regel, die Maschinengewichte sind im allgemeinen geringer, so daß das transportierte Gesamtgewicht bis auf etwa 350 bis 450 kg heruntergeht. Bei Verwendung selbst schwächerer Motoren besitzen deshalb diese Maschinen einen größeren Leistungsüberschuß als im allgemeinen die deutschen Maschinen. Das kommt zum Ausdruck im kurzen Anlauf, ihrer großen Steigfähigkeit und in den erreichten Geschwindigkeiten und Geschwindigkeitsdifferenzen. Solche leichte Maschinen können nur gebaut werden, wenn man über entsprechend leichte Motoren verfügt. Das Motorgewicht mit Zubehör macht ein Drittel bis ein Viertel des gesamten Maschinengewichts aus, fällt also ins Gewicht, besonders wenn man bedenkt, daß das Gewicht sämtlicher tragenden Teile durch das Motorgewicht beeinflusst wird. Wir besitzen nun bis heute noch keinen Motor, der, was Eigengewicht anlangt, dem Gnômemotor an die Seite gestellt werden könnte, und so lange wird dieser Gewichtsunterschied der Flugzeuge bestehen bleiben, der also weniger im Unvermögen unserer Flugtechniker als in äußeren Verhältnissen zu suchen ist.

Trotz des genannten Unterschieds hinsichtlich der Motoren wären wir auch in Deutschland in der Lage, wesentlich leichtere Maschinen zu bauen, als das im allgemeinen der Fall ist. Es könnten ja außerdem auch von uns leichte französische Motoren verwendet werden. Daß beides nicht geschieht, hat seine guten Gründe, die in den äußeren Verhältnissen zu suchen sind. Auf diese äußeren Verhältnisse und die Entwicklung stark beeinflussenden Faktoren ist im vorstehenden schon mehrfach hingewiesen worden.

Die Sache liegt sehr einfach. Jeder Flugzeugfabrikant baut solche Maschinen, die Aussicht haben, gekauft zu werden; nur für solche Neukonstruktionen wird er fürs erste die großen Kapitalien aufwenden, die ausgegeben werden müssen, bis ein neuer Typ auf der Höhe und damit verkaufsfähig ist — es handelt sich um Summen von 50—100 000 Mark, unter Umständen um noch größere Beträge. Er wird sein Geld und seine Arbeitskraft also lieber für solche Maschinen aufwenden, von denen er weiß, daß sie gekauft werden, als für solche, die sich den Markt erst erobern müssen. Es kommt hinzu, daß, wenn er mit großen Opfern einen wirklich neuen Typ geschaffen und gegen nicht unbeträchtliche Widerstände schließlich durchgesetzt hat, sofort die Konkurrenz gleichfalls den Bau solcher Maschinen aufnimmt, ja geradezu von Persönlichkeiten, die der Militärverwaltung, dem einzigen ernsthaften Käufer in Deutschland, nahestehen und auf ihre Entschlüsse Einfluß haben, aufgefordert wird, solche Maschinen nachzubauen. Es ist wenig verlockend, in solche Experimente Geld zu stecken. Das alles ist natürlich nur möglich, wenn ein genügender

Patentschutz auf den betreffenden Typ nicht zu erlangen ist. Die Verhältnisse liegen nun aber so, daß ein weitgehender Patentschutz in dieser Hinsicht kaum zu erlangen ist, weil erstens so ziemlich alle nur denkbaren Kombinationen schon patentiert und dann meist wieder fallen gelassen sind (mit einer Idee ist eben nichts zu erreichen, hinter der nicht entsprechende Mittel stehen, aber auch aus anderen Gründen, die zu erörtern zu weit führen würde), und weil ferner zwischen der ursprünglichen Idee und der praktischen Ausführung so viel liegt, daß die ursprünglich geschützte Idee sich nur noch angenähert in der schließlichen fertigen Maschine ausspricht.

Diese Umstände führen dann dazu, daß in der Hauptsache nur die der Militärverwaltung genehmen Maschinen gebaut werden und Gewinn abwerfen. Die Militärverwaltung wiederum stützt sich auf das Urteil ihrer Militärflieger, diese ihrerseits verlangen von den Maschinen, daß sie in ihrem Verhalten möglichst den von ihnen gewohnten Maschinen entsprechen; da diesen Herren zum großen Teil eine wirkliche Sachkenntnis abgeht (was kein Vorwurf ist, denn zwischen einem Flugtechniker und einem Militärflieger liegt im allgemeinen ziemlich so viel wie zwischen einem Leutnant der Reserve und einem General), so haben sie dann auch zu Maschinen, die in ihrem Aufbau usw. nicht dem Üblichen entsprechen, von vornherein kein Zutrauen. Daraus erklärt sich dann ohne weiteres, daß, wenn ein neuer Maschinentyp alle Anforderungen, die der Erbauer an sie stellt und seine Erwartungen vollständig erfüllt und selbst übertrifft, auch dann, wenn er den militärischen Abnahmebedingungen entspricht, noch lange nicht so weit ist, daß mit ihm ein sicherer Gewinn zu erhoffen stünde. In diesem Frühjahr wurde beispielsweise von unseren militärischen Sachverständigen ein neuer Flugzeugtyp als Fehlkonstruktion und technischer Mißgriff bezeichnet, so daß er bis heute von keiner unserer Militärbehörden gekauft wurde. Ausgerechnet diese Maschine hat auf den meisten inländischen Konkurrenzen, bei denen sie beteiligt war, erste Preise erzielt. Ausgerechnet diese Maschine ist die erste deutsche Maschine, die auch bei einer ausländischen Konkurrenz gegen erste französische Maschinen sich hervorragend auszeichnete.

Unter diesen Umständen kann es nicht wundernehmen, daß fast alle unsere ernst zu nehmenden Flugzeugfirmen Tauben oder taubenähnliche Maschinen bauen. Hier ist eine Abnahme sicher. Aus diesen Umständen erklärt sich auch die bei uns herrschende Vorliebe für möglichst stark stabilisierte Maschinen, die in ihrem Verhalten der Taube ähneln. In dieser einseitigen Entwicklung liegt eine gewisse Gefahr. Es erklärt sich ferner aus den militärischen Abnahmebedingungen, die große Nutzlasten und mit Berechtigung die Verwendung deutscher Motoren vorschreiben, der ausschließliche Bau schwerer Maschinen.

Es ergibt sich aus allem, daß die Entwicklung, die das Flugwesen bei uns genommen hat, in erster Linie durch äußere Umstände bedingt ist. Es

muß andererseits gesagt werden, daß eine ganze Anzahl unserer Konstrukteure zu den schwächer stabilisierten Maschinen, die dem Steuer williger gehorchen, wie das ja in Frankreich ausgesprochenmaßen der Fall ist, hinneigt. Manches spricht dafür, daß in dieser Richtung die Zukunft liegt.

Die sensationellen Flüge von *Pegoud*, die ja auch von anderen durchweg mit schwach stabilisierten Maschinen ausgeführt wurden¹⁾, zeigen eigentlich, daß keine noch so große Störung der Gleichgewichtslage für eine solche Maschine mit genügend starken Steuern verhängnisvoll werden kann, wenn sie sich nur in genügender Höhe befindet, wenn der Führer nicht aus seinem Sitz fällt und die Ruhe bewahrt, daß die Maschine, ob sie sich vorwärts, rückwärts oder gar nach der Seite überschlägt, stets wieder in ihre Normallage zurückgebracht werden kann. Ist dies der Fall, dann könnten stärkere Stabilisierungen, die die Lenkbarkeit der Maschine beeinträchtigen, als überflüssig, unter Umständen eher als gefährlich gelten.

Nun hat ja die Stabilisierung einer Maschine nicht nur den Zweck, einen Absturz zu verhüten, sondern auch den, den Führer zu entlasten, die häufige, unter Umständen unausgesetzte Steuerbetätigung überflüssig zu machen. Das Ziel erreichen schwach stabilisierte Maschinen nicht. Es bliebe ein Weg offen, das ist der, eine schwach stabilisierte Maschine zu bauen, bei der die Steuerbewegungen durch Apparate oder entsprechende Vorrichtungen ausgeführt werden, die aber derart sein müßten, daß der Führer jederzeit mühelos in der Lage ist einzugreifen. Es sind eine ganze Anzahl solcher Vorrichtungen, die theoretisch z. T. einwandfrei sind, in Frankreich und Deutschland zu bauen versucht worden, in Frankreich (*Moreau*) im Gegensatz zu Deutschland unter Mitwirkung der Militärbehörde. Es sind dort auch angeblich schon gewisse Erfolge erzielt worden.

Im vorstehenden ist versucht worden, sozusagen die innere Entwicklung des Flugzeugbaues aufzudecken. Dieser steht die äußere Entwicklung gegenüber, die in den erzielten Leistungen zum Ausdruck kommt.

Es geschieht sehr leicht, daß diese sichtbaren äußeren Leistungen ohne Kenntnis der Verhältnisse zu falschen Schlüssen führen. In diesem Sommer stand bei uns das große Publikum vollständig unter dem Banne der hervorragenden Leistungen französischer Flieger. Es wurde von den vermeintlichen Sachverständigen ausgeführt, daß wir mit unseren schweren Maschinen und schweren Motoren nie Ähnliches erreichen könnten. Die Sache ist so, man sucht eine außergewöhnliche Leistung mit den Dingen zu erklären, in denen sich die betreffende Maschine von den unsrigen unterscheidet. Wären die betreffenden Maschinen zufällig ganz besonders

schwer gewesen, so wäre gesagt worden, solche Leistungen könnten mit unseren Maschinen nicht erreicht werden, sie wären zu leicht. Die betreffenden Maschinen waren tatsächlich aber leicht, also mußten unsere zu schwer sein; sie waren schwach stabilisiert, also mußten unsere zu träge sein. Sie hatten luftgekühlte Rotationsmotoren, also waren unsere wassergekühlten Motoren ungeeignet, die luftgekühlten nicht nur leichter, sondern betriebssicherer, usw. Dabei wurde vollständig vergessen, daß ehe z. B. die Flüge von Paris nach Berlin, nach Warschau, nach Brackel in einem Tag gelangen, zahlreiche Fehlschläge vorausgegangen waren, während von deutscher Seite gar kein Versuch unternommen wurde, außer einem Start von *Hirth*, der aber über den Flugplatz gar nicht hinauskam und sofort von Weiterem Abstand (er wollte gleich ohne Zwischenlandung Paris erreichen, es erwies sich aber, daß seine Maschine die erforderliche Benzinmenge nicht tragen konnte).

Daß aber kein Versuch unternommen wurde, lag auch in diesem Fall mehr an den Verhältnissen, denn am Unvermögen der Maschinen oder der Flieger¹⁾. Solche Expedition kostet viel Geld, man riskiert Maschine und Motor, wenn man an ungünstiger Stelle zur Landung gezwungen ist, abgesehen von der Gesundheit. Die großen Firmen, die ein solches Risiko auf sich nehmen konnten, versprachen sich von dem Erfolg nichts, die Flieger aber verfügen nicht über eigene Maschinen. Ähnlich war es ja auch mit den Nationalspendenflügen, die nicht entfernt so zahlreich ausgeführt wurden, als man erwartet hatte, weil den Fliegern die Maschinen fehlten bzw. sie ihnen in vielen Fällen von den Flugzeugfabriken nur unter Bedingungen überlassen wurden, die wenig verlockend waren. Mit dem Augenblick aber, wo von der Verwaltung der Nationalflugspende Preise für die Besitzer der Flugzeuge in entsprechender Höhe ausgesetzt wurden, zeigte es sich mit einem Schlag, daß mit unserem Maschinen- und Fliegermaterial, Privatwie Militärfliegern, trotz hohem Maschinengewicht, trotz schwerem Motor usw. Leistungen erzielbar sind, die die des Auslands nicht nur erreichen, sondern weit hinter sich lassen. Es zeigte sich mit einem Male, daß wir nicht einen Flieger oder eine Maschine besitzen, die dazu in der Lage ist, sondern alle unsere Flugzeugtypen sind auf dem Plan und die verschiedensten Flieger vollbringen ganz hervorragende Leistungen, die Flüge gehen von Süd nach Nord und von Ost nach West und die Grenzen unseres Vaterlandes erweisen sich für eine Tagesleistung in gerader Richtung als fast zu eng.

¹⁾ Auch hier ist auf *Wilbur Wright* zu verweisen, der solche Flüge voraussagte und schon bei seinem ersten Auftreten in Frankreich behauptete, er könne mit seinem Flugzeug, wenn er wollte, einen senkrecht stehenden Kreis fliegen, woran heute kaum zu zweifeln ist.

¹⁾ Daß unsere Maschinen neben ausländischen bestehen können, hat der italienische Wasserflugwettbewerb gezeigt, wo eine von *Hirth* gesteuerte Albatrosmaschine gegen erste französische und italienische Fabrikate siegte. Die Bedeutung dieses Sieges liegt aber nicht in dieser Tatsache allein, sondern darin, daß diese Maschine in den diesjährigen deutschen Wettbewerben stets zahlreiche ebenbürtige Konkurrenten fand, also keine einzigartige deutsche Maschine darstellt.

Ein Beitrag zur Methodik mediumistischer Untersuchungen:

Dr. A. Freiherrn von Schrenck-Notzings „Materialisationsphänomene“¹⁾.

Von Privatdozent Dr. Gustav Kafka, München.

Daß sich die exakten Wissenschaften bisher nur in Ausnahmefällen mit den sogenannten mediumistischen oder okkulten Phänomenen beschäftigt haben, beruht auf zwei Gründen. Der eine liegt in dem Trägheitswiderstand des menschlichen Denkens gegen alle neuen Erkenntnisse, welche eine Umformung des bisher geltenden Weltbildes verlangen. Mag dieser Widerstand die Anerkennung einer neuen Entdeckung kürzere oder längere Zeit aufhalten, so sichert er doch andererseits gerade die Kontinuität der wissenschaftlichen Entwicklung, indem er die kritiklose Assimilation jeder beliebigen Neuerung verhindert. Das andere, subjektive Moment aber, welches den ernstesten Forscher davor zurückhält, sich mit okkulten Problemen abzugeben, ist der Umstand, daß es unter hinreichend genauen Versuchsbedingungen bisher noch immer gelungen ist, die Erzeugung „übernatürlicher“ Phänomene auf schwindelhafte Tricks der Medien zurückzuführen, während die angeblich positiven Ergebnisse mediumistischer Experimente unter Bedingungen gewonnen waren, deren Unwissenschaftlichkeit für jeden Beteiligten geradezu kompromittierend erscheint. Wenn daher Baron Schrenck in seinem soeben veröffentlichten Buche den Anspruch erhebt, einen wissenschaftlichen Beweis für die Tatsächlichkeit okkulten Phänomene erbracht zu haben, so muß diese Behauptung berechtigtes Aufsehen erwecken, zugleich aber die schärfste Kritik des Beweismaterials herausfordern, auf das sie sich stützt. Da Baron Schrenck zweifellos unter schärferen Kontrollbedingungen experimentiert hat, als bisher in mediumistischen Seancen üblich war, mag diese Kritik ganz allgemein zu einer Feststellung der Fehlerquellen beitragen, die bei einer Untersuchung okkulten Phänomene mit absoluter Sicherheit ausgeschaltet sein müßten, damit diese als wissenschaftlich gelten dürfte.

Wie bereits der Titel des Buches anzeigt, sucht

¹⁾ Nicht ohne Bedenken komme ich dem Auftrage der Redaktion nach, mich über das genannte Buch zu äußern. Denn es handelt sich nicht einfach darum, einen objektiven Bericht über objektive Tatsachen objektiv zu referieren, vielmehr fragt es sich gerade, wie weit die geschilderten Phänomene überhaupt als objektive Tatsachen gelten dürfen, es fragt sich ferner, wie weit die Darstellung als unvoreingenommen zu betrachten ist, und die Beantwortung dieser Fragen fordert von Anfang an eine so kritische Einstellung des Referenten, daß die subjektiven Momente fast über Gebühr in den Vordergrund treten. Den Auftrag der Redaktion dennoch anzunehmen, bestimmte mich Folgendes: Nachdem ich an einigen Sitzungen teilgenommen hatte, überließ ich Baron Schrenck auf seinen Wunsch einen Bericht über meine Beobachtungen zur Veröffentlichung in seinem Buche. Da ich mich aber innerhalb einer Woche nach dem Erscheinen des Buches zweimal dagegen wehren mußte, auf Grund jenes Berichtes als Zeuge für die „Echtheit“ der beschriebenen Phänomene angeführt zu werden, benutze ich nunmehr gerne die Gelegenheit, meine wissenschaftliche Stellung zu der ganzen Angelegenheit noch einmal und hoffentlich eindeutig zu präzisieren.

Baron Schrenck zu beweisen, daß die beiden Medien, mit denen er gearbeitet hat, imstande sind, organisierte Materie *sui generis* zu erzeugen, und daß sich aus dieser Materie gewisse Gebilde entwickeln, welche oft eine auffallende Ähnlichkeit mit menschlichen Körperformen besitzen.

Versuchsbedingungen.

Die Vorkontrolle erfolgt im allgemeinen folgendermaßen: Vor der Sitzung wird das in einer Ecke des Versuchszimmers eingerichtete und durch einen Vorhang vom übrigen Raum abgetrennte Kabinett und das für die Sitzungen bestimmte Kostüm des Mediums (eine Art Rockhose) untersucht. Das Medium bekleidet sich, von den männlichen Sitzungsteilnehmern im allgemeinen unbeaufsichtigt, in einem Nebenzimmer, wird sodann in Anwesenheit sämtlicher Sitzungsteilnehmer von Baron Schrenck in der Weise untersucht, daß er den Körper zum Teil ober, zum Teil unter dem Kostüm abtastet und die Haare, ferner (ohne genaue Hilfsmittel) Mund, Nase und Ohren inspiziert. Eine Untersuchung der Scheide und des Afters durch Einführung des Fingers findet bisweilen statt, eine Untersuchung des Kehlkopfes und des Magens wurde niemals vorgenommen. Sodann wird das Kostüm des Mediums an der Taille und an den Ärmeln vernäht, das Medium im Kabinett, auf einem Fauteuil sitzend, bei offenem Vorhang durch Fixieren eingeschlafert, der Vorhang des Kabinetts nach Eintritt des Trancezustandes geschlossen und das weiße Licht durch rotes ersetzt, welches in den günstigsten Fällen nach eingetretener Adaptation gestattet, größere Druckschrift in einer Entfernung von 2—3 m von den Flammen zu lesen. Im Trancezustand dringt das Medium immer wieder darauf, daß die Sitzungsteilnehmer mit einander konversieren. Das Auftreten der Phänomene wird von dem Medium meist vorher angezeigt und die Beobachtung findet im allgemeinen in der Weise statt, daß der Vorhang auf längere oder kürzere Zeit von dem Medium geöffnet wird. Die Expositionsdauer beträgt manchmal nur wenige Sekunden, unter Umständen bleibt aber der Vorhang auch minutenlang geöffnet. In letzterem Fall zeigen sich jedoch meist keine dauernden, sondern nur schnell vorbeiziehende Erscheinungen. Die photographischen Aufnahmen (oft gleichzeitig durch mehrere Apparate) erfolgen im allgemeinen nach einer Verständigung des Mediums, pflegen aber bei diesem dennoch heftige Krisen hervorzurufen, die den Eintritt der mit dem Medium in Rapport stehenden Person in das Kabinett bedingen und meist der Sitzung ein Ende bereiten. Die Nachkontrolle wird in ähnlicher Weise wie die Vorkontrolle durchgeführt.

Wesen und Eigenschaften der von den Medien erzeugten Materie (des „Teleplasmas“).

Beschrieben werden flüssige Ejaculate, amorphe Fetzen oder schleierartige Massen, pseudopodienartige Fortsätze, die sich zu wohlausgebildeten Händen und Armen entwickeln können, ferner Köpfe mit erkennbaren Gesichtszügen, schließlich ganze Gestalten. Zu den merkwürdigsten Vorkommnissen gehören zwei Stücke typisch differenzier-

ter Epidermis, eine Locke echten menschlichen Haares, ein Pantoffel und ein Streifen mit Druckbuchstaben.

Über die *Provenienz* der Materie läßt sich relativ wenig feststellen. Zu wiederholten Malen wurde das Hervordringen der Materie aus dem Munde beobachtet, photographiert und sogar kinematographiert. Einmal soll sich aus einem weißen Fleck vor den Füßen des Mediums ein Vorderarm mit Hand entwickelt haben, doch existiert von diesem Phänomen keine Photographie. Mme. Bisson, die Mitarbeiterin Baron Schrencks, welche das Medium in ihr Haus aufgenommen hat und es bei den Münchener Sitzungen chaperonnierte, gibt auch noch an, den Austritt der Materie aus der Vagina, den Brustdrüsen und aus der Körperoberfläche gesehen zu haben. Im allgemeinen geht jedoch die Produktion der Materie im Dunkel des Kabinetts vor sich und es läßt sich nach dem Öffnen des Vorhangs nur das Vorhandensein von Materie an verschiedenen Körperstellen (in einer Nachtsitzung, der Baron Schrenck beiwohnte, auch auf der bloßen Haut), gelegentlich sogar ohne wahrnehmbaren Zusammenhang mit dem Körper, konstatieren. Bei offenem Vorhang war nur die Bildung pseudopodienartiger Fortsätze aus der amorphen Masse, nicht aber die Entwicklung von Köpfen oder Gestalten zu beobachten.

Die Phänomene führen ferner *Bewegungen* aus, deren optisches Bild zwar oft recht undeutlich ist, die sich aber auch gelegentlich durch taktile Wahrnehmungen feststellen lassen und sogar zweimal kinematographisch festgehalten wurden (Exhalation und Resorption in den Mund). Eine andere Frage ist es, ob die Bewegungen ohne jede Mithilfe des Mediums zustande kommen. Zwar sind Hände und Füße im allgemeinen kontrolliert, manchmal sogar festgehalten, auf zwei photographischen Aufnahmen ist jedoch deutlich zu sehen, wie das Medium seine Hände dazu verwendet, um das Objekt in Bewegung zu versetzen, während einmal eine amorphe Masse, das andere Mal eine Phantomhand an der Stelle liegt, an der man die reale Hand des Mediums vermutet. Auf einer photographischen Aufnahme scheint der linke Fuß des Mediums (unter Benutzung eines Loches im Strumpfboden) in Aktion zu treten. Da ferner ein Teil des Körpers und besonders der Kopf des Mediums während der Bewegungen der Phänomene fast immer im Schatten bleibt, ist die Mitwirkung des Mediums bei der Erzeugung der Bewegungsphänomene wohl kaum mit Sicherheit auszuschließen.

Noch weniger als über die Provenienz läßt sich über das *Verschwinden* der Materialisationsprodukte aussagen: Meist wird der Vorhang vor dem Verschwinden der Phänomene geschlossen, allerdings nur auf wenige Sekunden. Soweit sich der Prozeß bei offenem Vorhang verfolgen läßt, bleibt ein Residuum der flüssigen Materie auf dem Gewand oder auf dem Körper erhalten, die fetzenartige Materie tritt in einigen Fällen in den Mund zurück (kinematographische Aufnahme), in anderen Fällen scheint sie, gelegentlich durch eine zuckende Bewegung des Mediums, in das Dunkel zurückzuzschnellen. Die Angabe, daß weißes Licht eine zer-

setzende Wirkung ausübe, scheint nicht zuzutreffen, vielmehr scheint sich die Materie während der Exposition nicht im mindesten zu verändern, sondern die Belichtung bildet nur einen Anlaß, der das Zurückziehen der Materie in der beschriebenen Weise begünstigt. Was unmittelbar nach der Blitzlichtaufnahme mit den Phänomenen geschieht, kann man natürlich auf Grund des starken Blendungsreizes nicht erkennen¹⁾. Auch für eine Vergasung der flüssigen oder für eine Verflüssigung der geformten Materie ergeben sich keine hinreichenden Anhaltspunkte.

Über die *Struktur* der produzierten Massen erteilen einige mikroskopische Präparate Auskunft, die aus den Rückständen der in einigen Sitzungen erschienenen Phänomene gewonnen wurden. Im einen Fall handelt es sich, wie bereits erwähnt, um menschliche Kopfhare, die gewisse morphologische und chemische Abweichungen von einer Haarprobe des Mediums zeigen, im andern Fall um zwei Stückchen menschlicher Epidermis, die nicht von Händen und Füßen des Mediums herrühren sollen (über eine Untersuchung der übrigen Hautoberfläche findet sich im Bericht keine Angabe). Von der flüssigen Materie wurden fünfmal Proben erhalten. Das wesentliche Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung besteht in dem Nachweis kernhaltiger Epithelzellen (Pflasterepithel), kernloser epitheloider Zellen und Zelltrümmer, schleimartiger Lamellen, Pilze, Mikroben, Wollfäden, einmal Speisereste, dreimal Fetttropfchen; zwei Proben enthalten deutliche Speicherkörperchen oder Leukozyten (im mikroskopischen Präparat kaum zu unterscheiden).

Interpretation der Ergebnisse.

Von den 523 Seiten des Buches entfallen 50 auf eine historische Einleitung, 421 auf die Wiedergabe der Sitzungsprotokolle, und der Rest (unter Einrechnung eines 5 Seiten langen „künstlerischen“ und „technischen“ Gutachtens 52 Seiten) auf einen theoretischen „Rückblick“. Die systematisch-kritische Durcharbeitung des Materials erscheint also einigermaßen dürftig. Im übrigen fallen die theoretischen Erörterungen durch eine sonderbare Mischung von Objektivität und Voreingenommenheit auf. Denn Baron Schrenck gibt zwar in dem Kapitel: „Negative Momente und Betrugshypothese“ das Vorhandensein fast aller Indizien zu, welche gegen die „Echtheit“ der Phänomene sprechen, bedient sich aber andererseits zu ihrer Widerlegung so wenig beweiskräftiger Argumente, daß seine Darstellung durchwegs durch seine subjektive Überzeugung von der „Echtheit“ der Phänomene beeinflußt erscheint. Wenn daher auch selbstverständlich die bona fides des Barons Schrenck außer Diskussion steht, und wenn der besonnene Leser eigentlich nicht im Zweifel darüber bleiben kann, daß es sich in diesem Fall mediu-

¹⁾ In der später (S. 1260, Anm.) erwähnten Nachtragssitzung beobachtete Baron Schrenck das Zurückziehen der Materie in den Mund nach dem Aufblenden des Blitzlichtes mit Hilfe einer elektrischen Taschenlampe.

angelegte Gaukelei handelt, so mögen doch die wiederholten Bemühungen Baron *Schrencks*, den Leser zu seinem Glauben zu bekehren, auf unkritische Köpfe nicht ohne Eindruck bleiben und namentlich in halbwissenschaftlichen Kreisen nicht unbeträchtliche Verwirrung anrichten.

Bedenken schwerster Art erheben sich bereits gegen die Behandlung der Mme. *Bisson* als Mitarbeiterin und Gewährsperson. Mme. *Bisson* kann persönlich eine sehr lebenswürdige Gesellschafterin sein, besitzt aber weder irgend eine wissenschaftliche Vorbildung, noch hat sie von den Erfordernissen wissenschaftlicher Akribie die leiseste Ahnung, sondern pflegt vielmehr jeder Verschärfung der Versuchsbedingungen, die über das von ihr gewünschte Maß hinausgeht, energischen Widerstand entgegenzusetzen. Mme. *Bisson* hat es sich daher selbst zuzuschreiben, wenn sich bei allen Teilnehmern an den Münchener Sitzungen, die als wissenschaftliche Beobachter in Betracht kommen, der Verdacht ihrer Beteiligung an den Manipulationen des Mediums entwickelte. Aber selbst abgesehen von diesem Verdacht, setzte die Mittelstellung zwischen Salon und Laboratorium, welche das Versuchszimmer unter diesen Umständen annehmen mußte, jeder objektiven Feststellung der Tatsachen erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Soweit sich daher das Buch auf bloße Berichte der Mme. *Bisson* stützt, ist es wissenschaftlich überhaupt nicht diskutabel.

Für die Charakteristik des Mediums *Eva* erscheint ferner der Umstand nicht unwichtig, daß sie vor ihrer Aufnahme in das Haus *Bisson* ihre okkulten Fähigkeiten gegen Bezahlung demonstrierte. Ein weiteres gravierendes Moment steht mit der Person ihres früheren „Impresarios“ in Zusammenhang, doch beruht meine Kenntnis über diesen Umstand auf privaten Mitteilungen Baron *Schrencks*, die zu veröffentlichen ich mich nicht für berechtigt halte.

Die bereits im Früheren angekündigten Indizien gegen die übernatürliche oder übersinnliche Abstammung der produzierten Phänomene liegen in folgenden Momenten:

1. *Möglichkeit schwindelhafter Praktiken.* Die Frage nach der objektiven Möglichkeit eines Schwindels muß entschieden bejaht werden. Wie aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich ist, genügte die Vorkontrolle keineswegs, um die Mitnahme von Artefakten mit absoluter Gewißheit auszuschließen. Dazu wäre vielmehr außer einer genauen äußeren Untersuchung der bloßen Körperoberfläche jedesmal eine genaue innere Untersuchung des Kehlkopfes, des Magens, der Vagina und des Afters erforderlich gewesen. Würde eine solche Untersuchung das psychische Gleichgewicht des Mediums soweit stören, um es an der Produktion teleplastischer Phänomene zu verhindern, so ließe sich ein schlagender Beweis gegen die Annahme schwindelhafter Manipulationen bei der Produktion der Phänomene auch durch Nachtsitzungen erbringen, in denen der Prozeß der Entstehung des Teleplasmas unmittelbar zu beobachten wäre. Da Mme. *Bisson* einen unbeschränkten Einfluß auf das Medium *Eva* zu besitzen scheint, sollte man meinen,

daß es ihr bei entsprechendem guten Willen gelingen müßte, diese Bedingung durchzusetzen. Zwei Sitzungen, in denen sich das Medium zu einer Entblößung des Oberkörpers vor Baron *Schrenck* verstand, haben über die Entstehung der Materie keinen Aufschluß gebracht. Die Angaben Mme. *Bissons* über das Hervortreten der Materie aus dem Körper können nach dem Gesagten nicht als wissenschaftliche Zeugnisse gelten. Aber selbst wenn das Hervortreten von Materie aus der Körperoberfläche unzweifelhaft festgestellt wäre, müßte natürlich erst untersucht werden, ob es sich dabei nicht lediglich um irgendeine physiologische Anomalie der normalen Sekretionsvorgänge handelt.

Weitere Möglichkeiten unkontrollierter Manipulationen sind durch das wiederholte Schließen des Vorhangs sowie durch den gelegentlichen Eintritt der Mme. *Bisson* in das Kabinett gegeben, da Mme. *Bisson* natürlich in der Lage wäre, vom Medium mitgebrachte Gegenstände zu übernehmen.

Die Nachkontrolle müßte ferner ebenso gründlich gehandhabt werden wie die Vorkontrolle, wenn ihr negatives Ergebnis überzeugende Beweiskraft besitzen sollte. Daß die von Baron *Schrenck* durchgeführte Kontrolle immerhin genauer war als in den bisherigen spiritistischen Seancen, hat unter diesen Umständen nicht allzuviel zu bedeuten.

2. *Die Erzeugung der Phänomene.* Die einzigen beglaubigten Fälle, in denen die Erzeugung der Phänomene direkt beobachtet wurde, lassen ein Hervortreten der Materie aus dem Mund erkennen. Soweit liegt also gewiß kein Schwindel vor, wohl aber scheint sich eine natürliche Erklärung dieses Vorganges aus den Beobachtungen über menschliches Wiederkauen zu ergeben. (Über einen sehr interessanten Fall von Rumination berichtet Dr. v. *Gulat* in Nr. 46 der *Münchn. Med. Wochenschrift* 1913.)¹⁾ Sofern daher ein solcher Ruminationsakt als übernatürlicher Prozeß ausgegeben wird, besteht der Verdacht einer Täuschungsabsicht. Daß ein vor dem Mund befestigter Schleier durch das Hervorquellen der Materie nicht zerrissen wurde, beweist nichts, wenn die ausgewürgten Stoffe aus feinem Gewebe bestehen. Denn ein Durchpressen solcher Substanzen durch einen Schleier liegt sehr wohl im Bereich der Möglichkeit, besonders wenn sich die Zunge an dieser Manipulation beteiligt, worauf das Einziehen des Schleiers in den Mund schließen läßt. Überdies liegt der Verdacht nahe, daß neben der Rumination auch noch ein anderer Modus besteht, die Materie aus den Körperöffnungen herauszupraktizieren; dieser Verdacht läßt sich zwar nicht zu apodiktischer Gewißheit verdichten, läßt sich aber durch die Vorkontrolle auch nicht widerlegen.

¹⁾ Ein neuer Versuch Baron *Schrencks* (beschrieben im Vorabendblatt der Münchener Neuesten Nachrichten vom 3. d. M.), in dem das Medium nach dem Verschwinden der Substanz in den Mund durch ein Emetikum zum Brechen veranlaßt wurde, beweist deshalb nichts gegen die Ruminationshypothese, weil nicht feststeht, wie weit Brechmittel auf einen Magen wirken, dessen Peristaltik willkürlich beeinflusst werden kann, und weil vor allem nicht untersucht wurde, ob das Medium eventuell erbrochene Artefakte nicht während des Erbrechens in den Backen verborgen hatte und nachträglich wieder hinunterschluckte.

3. *Die Entwicklung der Phänomene.* Für ein künstliches Arrangement irgendwie eingebrachter Artefakte sprechen knisternde Geräusche, die wiederholt aus dem geschlossenen Kabinett hervordringen, mahlende Bewegungen der Hände, die durch einen Spalt des geschlossenen Vorhangs beobachtet wurden, sonderbare Arten der Befestigung von Materie am Vorhang oder an der Wand des Kabinetts, welche gelegentlich den Eindruck erwecken, als ob eine Schnur oder ein Draht zu einer bestimmten Stelle des Kabinetts gespannt wäre, um die Präparate daran aufzuhängen, vor allem aber die Entdeckung, daß sich im Vorhang des Münchner Kabinetts gerade an der Stelle, an welcher die Köpfe zu erscheinen pflegten, deutliche Nadelstiche fanden. Der Umstand, daß also das Medium überhaupt mit einer Nadel manipulierte, liefert einen schlagenden Beweis für die tatsächliche Anwendung doloser Praktiken, beleuchtet das raffinierte Vorgehen des Mediums, das entweder eine geschärfte Haarnadel verwendet oder eine andere Nadel der Kontrolle entzogen hat, und erschüttert zugleich das Vertrauen in jede Art ihrer mediumistischen Tätigkeit. Mit Baron *Schrenck* anzunehmen, daß sich der Schwindel höchstens auf das Arrangement, aber nicht auf die Produktion der Phänomene erstreckt habe, setzt einige Naivität voraus, während die Frage, ob der Betrug im wachen oder im hypnotischen Zustand erfolgt ist, in diesem Zusammenhang nur untergeordnete Bedeutung besitzt. Wohl aber ist zu beachten, daß, nachdem Baron *Schrenck* Mme. *Bisson* auf das Vorhandensein der Nadelstiche aufmerksam gemacht hatte, das Entstehen der Phänomene am Vorhang des Münchner Kabinetts in Zukunft unterblieb!

Ein nicht weniger beweiskräftiges Argument bildet der Umstand, daß *Eva* zweimal in dem Augenblick photographiert wurde, in dem sie ein festgehaltenes Phantom um ihren Kopf herum bewegte. Die Bedeutung dieses Argumentes wird durch den Nachweis verstärkt, daß in beiden Fällen an Stelle der zu der Manipulation verwendeten Hand auf dem Knie des Mediums ein handartiges Gebilde liegt, das offenbar den Anschein erwecken soll, als ob sich die bewegte Hand in Ruhe befände. (Eine dritte Photographie zeigt, wie bereits erwähnt, den linken Fuß des Mediums im Begriffe, eine vorgehaltene Zigarette zwischen der großen und der zweiten Zehe einzuklemmen.) Der Verdacht einer Mitwirkung des Mediums wird sich daher naturgemäß auch auf die übrigen angeblichen Eigenbewegungen der Materie ausdehnen und namentlich Zweifel an der Zulänglichkeit einer rein optischen Kontrolle der Extremitäten des Mediums erwecken. Soweit Hände und Füße des Mediums festgehalten wurden, hätte es sich allerdings eines anderen Tricks bedienen müssen. In erster Linie käme dabei der Mund in Betracht, besonders etwa, wenn es sich um das Aufblasen irgendwelcher schlauchartiger Gegenstände handelte, aber auch sonst wäre unter den angegebenen Versuchsbedingungen der Beweis für eine absolute Unbeweglichkeit sämtlicher Körperteile während der Bewegungsphänomene wohl schwer zu erbringen.

Die auch bei *Eva* beobachtete Neigung zu

„Transfigurationen“ (Verhüllen des Gesichtes oder des Körpers mit der produzierten Materie zur Darstellung einer fiktiven Persönlichkeit) soll zwar unter den Medien weit verbreitet sein, spricht aber natürlich wieder nicht gerade für das Fehlen jeder Betrugsabsicht.

4. *Die Natur der Phänomene.* Es wäre zwar ein methodischer Fehler, die Möglichkeit einer Produktion organischer Substanz auf andere Weise als durch die bekannten physiologischen Prozesse a priori zu leugnen. Wenn es aber feststeht, daß gewisse Differenzierungen, welche die Zellen innerhalb des entwickelten Organismus erfahren, auf der Wechselwirkung der einzelnen Gewebe und Organe gegeneinander beruhen, so erscheint es, wenn man sich nicht einem blinden Wunderglauben in die Arme werfen will, unmöglich, daß gleiche Differenzierungen auch dort eintreten sollten, wo jene Wirkungen nicht vorhanden sind, also in einem durch einen nicht physiologischen Prozeß erzeugten „Teleplasma“. Man kann daher unbedenklich behaupten, daß die erwähnten Epidermisschüppchen und Haare durch irgendein Manöver in den Versuchsraum eingebracht oder lediglich vom Körper des Mediums losgelöst worden sind. Nicht wesentlich anders verhält es sich mit den Proben der flüssigen Materie, soweit sie Pflasterepithelien enthalten. Denn die Pflasterepithelzellen verdanken ihre charakteristische polygonale Form gerade dem gegenseitigen Druck, der ihre Provenienz von einem festen Körper voraussetzt. Wenn sich ferner in zwei von fünf der gewonnenen Proben flüssiger Materie Leukozyten oder Speichelskörperchen finden, scheint dies — sofern nicht wiederum ein bloßer Ruminationsakt und damit eine bloße Speichelbeimengung vorliegt — ein gewichtiger Beweis für die Abstammung dieser Proben und damit auch der übrigen flüssigen Materie aus den Schleimhäuten des Mediums, gegen den das Fehlen jener Zellarten in den übrigen Proben wohl kein entscheidendes Argument bildet. Aber selbst zugegeben, daß es dem Medium möglich wäre, „Teleplasma“, d. h. ein Konglomerat undifferenzierter Zellen zu produzieren, und daß aus dieser Materie, etwa unter manueller Mitwirkung des Mediums, die übrigen Phänomene gebildet würden, so spricht doch das Aussehen der Phänomene selbst gegen eine solche Entstehung. Höchstens für die pseudopodien- oder fingerartigen Fortsätze könnte die Entwicklung aus einer plasmatischen Materie zutreffen, obzwar auch schon fingerartige Gebilde vorkommen, die ganz den Eindruck von Handschuhfingern oder flachen, aus Papier geschnittenen Fingerformen erwecken. Die Köpfe und Gestalten tragen jedoch offensichtlich den Charakter künstlich hergestellter, auf ein feines, vielleicht elastisches Gewebe aufgetragener Zeichnungen. Der Verdacht, daß auch mit diesen Bildern irgendeine Manipulation betrieben wird, stützt sich in erster Linie auf die vielen Falten, welche die meisten Bilder durchziehen, genau den Falten entsprechend, die durch ein Zusammenlegen der Bilder erzeugt würden, und deren Zahl immer mehr zunimmt, je öfter sich die betreffenden Bilder zeigen. Sogar Ausbesserungen schadhafte gewordener Bilder scheinen vor-

ihm zu bezeichnen. Diese Aussage bedarf freilich alsbald einer Einschränkung, aber nicht in der Sache, sondern nur in bezug auf ihre Geltung. *Lamarck* unterscheidet nämlich, wie bekannt, hinsichtlich der Ursachen der Formbildung die höheren Tiere von den niederen, wiewohl letztere (Infusoria, Polypi, Radiata und Vermes) er den Pflanzen anschließt. Nur für die höheren Tiere gelten jene Faktoren der Formbildung, von denen hier die Rede ist und die uns zunächst beschäftigen sollen; doch sei gleich hier hervorgehoben, daß es sich dabei um diejenigen Grundsätze handelt, die unser Autor sehr ausführlich behandelt hat und die er in einen bestimmten Zusammenhang mit den anatomischen Verhältnissen des Nervensystems, beziehungsweise dem angeblichen Fehlen des letzteren gebracht hat. Daher auch die Zuweisung der niederen Tiere zu den Pflanzen. Ob *Lamarck*, im Besitze unserer heutigen Kenntnisse vom Nervensystem und Empfindungsleben der Tiere, auch die niederen Tiere, seine „Apathica“ — wenigstens zum großen Teile — den „Sensitiva“ angeschlossen hätte oder nicht, scheint mir eine müßige Frage zu sein; ihre bestimmte Beantwortung mit „Nein“, wie dies z. B. von seiten *Nusbaums* geschehen ist, ist ein rein subjektives Urteil, ja, gewisse Ausführungen *Lamarcks* über Angaben von *Spix* lassen eher das Gegenteil als wahrscheinlich erscheinen¹⁾.

Den Kernpunkt der *Lamarckschen* Lehre erblicke ich in dem Prinzip der Bedürfniserregung und Bedürfnisbefriedigung. Zwischen diesen beiden Polen erfolgt in sinngemäßer Richtung vom Erregungszustand zum Befriedigungszustand eine Abfolge von im Innern des Tieres verlaufenden Prozessen, für die bei den „Sensitiva“ das „innere Gefühl“, bei den höchsten Tieren, den „Intelligentia“, der „Wille“ als wirkende Faktoren dienen. Die so psychisch verursachten inneren Vorgänge werden an das materielle Substrat des Nervensystems gebunden gedacht und zwar so eng, daß z. B. bei den „Intelligentia“ (Wirbeltiere) eine dem Fortschritt in der Organisation des Nervensystems parallel gehende stufenweise Ausbildung der als „Wille“ zusammengefaßten psychischen Qualität angenommen wird. Welcher Art die im Innern des Tieres sich abspielenden Prozesse sind, darüber hat sich *Lamarck* nicht genauer geäußert, doch steht außer Zweifel, daß er an eine spezifische *vis vitalis* dabei nicht gedacht hat. Die Bedürfniserregung wird durch den erregenden Einfluß der Agentien der Außenwelt hervorgerufen, die Bedürfnisbefriedigung dagegen wird durch die Annahme neuer oder Aufgabe alter Gewohnheiten (genauer ausgedrückt: zunächst Handlungen) oder durch beides zugleich, und zwar infolge reaktiver Betätigung des inneren psychischen Prinzips auf die Reize der Außenwelt, erwirkt. Der Effekt des ganzen Geschehens wird — allgemeinst ausgedrückt — in der Abänderung der Organisation kenntlich. Zum Zustandekommen solcher Effekte sind mithin äußere und innere Ursachen maßgebend.

Betrachten wir nun die *Bedürfniserregung* näher. Die wichtigste Frage in dieser Beziehung ist für unsere Zwecke jedenfalls die nach der Bedeutung der in den Agentien der Umwelt gegebenen äußeren Ursachen, d. h. ob diese den inneren Ursachen — wir wollen diese fernerhin kurz als „psychischen Faktor“ oder „psychisches Prinzip“ bezeichnen — unter-, bei- oder übergeordnet sind. Darüber hat sich *Lamarck* wiederholt in ganz unzweideutiger Weise ausgesprochen. Die neue Welt tierischer Formen, die ihm das Studium der wirbellosen Tiere erschloß, stellte seinen phantasievollen Geist, der auf jede Frage, die sich ihm darbot, eine Antwort heischte, vor ein ihm mächtig packendes Problem, die *Gradation in der Organisation der Tiere*, die sich ihm zugleich nicht als eine geradlinige, sondern dendritisch sich verzweigende darstellte. *Lamarck* erklärt¹⁾: „Es wird in der Tat evident sein; daß der Zustand, in dem wir alle Tiere sehen, einerseits das Produkt der wachsenden Zusammensetzung der Organismen ist, die einen regelmäßigen Stufengang zu bilden strebt, und andererseits das Produkt der Einwirkung einer Menge sehr verschiedener Umstände, welche fortwährend die Regelmäßigkeit der Gradation zu zerstören suchen.“ Was heißt dies anderes, als daß eine Fortentwicklung der Tierwelt auch aus „der wachsenden Zusammensetzung der Organisation“ heraus allein stattfände, d. h. auch wenn die äußeren Ursachen fortfielen. Nicht, daß die Organisation einen „Stufengang“ bildet, bewirken die Agentien der Außenwelt, sondern nur, daß dieser — anders, eben aus dem inneren Prinzip verursachte — Stufengang nicht regelmäßig (linear), sondern unregelmäßig (dendritisch) verläuft. Geht schon hieraus die Superiorität des psychischen Prinzips über die äußeren Ursachen in *Lamarcks* Lehre klar hervor, so will ich doch noch eine weitere Äußerung hier anführen²⁾: „Es ist klar — sagt *Lamarck* —, daß man, wenn die Natur nur Wassertiere hervorgebracht hätte, und wenn alle diese Tiere immer in demselben Klima, in derselben Wassersorte, in derselben Tiefe usw. usw. gelebt hätten, dann ohne Zweifel in der Organisation dieser Tiere eine regelmäßige und einfache *Stufenfolge* vorgefunden hätte.“ Und wenige Zeilen vorher sagt *Lamarck*: „Wenn jene Ursache, die unaufhörlich auf die Verwicklung der Organisation hinstrebte, die einzige wäre, welche Einfluß auf die Gestalt und die Organe der Tiere hätte, so wäre die wachsende Zusammensetzung der Organisation ununterbrochen und überall sehr regelmäßig.“ Schließlich sieht sich *Lamarck* sogar veranlaßt, ein „zoologisches Prinzip“ aufzustellen, das folgendermaßen lautet²⁾: „Das Fortschreiten in der Verwicklung der Organisation unterliegt hier und da in der allgemeinen Tierreihe Unregelmäßigkeiten, die durch den Einfluß der Verhältnisse des Wohnorts und durch den der angenommenen Gewohnheiten verursacht sind.“ Ich will es bei diesen

¹⁾ Zoologische Philosophie (*A. Lang*), S. 154.

¹⁾ L. c. S. 113.

²⁾ L. c. S. 68.

Auführungen bewenden lassen und nur feststellen, daß dieselben den *Primat der inneren Ursachen über die äußeren* in einer jeden Zweifel hinsichtlich der wahren Ansicht *Lamarcks* ausschließenden Weise beweisen.

Lamarcks Philosophie zoologique hat bekanntlich trotz weitester Verbreitung in der wissenschaftlichen Welt einen äußerst geringen Eindruck gemacht. Immerhin ist es aber — und in unserem Zusammenhange ganz besonders — bemerkenswert, daß z. B. ein Naturforscher von der Bedeutung *Lyells* das Prinzipielle in *Lamarcks* Deszendenztheorie durchaus in dem inneren psychischen Faktor erblickt hat, und das bei einem Anlasse, der keine Flüchtigkeit in der Materie duldet. In einem Briefe an *Darwin* vom 9. 10. 1859 schreibt *Lyell*¹⁾: „Was den letzten — gemeint ist *Lamarck* — betrifft, so könnten Sie sagen, daß in bezug auf die Tiere Sie bis zu einem gewissen beträchtlichen Umfang die natürliche Zuchtwahl an Stelle des Bestrebens setzen; aber in seine Theorie von den Umwandlungen der Pflanzen konnte er Bestreben oder Willen nicht einführen, er dürfte zweifellos einen unrichten verhältnismäßigen Nachdruck auf Veränderungen in den physikalischen Bedingungen und zu wenig auf die Bedingungen der mitkonkurrierenden Organismen gelegt haben.“ Und *Darwin*, der 1863 in einem Schreiben an *H. D. Hooker* diesem mitteilt²⁾, daß er sich bei *Lyell* „etwas darüber beklagt“ habe, weil derselbe sein Werk — gemeint ist natürlich „On the Origin of Species“ — „immer als eine Modifikation von *Lamarck*“ ansehe, schrieb schon 1844 an den genannten Botaniker³⁾: „Gott bewahre mich vor *Lamarckschem* Unsinn einer ‚Neigung zum Fortschritt‘, der ‚Anpassungen infolge des langsam wirkenden Willens der Tiere‘ usw.“ Diese Angaben zeigen mindestens soviel, daß auch die genannten Naturforscher das psychische Prinzip in *Lamarcks* Lehre als den Kernpunkt derselben erachtet haben, und die feine Bemerkung *Lyells*, *Darwin* setze an die Stelle des psychischen Faktors *Lamarcks* die natürliche Zuchtwahl, trifft in diesem Sinne den Nagel auf den Kopf.

Ich wende mich zur *Bedürfnisbefriedigung*. Diese gibt sich, wie schon oben hervorgehoben wurde, allgemein ausgedrückt in einer Abänderung der Organisation kund. Das *Mittel* zu dieser liefert die natürlich durch den inneren Faktor veranlaßte Änderung der Gewohnheiten, die den Tieren eigen sind. Die auf äußere Einflüsse hin aus inneren Ursachen erfließenden Reaktionen der Tiere — die Gewohnheitsänderungen — erfolgen immer in geeigneter Weise, also zweckentsprechend, und *Lamarck* hat auch darüber keinen Zweifel gelassen, daß das psychische Prinzip über das Vermögen verfügt, in solcher Weise sich stets betätigen zu können. Änderungen in den Handlungen der Tiere bedingen naturgemäß eine mehr oder weniger andersartige

Verwendung, d. i. Inanspruchnahme der jeweils zu Gebote stehenden Organe. Hier setzen nun jene zwei vielberufenen „Gesetze“ *Lamarcks*¹⁾ ein, von denen das erste dem Funktions-, das zweite dem Vererbungslamarckismus von heute zur Grundlage dient, die Lehre von der Übung und Nichtübung und ihrem abändernden Einfluß auf die Organisation und das Prinzip der Vererbung erworbener Eigenschaften. Beide gehören, wie schon *Plate* angemerkt hat²⁾, aufs engste zusammen.

Es ist wohl nicht schwer zu verstehen, wie *Lamarck* dazu kam, diese beiden Aufstellungen in so auszeichnender Weise als „Gesetze“ auch äußerlich hervortreten zu lassen. Boten sie doch die *einzig* Möglichkeit, Abänderungen der Organisation auf einem schicklichen Wege plausibel zu machen, schicklich in dem Sinne, daß in funktioneller Hinsicht auf offenkundige Erfahrungen berufen und in bezug auf die Vererbung an eine zu damaliger Zeit, soweit man über solche Dinge eine Ansicht zu hegen überhaupt für nötig halten mochte, wohl allgemein hingenommene Anschauung, gewissermaßen eine *opinio communis*, angeknüpft werden konnte. *Lamarck* hat auf dem Gebiete der Vererbung keinerlei Forschungen unternommen, auch lagen solche von anderer Seite nicht vor. Ich habe auch in der älteren Literatur, soweit ich Umschau halten konnte, Hinweise oder Einwände gegen das von *Lamarck* in seinen „Gesetzen“ Ausgesagte nicht finden können, was solchen Lehren gegenüber, wenn sie tatsächlich Neues dargeboten hätten, doch wohl, wenigstens in Form eines gelegentlichen Widerspruches, hätte der Fall sein müssen. Dazu kommt das positive Moment, daß, wo — wie oben von *Lyell* berichtet wurde — *Lamarcks* Lehre gedacht wird, das psychische Prinzip als das Neue und Spezifische in derselben betrachtet wird. Und *Darwin*, der sowohl das im Übungsgesetz wie das im Vererbungsprinzip Beinhaltete in seine Theorie der Naturzüchtung aufgenommen hat, hat sich trotz seiner oft zu weit gehenden Gewissenhaftigkeit nicht veranlaßt gesehen, sich dabei auf *Lamarck* zu berufen. Erst viele Jahre später sind, wie bekannt, diese „Gesetze“ als wissenschaftliche Probleme erkannt worden. Das Recht der Autorschaft *Lamarcks* an seinen „Gesetzen“ ist demnach mindestens ein äußerst zweifelhaftes³⁾, die Art und Weise aber, wie dieselben in den Vordergrund gestellt wurden, hat wohl den Anlaß gegeben, gerade in ihnen das Neue und Spezifische bei *Lamarck* zu erblicken, die „Fundamentalsätze“, wie sie *Plate* im Sinne des Neolamarckismus sehr zutreffend nennt⁴⁾.

Indes kann man gewiß mit Recht einwenden, daß es nicht darauf ankommt, ob *Lamarck* der Autor der in Rede stehenden Gesetze ist, sondern darauf, daß er dieselben für die Naturerklärung richtig gewertet

¹⁾ L. c. S. 121.

²⁾ L. c. S. 450.

³⁾ Vgl. hierzu den interessanten Aufsatz von *J. H. F. Kohlbrugge*: B. de Maillet, J. de Lamarck und Ch. Darwin (Biolog. Centralblatt Bd. 32, 1912, S. 505 u. ff.).

⁴⁾ L. c. 450.

¹⁾ Leben und Briefe von *Ch. Darwin* (Deutsche Ausg.) 2. Bd., S. 202.

²⁾ L. c. 3. Bd., S. 14.

³⁾ L. c. 2. Bd., S. 23.

und verwendet habe. Sehen wir also zu, wie die Dinge hier liegen. Wir brauchen zu diesem Ende nur vom Übungsgesetz zu handeln, denn bei diesem liegt ja die Entscheidung. Gewohnheitsänderungen bedingen Änderungen in der Beanspruchung der jeweils gegebenen Organe, indem einzelne der letzteren gegen früher mehr, andere dagegen weniger geübt werden; erstere werden gestärkt und entfaltet, letztere geschwächt und reduziert. Diese Veränderungen der betroffenen Organe werden auf die Nachkommen erblich übertragen und von Generation zu Generation gefestigt, solange die neu angenommene Gewohnheit bestehen bleibt. Darauf beruhen Ausbildung und Rückbildung der Organe und die damit gesetzten Abänderungen in der Organisation. Funktionell verursachte Abänderungen von Organen können nun aber selbstverständlicherweise *nur an schon vorhandenen Organen* zutage treten¹⁾, demnach niemals gerade das bewirken, worauf es in erster Linie ankommt, *die Entstehung neuer Organe*. Daß Lamarck sich dessen bewußt war und daher sowohl die Entstehung neuer Organe seinem inneren, dem psychischen Prinzip zuwies, als auch seine ganzen Ausführungen betreffs des Übungsgesetzes an schon gegebenen Organen exemplifizierte, diese Darlegungen demnach nur auf die Aus- und Umbildung von durch andere, eben innere Ursachen hervorgerufenen Organen abzielen, duldet keinen Zweifel, denn es ist von Lamarck selbst zur Genüge bezeugt. Im Grunde geht es schon aus oben angeführten Aussagen Lamarcks hervor, wonach die Fortentwicklung der Tierwelt ohne Bedürfniserregung durch äußere Ursachen, lediglich durch den psychischen Faktor bewirkt wird und nur die besondere Art dieser Fortentwicklung durch die Einflüsse der Umwelt bestimmt erscheint. Schon in der Einleitung zu seiner Philosophie zoologique sagt Lamarck²⁾, er werde „den Einfluß der *Umstände* und *Gewohnheiten* auf die Organe der Tiere als die Quelle der Ursachen nachweisen, welche ihre Entwicklung begünstigen oder hemmen“. Und bei der Erörterung des Gegenstandes selbst bemerkt er³⁾, daß „jedes neue Bedürfnis, indem es neue Tätigkeiten zu seiner Befriedigung nötig macht, von dem Tiere, das es empfindet, entweder den größeren Gebrauch eines Organes, von dem es vorher geringeren Gebrauch gemacht hatte, erfordert, wodurch dasselbe entwickelt und beträchtlich vergrößert wird, oder den Gebrauch neuer Organe, welche die Bedürfnisse in ihm unmerklich durch Anstrengungen seines inneren Gefühls entstehen lassen“. Weiter heißt es an einer späteren Stelle⁴⁾, „daß wenn der Wille ein Tier zu irgend einer Tätigkeit bestimmt, die Organe, welche diese Tätigkeit ausführen müssen, sogleich durch den Andrang feiner Fluida (des Nervenfluidums), die zu der bestimmenden Ursache der Bewegungen werden, welche diese Tätigkeit erfordert,

hervorgerufen werden“¹⁾. Endlich möge hier noch eine entscheidende Betrachtung Lamarcks Platz finden²⁾: „Das Licht dringt nicht überall ein, folglich haben die Tiere, welche gewohnheitsmäßig an Orten leben, wo es nicht hingelangt, keine Gelegenheit, das Schorgan, wenn sie ein solches besitzen, zu üben. Die Tiere nun, die an einem Organisationsplan Anteil nehmen, zu dem die Augen notwendigerweise gehören, haben ursprünglich solche haben müssen. Da man indessen unter ihnen solche vorfindet, die von diesem Organe keinen Gebrauch machen und bloß noch verborgene und verdeckte Spuren davon haben, so geht klar hervor, daß die Abschwächung und sogar das Verschwinden dieses Organs die Resultate eines konstanten Nichtgebrauchs desselben sind.“ Ich meine, alle diese Aussagen sprechen deutlich und eindringlich genug.

Was bedeuten solch einer geradezu universellen Macht des inneren Faktors gegenüber die funktionellen Leistungen von Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe! Dazu kommt noch, daß die durch die letzteren ermöglichten Veränderungen in der Organisation — wir wollen auf die Art derselben hier gar nicht eingehen — sich überhaupt erst einstellen können, wenn eine Gewohnheitsänderung stattfindet; diese kann aber nur aus inneren Ursachen erfließen. Der Funktionslamarckismus stellt demnach ein Prinzip dar, das für den phylogenetischen Fortschritt sehr wenig zu leisten vermag und dieses Wenige nur, wenn ich mich so ausdrücken darf, von Gnaden des psychischen Faktors. Wenn gleichwohl Lamarck gelegentlich so spricht, als ob sein Funktionsprinzip mehr erwirken könne, so sind das Übertreibungen, die als solche ohne weiteres kenntlich sind und dem begreiflichen Bestreben entspringen, die Rechnung zwischen Organisation und Lebensweise in ihrer unendlich abgestuften, dabei aber immer zweckentsprechenden Artung glatt zu machen³⁾. Derartige Äußerungen Lamarcks sind übrigens durchweg allgemein gehalten und beziehen sich auf die Schlußeffekte ganzer Entwicklungsreihen; sie können gegenüber seinem oft und klar gekennzeichneten prinzipiellen Standpunkt nicht ins Gewicht fallen. Lamarck hat, für einen Deszendenztheoretiker, der die „natürliche“ Anordnung der Tiere richtig darstellt, eigentlich seltsam, die Gradation der Organe *von oben*, den höchsten Tieren ausgehend und zu den niedersten herabsteigend ver-

¹⁾ L. c. S. 155 sagt Lamarck: . . . „und es bleibt immer wahr, daß die Fähigkeiten, welche sie (die Organe) dem Tiere verleihen, erst mit der Existenz der sie erzeugenden Organe auftreten.“

²⁾ L. c. S. XVIII.

³⁾ L. c. S. 120.

⁴⁾ L. c. S. 135.

¹⁾ In dem eben erschienenen Buch von F. Kühner: Lamarck, die Lehre vom Leben (Jena, 1913), wird auf S. 145 (Anmerkung) dagegen protestiert, daß man „nach dem Beispiel von Cuvier, Wallace und Darwin“ sage, „es sei Lamarcks Ansicht gewesen, ein Tier brauche nur etwas zu wollen, um auf Grund eines solchen Wunsches ein neues Organ zu bekommen“, und fügt dem bei, „daß Lamarck damit als ein halber Idiot hingestellt wird, ist mehr als eine zufällige Nebenwirkung“. Wir übergehen die Geschmacklosigkeit des letzten Zusatzes; in der Sache aber sei auf die beiden oben zitierten Ausführungen Lamarcks verwiesen, von welchen das erstere Zitat auch Kühner selbst eine Seite vor jener Anmerkung (144) anführt!

²⁾ L. c. S. 125.

³⁾ L. c. S. 137: „Tatsache ist, daß die Organisation eines jeden Tieres immer vollständig mit seinen besonderen Gewohnheiten übereinstimmt.“

folgt, die Abstufung der Organisation in der Richtung der Vereinfachung, nicht das Auftreten neuer Organe, sondern das allmähliche Verschwinden oder der gänzliche Fortfall bei höheren Tieren vorhandener Teile steht im Vordergrund. Es mag sein, daß in dieser Methodik z. T. die Ursache dafür liegt, warum *Lamarck* die Entstehung neuer Organe nicht ausführlicher behandelt hat. Vielleicht waren es überhaupt die rudimentären Organe, die ihn auf den Gedanken brachten, in den Erfolgen des Nichtgebrauchs nur die Kehrseite der Übung zu sehen. Sei dem indes, wie ihm wolle; feststeht, daß der Kernpunkt der Lamarckschen Lehre in dem psychischen Prinzip der Bedürfniserregung und Bedürfnisbefriedigung gelegen ist. Aktiviert wird dieses Prinzip durch Agentien der Außenwelt, selbst aber wirkt es durch geeignete reaktive Gewohnheitsänderungen, wobei dasselbe dazu notwendige neue Organe entstehen läßt oder vorhandene ändert, letzteres vermittelt des Funktions- und weiterhin des Vererbungsprinzips. Dazu muß aber noch hinzugefügt werden, daß nach *Lamarck* eine stammesgeschichtliche Entwicklung der Tierwelt, wenngleich in anderer „Stufenfolge“, auch bei Ausfall wechselnder äußerer Bedingungen und ohne Mithilfe der beiden „Gesetze“, lediglich aus der Wirksamkeit innerer Ursachen heraus stattgefunden hätte. Und auf diesen Zusatz muß um so mehr Nachdruck gelegt werden, als man die in ihm enthaltene Aussage nicht zu beachten oder doch nicht zu bewerten pflegt. Der von *Nusbaum* an die Adresse der Psycholamarckisten gerichtete Vorwurf¹⁾, sie hätten „die Anschauungen des französischen Forschers übertrieben“, wäre daher wohl mit größerem Rechte an die eigentlichen Neolamarckisten zu richten gewesen.

Ich wende mich nun zu den Aufstellungen, die *Lamarck* bezüglich der Ursachen, die die Formbildung der niederen Tiere (Apathica) und Pflanzen bestimmen, gegeben hat. Wir können uns dabei kurz fassen, einmal, weil dieselben an sich für den Zoologen von erheblich geringerem Interesse sind, zum zweiten aber, weil die hierhergehörigen Erörterungen *Lamarcks* noch unbestimmter und unklarer sind als die früher besprochenen, was zum größten Teil nicht die Schuld unseres Autors, sondern in dem noch sehr unvollkommenen Wissensstande der damaligen Zeit begründet war. Immerhin läßt sich aber das Wesentliche in der Sache dahin feststellen, daß *Lamarck* die treibenden Ursachen der Formbildung bei den Apathica und Pflanzen in der Wirksamkeit der sogen. *Fluida* erblickt, „deren außerordentliche Feinheit uns weder erlaubt, sie zu sehen, noch sie in irgendein Gefäß einzuschließen, um sie unseren Experimenten zu unterwerfen“. Aber die Wirksamkeit dieser *Fluida* (Elektrizität, Wärme, Magnetismus usw.) betätigt sich nicht nur von außen her, auf die Organismen Reize ausübend; *Fluida* sind auch im Innern der Lebewesen; und hier wirkt ihre Tätigkeit dasselbe, was bei den höheren Tieren das psychische Prinzip zu leisten hat, die Komplikation, also den Fortschritt der Organisation. Die besondere Art dieses Fortschritts

bestimmen darin wieder die äußeren *Fluida*, die direkt auf die Organismen einwirken; sie ändern deren Organisation dadurch ab, daß sie die schaffende Tätigkeit der inneren *Fluida* so beeinflussen, daß die erzielte Organisationsänderung eine den äußeren Ursachen entsprechende ist (Prinzip der direkten Anpassung — Adaptationslamarckismus).

Man sieht, daß auch hier wieder übersehen wird, zu unterscheiden zwischen den Faktoren, die Veränderungen an schon vorhandenen Organen hervorrufen und denjenigen, durch die neue Organe entstehen. Wenn daher *Nusbaum* in der direkten Anpassung ein „rein mechanisches“ Prinzip erblickt und dasselbe als „Mechanolamarckismus“ besonders unterscheidet, so ist das erstere sicherlich richtig, wenngleich damit nur die eine Seite des ganzen Geschehens herausgegriffen ist; die Unterscheidung eines Mechanolamarckismus aber erscheint ebenso unberechtigt und dabei irreführend, weil darüber jeder Zweifel ausgeschlossen ist, daß *Lamarck* das gesamte Lebensgeschehen mit Einschluß der psychischen Prozesse mechanistisch auffaßte und oft und bestimmt genug erklärt hat, daß es für die Welt des Lebendigen keine spezifischen Gesetze und Kräfte gäbe. Es geht daher nicht an, einen einzelnen Faktor aus *Lamarcks* Lehre zu isolieren und in einen nicht zutreffenden Gegensatz zu den übrigen Aufstellungen dieser Lehre, ja zur ganzen Deszendenztheorie dieses Forschers überhaupt zu bringen.

Das Prinzip der unmittelbaren Anpassung spielt bekanntlich besonders bei den Botanikern unter den Neolamarckisten eine hervorragende Rolle, worauf hier indes nicht weiter eingegangen werden kann. Nur der Anschauung sei kurz Ausdruck gegeben, daß die so wesentlich verschiedene Bewertung des in Rede stehenden Faktors bei den Botanikern einer- und den Zoologen andererseits unter anderen Umständen wohl auch dem tatsächlich verschiedenen Verhalten der Objekte entspringt. Wie man sich aber auch zur direkten Anpassung stellen mag, bei *Lamarck* ist dieser Faktor jedenfalls aufs engste mit dem im Innern des Organismus tätigen Fluidaspiel verknüpft und sein Wirken steht und fällt mit diesem.

Kehren wir nunmehr zu dem Ausgangspunkt unserer Betrachtungen zurück, so leuchtet ein, daß die von *Plate* unterschiedenen Lamarckismen in *Lamarcks* Deszendenztheorie eine ganz beträchtlich verschiedene Bewertung zeigen, daß vor allem die Psycholamarckisten, mögen sie auch das psychische Prinzip ihres Meisters in ihrer Weise umgebildet und verallgemeinert haben, im Grunde doch die — wenn ich mich so ausdrücken darf — Rechtsnachfolger *Lamarcks* darstellen. Funktions-, Vererbungs- und Adaptationslamarckismus wären ohnmächtige Faktoren, die Agentien der Außenwelt machtlos, um die Organismenwelt so zu gestalten, wie sie uns heute entgegentritt, wenn nicht das psychische Prinzip einerseits und die inneren *Fluida* andererseits durch ihre Neues schaffenden Vermögen die Angriffspunkte dazu geliefert hätten. Wer sich dies vor Augen stellt, der wird in dem Bilde, das die Neolamarckisten von der

1) L. c. S. 607.

Entwicklungslehre *Lamarcks* gezeichnet haben, vergeblich nach den Zügen forschen, die das Wesen und den Charakter dieser Lehre ausmachen¹⁾.

Lamarck hat als erster den Gedanken der Abstammung in einer wissenschaftlichen und für seine Zeit bewunderswerten Weise dargelegt. Dadurch hat er sich ein unvergängliches Verdienst erworben. Die Begründung, die er der Abstammungslehre zu geben versucht hat, ist keine ebenbürtige Leistung, und wir heutigen Epigonen wissen es zur Genüge, *sie konnte es gar nicht sein*, denn die Gegenwart selbst erlebt es, daß das große Problem nicht nur, wie *A. Wagner* meint²⁾, die damaligen, sondern auch noch unsere heutigen „Mittel“ übersteigt. Die Eigenart und Unvollkommenheit der Lehre *Lamarcks* eröffnet viele Wege, um gerade brauchbare Sätze aus dem Zusammenhang reißen und als Lamarcksche Prinzipien hinstellen zu können. Um so mehr scheint es mir geboten, gegenüber der modernen Erneuerung Lamarckscher Gedanken die wahre Lehre des großen Franzosen aufzuzeigen, damit man erkenne, was in ihr enthalten ist und was nicht aus ihr gefolgert werden darf. *Eine im Geiste Lamarcks beabsichtigte Erneuerung seiner Lehre* könnte nur in der Richtung des Kernpunkts derselben vollzogen werden, d. h. allgemein gesagt, *nach der Seite der inneren Faktoren hin*, die bei der Formbildung in der Organismenwelt mitwirken. Und wie *Lamarck* in seinem ganzen biologischen Denken Mechanist gewesen ist, so müßte die Erforschung dieser in den Organismen selbst gelegenen Ursachen *auch in mechanistischem Sinne durchgeführt werden*. Es will mir scheinen, daß diese meiner Überzeugung nach allein zutreffende und unserer heutigen, fortgeschrittenen Zeit entsprechende Erneuerung des Lamarckschen Entwicklungsprinzips durchaus wünschenswert sei; ich meine aber auch, daß eine solche Erneuerung schon geraume Zeit auf dem Wege ist, allerdings ohne sich einseitig auf *Lamarck* berufen und nach ihm benennen zu dürfen, weil sie *in gleicher Weise wie die inneren auch die äußeren Faktoren* der organischen Formbildung eindringlich zu erforschen strebt, *die experimentelle Biologie*.

Die Zoologisch - paläontologischen Vorträge auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

Von Privatdozent Dr. Otto Steche, Leipzig.

Neben den Fachsitzungen der Abteilung für Zoologie und Paläozoologie beschäftigten sich eine ganze Anzahl

¹⁾ Einen klassischen Beleg dafür liefert in dem eben erscheinenden Monumentalwerk „Handwörterbuch der Naturwissenschaften“ in Bd. VI (1912), S. 5 u. 6, der Artikel über *Lamarck*. Da heißt es lediglich (S. 6): „Zu diesen (den bei der Umbildung der Arten wirkenden Momenten) rechnet er in erster Linie die Gewohnheit und die Lebensweise der Tiere, schreibt aber auch den äußeren Einflüssen und der Erblichkeit eine Wirkung zu . . .“ Und weiter: „Aus den Urganismen seien durch den Einfluß von Gebrauch und Nicht-

der Vorträge in allgemeinen Versammlungen oder Gesamtsitzungen mehrerer Abteilungen mit zoologischen Gegenständen. Über die meisten von diesen sind die Leser dieser Zeitschrift durch Autoreferate unterrichtet. Es sprachen *E. Fischer* (Freiburg): Über das Problem der Rassenkreuzung beim Menschen; *O. Abel* (Wien): Über neuere Wege phylogenetischer Forschung; *A. Steuer* (Innsbruck): Über Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung; *K. von Heß* (München): Über Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn im Tierreich. In einer gemeinsamen Sitzung mit der Abteilung für Geologie berichtete *E. Fraas* (Stuttgart) über die Ergebnisse der Ausgrabungen von Dinosaurierresten in Schwaben und *A. Handlirsch* (Wien) gab eine Übersicht über die Fortschritte der Forschungen über fossile Insekten. Er zeigte, daß auf diesem Gebiete, dessen Bedeutung merkwürdigerweise oft so gering geschätzt wird, jetzt eine gewisse Klarheit über die Stammbäume der recenten Insektengruppen erzielt ist. Von den Paläodictyopteren, die im unteren Oberkarbon auftreten und generalisierte, primitive Strukturen des Körpers wie des Flügelgedärs aufweisen, spalten sich in verschiedenen Horizonten wohlcharakterisierte Gruppen ab, die im Flügelbau, wie z. B. Protodonaten und Protephemeren, oder im Bau der Mundteile, wie die Protohemipteren, den Übergang zu modernen Gruppen vermitteln. Natürlich sind bei den ungünstigen Erhaltungsbedingungen dieser Land- oder Süßwassertiere noch große Lücken vorhanden, doch lassen sich die großen Umrißlinien für die Entwicklung, wenigstens aller wichtigen Gruppen, mit ziemlicher Sicherheit ziehen. Formen mit vollkommener Metamorphose treten erst im Perm auf, vielleicht ist für ihre Entstehung die damalige Eiszeit von Bedeutung gewesen. In der durchschnittlichen Größe der erhaltenen Reste spiegeln sich bis zu einem gewissen Grade die klimatischen Bedingungen ihrer Lebenszeit, so kennzeichnen sich z. B. die feuchten tropischen Perioden der Steinkohlenzeit und des oberen Jura durch das Auftreten von Riesenformen.

Bei der Reichhaltigkeit und guten Durcharbeitung des Materials vermag es bereits gute Dienste zur Entscheidung allgemeiner paläontologischer Fragen zu liefern. So ließ sich z. B. in stratigraphischer Hinsicht durch den Nachweis charakteristischer Blattidenreste feststellen, daß Kohlenfunde in Tonkin nicht dem Karbon, sondern einer späteren Periode angehörten. Das Vorhandensein der gut erkennbaren Süßwasserlarven kann zur Entscheidung über den Entstehungsort zweifelhafter Ablagerungen beitragen. Heutzutage isolierte Gruppen können durch Nachweis fossiler Vertreter in anderen Ländern in ihrer Entstehung verfolgt werden, was für paläogeographische Fragen von Wichtigkeit sein kann. So haben sich z. B. von jetzt isolierten antarktischen Gruppen Vertreter im preußischen Bernstein und in Nordamerika nachweisen lassen.

Auf paläontologischem Gebiete bewegte sich des weiteren der Vortrag von *R. Lohr* (Wien) über das Gebiß der rhizophagen Beuteltiere. Er zeigte in sehr interessanter Weise, wie innerhalb des Beuteltierstammes die Anpassung an das Ausgraben und Abschneiden von Wurzeln zu sehr charakteristischen Veränderungen des Gebisses geführt hat. Die mittleren Schneidezähne des Unterkiefers legen sich flach nach vorn um und werden zu einem Hebel, der unter die Wurzel im Boden geschoben wird, um sie zu lockern; eine verschieden große Zahl seitlicher Zähne fällt aus, so daß eine Gleitbahn ent-

gebrauch sowie den der Vererbung erworbener Eigenschaften höhere Organismen entstanden.“

²⁾ *A. Wagner*, Geschichte des Lamarckismus, 1909, S. 51.

steht bis zu einem kräftigen Backzahn, an dessen schneidenden Kanten das Durchbeißen der Wurzel erfolgt. Die dabei verfolgte Methode ist verschieden, und es lassen sich mehrere Reihen nachweisen, die über fossile Vertreter zu heute isoliert stehenden Formen führen, wie der Vortragende in Lichtbildern zeigte.

Eine gemeinsame Sitzung mit der anatomischen und physiologischen Abteilung brachte zunächst zwei Vorträge über den Farbensinn der Tiere. Die Ergebnisse standen in starkem Gegensatz zu den Schlußfolgerungen, die v. Heß aus seinen Versuchen zieht und auch auf dem Kongreß vortrug. Dieser behauptet, daß den Wirbeltieren von den Fischen abwärts und sämtlichen Wirbellosen ein Farbenunterscheidungsvermögen völlig fehle, und sie nur Helligkeitsstufen wahrnehmen wie ein total farbenblinder Mensch. Daß die Helligkeitswerte eines Spektrums für die niederen Tiere tatsächlich sich ebenso verteilen wie für den farbenblinden Menschen, hat Heß wohl einwandfrei gezeigt, nur ist damit noch nicht gesagt, daß ihnen das Empfindungsvermögen für qualitative Farbunterschiede fehlen muß. Wir wissen ja noch gar nicht, warum bei uns die Wahrnehmung von Farben mit einer Verschiebung der Helligkeitsempfindung gegenüber der des total Farbenblinden verbunden ist, es könnte daher bei anderen Tieren das Farbsehen ganz unabhängig von der Helligkeitsempfindung auftreten. K. v. Frisch (München), der schon früher in mehreren Arbeiten den Nachweis eines Farbensinnes bei Fischen zu führen versucht hatte, beschäftigte sich diesmal mit den Bienen, deren Farbensinn für die Frage nach der Bedeutung farbig, von Insekten bestäubter Blüten von höchster Bedeutung ist. Er zeigte, daß es gelingt, Bienen auf Fütterung von einem blauen Papier in kurzer Zeit zu dressieren und daß sie dann dieses Papier, dessen Lage ständig gewechselt wurde, unter einer Serie grauer Papiere mit abgestuften Helligkeitswerten sicher herausfinden. Eine Dressur auf ein bestimmtes Grau gelingt nicht, ein Erkennen des Blau an seinem eventl. etwas abweichenden Helligkeitswerte liegt also nicht vor. Auch eine Geruchswirkung ließ sich ausschließen, entweder durch Überdecken der ganzen Versuchsanordnung mit einer Glasplatte oder durch Verwendung zugeschmolzener Röhrchen, in deren Innern sich das betreffende blaue oder graue Papier befand. Ähnlich gut wie mit Blau gelang die Dressur auch mit Gelb und Gelbgrau, Orange und Purpur, dagegen nicht mit Rot und mit Blaugrün. Rot wird mit Schwarz oder Dunkelgrün verwechselt, Blaugrün mit Grau von mittlerer Helligkeit; die Bienen verhalten sich also ähnlich wie rotgrünblinde Menschen.

Eine feinere Wahrnehmung für Farbensnuancen innerhalb eines gewissen Spektralbereichs scheint ihnen auch nicht zuzukommen; dagegen konnten sie Form und Verteilung der Farbblätter gut unterscheiden. Diese Versuche wurden in der Weise angestellt, daß die Bienen zum Einflug in Pappkästen mit Futter dressiert wurden, deren Flugloch von farbigen Papieren in verschiedener Anordnung umgeben wurde. Sie unterschieden dann eine zur Hälfte blaue und gelbe Scheibe leicht von einer solchen, die die gleiche Farbmenge in 8 Oktanten verteilt aufwies, auch verschiedenen gestaltete sternförmige Figuren wurden gut auseinander gehalten. In der freien Natur dürfte dieser Formensinn den Bienen sehr von Nutzen sein für das Aufsuchen gleichgefärbter und gleichgestalteter Blüten nacheinander, worauf ja die Kreuzbefruchtung beruht. Mit Hinblick auf die Rotblindheit der Bienen erscheint ein Hinweis des Vortragenden von Interesse, wonach unter unseren von Insekten bestäubten Pflanzen reines Rot fast völlig fehlt, dagegen den von Vögeln befruchteten zukommt

(sog. Kolibrirot). In unseren blauroten Blüten kann ja die blaue Komponente von den Bienen wahrgenommen werden.

In anderer Weise suchte der zweite Redner, H. Kupelwieser (München), den Nachweis eines Farbensinnes bei Daphniden zu führen. Überläßt man eine Anzahl Daphnien in einem ruhig stehenden Gefäß bei konstanter Beleuchtung einige Zeit sich selbst, so verteilen sie sich gleichmäßig im Wasser. Setzt man nun die Intensität der Lichtquelle herab, so werden die Tiere positiv phototaktisch, erhöht man sie, so entfernen sie sich von der Lichtquelle. Setzt man vor die Lichtquelle eine Blauscheibe, so tritt trotz der unzweifelhaften Herabsetzung der Lichtstärke ein Negativwerden ein, entfernt man sie, so werden trotz der Aufhellung die Tiere positiv. Trotz sorgfältigster Abstufung der Lichtintensität mit Hilfe einer Zeißblende gelingt es nicht, eine Intensitätsschwächung des weißen Lichtes zu finden, welche diese Wirkung aufweist, es muß sich also auch hier um eine spezifische Reaktion auf Licht bestimmter Wellenlänge handeln. Wurden zwei Lichtquellen mit verschiedenen Farbfiltren kombiniert, so verhielten sich die beiden in ihren Wirkungen antagonistisch, wenn die Wellenlängen des erzielten Lichtes im Spektrum zu verschiedenen Seiten der Linie *b* (im Blaugrün) liegen, im anderen Falle ergänzen sie sich. Sollten sich nicht wider Erwarten hier noch Versuchsfehler herausstellen, so scheint durch diese beiden Untersuchungen der Nachweis geführt, daß auch niedere Tiere auf Licht verschiedener Wellenlängen in spezifischer Weise reagieren.

Mit der chemischen Wirkung der Lichtstrahlen auf den tierischen Organismus beschäftigte sich ein Vortrag von L. Pincussohn (Berlin). Er glaubt gefunden zu haben, daß bei Tieren, denen man bestimmte fluoreszierende Substanzen (sog. Sensibilatoren) einverleibt hat, unter dem Einfluß des Lichtes charakteristische Veränderungen im Stoffwechsel auftreten. Im Blut erscheinen Fermente, welche den Abbau der Eiweißkörper, besonders der Purine, beschleunigen. Je nach den Strahlen, welche der gewählte fluoreszierende Farbstoff unter dem Einfluß der Bestrahlung aussendet, kann man anscheinend ganz verschiedene Wirkungen erzielen. Neben der medizinischen Bedeutung — der Mensch erwies sich als besonders reaktionsfähig — wäre die Feststellung biologisch von höchstem Interesse.

Ein Vortrag von E. Nirenstein (Wien) behandelte das Wesen der Vitalfärbung. Bekanntlich gibt es zahlreiche Farbstoffe, welche in lebende Zellen eindringen und dort entweder eine diffuse Färbung des Plasmas oder scharf umrissene Herausfärbung einzelner Körnchen (Granula) hervorrufen. Man hat diese Färbkraft mit der Löslichkeit der Farbstoffe in bestimmten Zellbestandteilen in Beziehung gebracht, Ehrlich mit den Fetten, Overton mit den sog. Lipoiden. Nirenstein hat zunächst die Wirkung zahlreicher Farbstoffe auf lebende Paramácien untersucht und sich dann bemüht, ein Modell der Wirkung der Vitalfarbstoffe in ihrer Löslichkeit in bestimmten Substanzen im Reagenzglas zu finden. Verwendete er zunächst Öl, so erwies sich, daß bei zahlreichen vitalfärbenden Substanzen der Löslichkeitskoeffizient Öl : Wasser maximal war, d. h. beim Ausschütteln der Farblösung mit Öl der größte Teil in das Öl übergang. Es fanden sich aber unter den Vitalfarben auch nicht wenige, bei denen dieser Koeffizient < 1 oder 0 war. Für eine Anzahl von diesen konnte er einen maximalen Lösungskoeffizienten erzielen, wenn er dem Öl eine Spur Ölsäure zusetzte. Endlich befanden sich unter den Vitalfarben auch einige saure Farbstoffe und für diese ergab sich maximale Löslichkeit, wenn dem Öl etwas von einer Base (Diamylamin) zugesetzt wurde.

Es läßt sich also tatsächlich die Färbekraft der Vitalfarben mit dem Grade ihrer Löslichkeit in klare Beziehung bringen und auch verständlich machen, daß die elektive Färbung innerhalb der Zelle vom Vorhandensein freier H- resp. OH-Ionen abhängig ist. Ob das Substrat der Färbung ein Fett resp. ein Lipoid ist, ist mit diesem Ergebnis noch durchaus nicht gesagt.

Von den Vorträgen in der Zoologischen Sektion befaßten sich zunächst eine Anzahl mit zoogeographischen und faunistischen Problemen. V. *Brehm* (Eger) zog einen Vergleich der Fauna der Lunzer Seen mit der der anderen Alpenseen. Die Lunzer Seen sind seit der Anlage der biologischen Station Lunz gut durchforscht; sie bieten sehr verschiedene Lebensbedingungen und haben dementsprechend unter sich eine recht verschiedene Fauna. Zoogeographisch zeigen besonders die Copepoden und Hydrachniden von Lunz Beziehungen zur Fauna des hohen Nordens sowie der Karpathen, welche letztere während der Eiszeit wohl als Zwischenstation auf dem Wege vom Norden zu den Ostalpen gedient haben. Daneben sind noch eine Anzahl endemischer Formen vorhanden. Eine genauere Analyse der Herkunft der hier vereinigten Elemente wird sich jedoch erst geben lassen, wenn auch die übrigen Seen der Ostalpen eine ähnlich gründliche Durcharbeitung erfahren haben werden.

Für die Nematoden des gleichen Gebietes konnte H. *Micoletzky* (Czernowitz) eine gesetzmäßige Verteilung bestimmter Formengruppen in stehenden und fließenden Gewässern sowie in den verschiedenen Zonen der ersten nachweisen. Die alpinen Seen enthalten eine artenarme, aber individuenreiche Nematodenfauna, die sich jedoch fast ganz aus Kosmopoliten zusammensetzt.

Beiträge zur Crustaceen-, Medusen- und Fischfauna der Adria brachten *Pesta* und *Stiasny*. *Zelinka* berichtete über 2 Protozoenformen, *Cothurnia Bütschlii* und *Acinetia tuba*, die auf den Borsten von Meereswürmern aus der Gattung *Echinoderes* als Raumparasiten schmarotzen und sich dieser Lebensweise in ihrer Körpergestalt sehr genau angepaßt haben. Die Leuchtorgane von *Sergestes rubroguttatus* schilderte E. *Trojan* (Prag); es handelt sich dort um purpurrot gefärbte Punkte, die in 2 Paaren seitlich am Cephalotorax stehen. Der feinere Bau ist drüsiger, das Sekret soll nach außen abgeschieden werden. O. *Hoempel* (Wien) erörterte das Problem der Altersbestimmung beim Aal. Es standen sich in dieser Frage bisher zwei Anschauungen gegenüber, von denen die eine, auf Untersuchungen an nordischem Material gegründet, ein sehr langsames Wachstum annimmt, während *Bellini* an den berühmten Aalen von Comacchio eine viel schnellere Entwicklung bis zur Geschlechtsreife konstatierte. Der Vortragende, der nach modernen Methoden gleichfalls Material von Comacchio bearbeitet hat, kommt zu fast den gleichen Resultaten, wie *Ehrenbaum* für die norddeutschen Aale; es scheint danach sicher, daß der Aal überall zu den langsam wachsenden Fischen zu rechnen ist. Der Vortrag von O. *Storch* (Wien) befaßte sich mit der vergleichenden Anatomie der Polychaeten. Er führte zur Aufstellung eines nach der Hoffnung des Vortragenden natürlichen Systems dieser schwierigen, noch unvollständig durchforschten Gruppe. Nach dem Bau des Nervensystems, der Differenzierung der Parapodien und nach der Bewegung unterscheidet er 3 Gruppen. Die primitivsten, die Tetraneura, werden gebildet von der Familie der Amphinomiden, sie haben in jedem Segment noch 4 Stränge von Längsnerven, ein Paar Bauchmarkstränge und ein Paar Podialnerven, jedes mit einem Ganglion, von dem selbständige Nerven zur Versorgung der einzelnen Segment-

organe und der Parapodien abgehen. In dieser Anordnung des Nervensystems erblickt Verf. eine Beziehung zu dem der niederen Würmer einerseits, der Mollusken andererseits. Die Podogangliaten zeigen eine Rückbildung des podialen Längsnerven, der höchstens noch in den vorderen Segmenten erhalten ist. Die Parapodien sind hier besonders hoch differenziert, während sie in der dritten Gruppe der Apodogangliaten, die meist im Sande oder in Röhren leben, stark rückgebildet erscheinen. G. *Fuchs* (Karlsruhe) berichtete über Parasiten und andere biologisch an Borkenkäfer gebundene Nematoden, speziell Schmarotzer von *Ips typographicus* und *Hylobius abietis*, deren Lebenszyklus er bei jahrelangen Zuchtversuchen kennengelernt hatte. Es handelt sich um mehrere Arten, zum Teil protandrische Hermaphroditen, zum Teil getrennten Geschlechtes, die einen Teil ihres Lebens in der Leibeshöhle der Käfer verbringen, wobei sie deren Geschlechtsprodukte, eventuell auch die Lebensdauer vermindern können. Die Larven wandern in den Enddarm und von da durch den After in den Mulm der Gänge. Als Dauerformen kehren sie darauf unter die Flügeldecken oder in den Enddarm der Käfer zurück, der auf diese Art neue Gänge infiziert. Da mehrere Nematodenarten um und in den Käfern vorkommen, so ist eine Verwechslung der zusammengehörigen Formen leicht möglich; so soll nach *Fuchs* die Leuckartsche Vermutung, daß der Parasit *Allantonema* eine freilebende Rhabditidengeneration habe, irrtümlich sein. Für das Alter der biologischen Beziehungen spricht, daß verwandte Borkenkäferarten auch verwandte Schmarotzer beherbergen.

E. *Neresheimer* (Wien) hat *Ichthyophonus hoferi*, den Erreger der Taumelkrankheit der Salmoniden, genauer studiert. Es ist ein einzelliger, von *Plehn* und *Mulsow* zu den niederen Pilzen gestellter Parasit, der u. U. in großen Mengen encystiert in blasenartigen Anhäufungen in den inneren Organen, gelegentlich auch im Gehirn vorkommt und dann charakteristische Bewegungsstörungen verursacht. Verfüttert man solches encystiertes Material an Salmoniden, so schlüpft im Magen der plasmatische Cysteninhalt aus, es tritt eine lebhaftere Kernvermehrung durch Zerfall ein, die Teilstücke durchwandern die Magenwand und gelangen nach nochmaligem Zerfall in den Blutstrom, wo sie als etwa 10 μ große, mehrkernige Wanderzellen kreisen. Sie setzen sich im Gewebe, besonders stark durchbluteter Organe, wie Herz, Leber, Nieren, Chorioaldrüse usw., fest, encystieren sich und wachsen nach eigenartigen Kernveränderungen rasch heran, so daß sie etwa 14 Tage nach der Fütterung schon wieder mit Erfolg zur Infektion verwandt werden können. Im Sommer vermehrt sich der Parasit im Gewebe durch Ausschlüpfen, Zerfall und Neucystierung der Teilstücke rasch; bei niederen Wassertemperaturen pausiert diese Vermehrung. Von Süßwasserfischen sind nur die Salmoniden der Infektion zugänglich; ein anderer Infektionsmodus als die Verfütterung cystenhaltigen Fleisches konnte nicht festgestellt werden.

Es ist nicht wohl möglich, daß die (bisher nur in Fischzuchtanstalten beobachtete Krankheit) nur durch das gegenseitige Auffressen von Salmoniden sich erhalte. Es muß ein anderer Weg der Übertragung existieren. Hier ist zu beachten eine Mitteilung von *Williamson* (1913), der einen offenbar mit *Ichthyophonus hoferi* identischen Parasiten in Schellfischen fand. Wahrscheinlich wird die Infektion durch Fütterung mit Seefischfleisch in unsere Zuchtanstalten eingeschleppt. Nachforschungen ergaben bisher die Richtigkeit dieser Vermutung in mehreren Fällen: wo die Taumelkrankheit aufgetreten war, ließ sich fast immer eine vorhergegangene Fütterung mit Seefischfleisch feststellen.

K. Toldt jun. (Wien) stellt fest, daß bei behaarten Säugetieren, speziell bei Affen, nicht selten Pigmentierungen der Haut nachzuweisen sind, die konstant für die einzelnen Arten und an symmetrischen Stellen auftreten. Einerseits fand er große Pigmentzellen im Corium, die zu groben, unregelmäßig begrenzten Flecken zusammentreten, welche nicht selten Längsstreifen bilden. Verf. bringt diese Zeichnung in Beziehung zu den sog. blauen Geburtsflecken oder Mongolenflecken, wie sie besonders bei Kindern dunkler Menschenrassen auftreten, und sieht in diesen Reste einer ursprünglichen Zeichnung. In der Epidermis findet sich gleichfalls Pigment, das jedoch mehr gleichmäßig über größere Gebiete verteilt ist. Gelegentlich finden sich ziemlich regelmäßig verteilte Flecke, entweder besonders dunkel oder ganz pigmentarm, die zu ähnlichen Bildungen bei partiellem Albinismus von Negeren in Beziehung gesetzt werden.

Die Pigmentverteilung in Haaren, Epidermis und Corium ist gegenseitig vollkommen unabhängig und nicht an die Grenzen des Systems gebunden.

Von allgemeinem Interesse für alle Naturfreunde waren die Ausführungen des bekannten Schilderers der afrikanischen Großtierwelt, G. Schillings (Gürzenich) über die Ausrottung vieler Tierarten und die Gesetzgebung zum Schutze derselben. Er legte an einzelnen Beispielen dar, wie von wertvollen Tierarten, besonders Schmuckvögeln, ganze Bestände dem Untergang verfallen, obwohl durch geschickte Darstellung der interessierten Händlerkreise der Eindruck erweckt wird, daß kein Raubbau getrieben werde. Besonders die Angaben über künstliche Zucht der betr. Arten seien mit Vorsicht aufzunehmen, außer beim Strauß seien sie in keinem Falle als für gewerbmäßige Zwecke gelungen zu bezeichnen.

Die von Regierungsseite getroffenen Schutzmaßregeln sind einstweilen unzureichend und nicht immer zweckmäßig. So haben z. B. Holland und Deutschland für ihre Besitzungen in Neu-Guinea eine einjährige Schonzeit für Paradiesvögel eingeführt, während deren biologische Beobachtungen über die Lebensweise dieser Tiere angestellt werden sollen, um dann weitere Maßregeln zu ergreifen. Diese Zeitspanne ist aber in jeder Hinsicht unzulänglich.

Da eine internationale Gesetzgebung vorerst nicht durchführbar scheint, so müssen die Einzelstaaten vorgehen. Ein Vorbild hat in dieser Hinsicht soeben Amerika gegeben. In den Vereinigten Staaten ist nach lebhafter Agitation, besonders auch von seiten der Frauen, ein Gesetzentwurf angenommen worden, der die Einfuhr von Vogelbälgen, außer von Straußen, zahmem Geflügel und zu wissenschaftlichen Zwecken, absolut verbietet. Dies ist der einzig wirklich wirksame Weg, denn nur wenn der Markt für den Verkauf völlig gesperrt wird, hört der Handel mit Schmuckfedern auf. Daß Einfuhrverbote nichts nützen, beweist Indien, wo ein sehr lebhafter Schmuggelhandel, besonders von Fasanenfedern, stattfindet, der so lange nicht zu unterdrücken sein wird, als ein Markt für Schmuckfedern besteht. Gegen das amerikanische Einfuhrverbot soll leider, wie der Vortragende mitteilt, die deutsche Regierung Protest eingelegt haben, vom Standpunkt der Naturschutzbewegung eine sehr bedauerliche Maßnahme, die durch die Interessen einer verschwindend kleinen Händlergruppe nicht genügend gerechtfertigt erscheint. In England ist nach Schillings ein ähnliches Einfuhrgesetz im Oberhause angenommen, im Unterhause dagegen nicht.

An den Vortrag schloß sich eine lebhafte Diskussion, welche die Zustimmung der Versammlung zu den Ausführungen des Redners deutlich zu erkennen gab.

Sie fand dann ihren Ausdruck in einer Resolution, welche besonders auf die Wichtigkeit des amerikanischen Vorgehens hinweist und seine Nachahmung empfiehlt.

An einem Nachmittage wurde endlich den biologisch interessierten Teilnehmern der Versammlung Gelegenheit zur Besichtigung der berühmten, von H. Przibram begründeten biologischen Versuchsanstalt Vivarium im Prater geboten. Mit Neid werden alle experimentell arbeitenden Zoologen diese auf deutschen Hochschulen einzig dastehende Anstalt durchwandert haben, mit ihren geräumigen und bequemen Arbeitsräumen, die mit scharfsinnig ausgedachten und im größten Maßstabe durchgeführten Apparaten die Anstellung von biologischen Versuchen selbst unter extremsten Bedingungen mit größter Exaktheit gestattet. Welchen Wert hat beispielsweise allein die Schaffung von 8 geräumigen Versuchskammern, in denen durch automatisch wirkende Regulatoren konstante Feuchtigkeitsgrade und Temperaturen von 5°–40° je in Intervallen von 5° beliebig lange erhalten werden können! In liebenswürdigster Weise demonstrierten die Leiter der Anstalt nicht nur die Einrichtung, sondern auch einen Teil der Versuchsergebnisse. So zeigte E. Uhlenhuth seine Feuersalamander, denen das Auge auf den Rücken transplantiert war. Wie er auch in einem Vortrage ausführte, hat Uhlenhuth bei diesen die Frage zu entscheiden gesucht, ob für die Wiederherstellung eines nicht passiv beanspruchten, sondern aktiv tätigen Organes, wie das Auge, der funktionelle Reiz nötig sei. Es wurden demgemäß von den operierten Tieren ein Teil sogleich in absolute Dunkelheit gebracht, der andere im Licht gehalten bis zur Konservierung. Die Untersuchung ergab, daß in beiden Serien nach anfänglicher Degeneration eine völlig normale Wiederherstellung der Netzhaut mit Stäbchen und Zapfen stattfand. Kummerer führte die Grottenolme vor, bei denen sich durch Lichtwirkung die sonst rudimentär bleibenden Augen voll entwickelt hatten. Zu des letztgenannten Autors bekannten Versuchen über Farbanpassung von Feuersalamandern an verschiedenen Untergrund und deren Vererbung ist übrigens zu bemerken, daß am letzten Tage der Versammlung der langjährige Assistent an der biologischen Versuchsanstalt F. Megušar über ähnliche Versuche berichtete. Er hat dabei keinen derartigen Einfluß erzielen können, trotz jahrelang fortgesetzter Zuchten, es dürfte also dieses Problem jedenfalls noch einer gründlichen Nachprüfung bedürfen. Der gleiche Vortragende gab bei derselben Gelegenheit eine von vorzüglichen Lichtbildern unterstützte Übersicht über die interessante Höhlenwelt des Karstes und ihre Bewohner.

Das höchste Interesse konzentrierte sich bei dem Besuche des Vivariums auf die Demonstration der Versuche von E. Steinach. Diesem ist es bekanntlich gelungen, bei Ratten und Meerschweinchen im frühesten Alter nicht nur die Kastration, sondern auch die Transplantation von weiblichen Geschlechtsdrüsen auf Männchen auszuführen und umgekehrt. Die so behandelten Tiere zeigen im Körperbau wie im Benehmen einen typischen Einfluß der inneren Sekretion dieser Drüsen. „Masculinisierte“ Weibchen z. B. übertreffen an Größe nicht nur normale Weibchen und Kastraten, sondern sogar normale Männchen, während „feminisierte“ Männchen umgekehrt nicht nur hinter normalen Männchen und Kastraten, sondern auch hinter normalen Weibchen des gleichen Wurfes an Größe zurückstehen. Dies ist, wie auch durch mikroskopische Demonstration belegt wurde, eine Folge der Wucherung des sogen. Zwischengewebes in den Geschlechtsdrüsen, auf dessen Tätigkeit offenbar die Bildung der spezifisch wirkenden Stoffe (Hormone) beruht, und die in den Trans-

plantaten auf Kosten der zugrunde gehenden eigentlichen Keimzellen übernormal wachsen. Die Betrachtung der ungleichen Geschwister aus demselben Wurfe bot in der Tat ein höchst interessantes Bild. Besonders verblüffend war der Einfluß auf den Instinkt der umgewandelten Tiere und ihre Wirkung auf ihre Genossen. Wohl keiner der Anwesenden wird den Eindruck vergessen, als einige zugesetzte junge Meeresschweinchen quiekend mit allen Zeichen der Freude auf ein feminiertes Männchen mit strotzenden Milchdrüsen zueilten und von diesem ganz nach Art eines normalen Weibchens gesäugt wurden!

Die Mineralogie auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913¹⁾.

Von Dr. Kurd Endell, Berlin.

Auf Einladung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft hielt K. A. Redlich einen zusammenfassenden Vortrag: „Über Vorkommen, Entstehung und Verwertung des Magnesits“. Der Magnesit oder das Magnesiumkarbonat, das in der Natur fast nie rein vorkommt, bildet mit dem Siderit (Eisenkarbonat) eine kontinuierliche Mischungsreihe. Wo er als Gestein auftritt, ist er stets durch Kalk, Kieselsäure und Tonerde mehr oder weniger verunreinigt. Vom genetischen Standpunkt ist zwischen amorphem und kristallinem Magnesit zu unterscheiden. Jener gilt als Absatz heißer Quellen in basischen Eruptivgesteinen, aus denen die als letzte Emanationen folgenden kohlen säurehaltigen Wässer das Magnesium ausgelaugt und als Karbonat zum Absatz gebracht haben, ähnlich dem Sprudelstein (Aragonit) der Karlsbader Quellen. Er wird industriell hauptsächlich als Zusatz zum Sorel zement verwandt, da er ganz erheblich rascher bindet als die aus der kristallinen Varietät erzeugte kaustische Masse.

Der kristalline Magnesit, der sich als Mineral auf Salzlagertstätten und im Serpentin findet, ist ein Umwandlungsprodukt des Kalkes durch Zufuhr magnesiareicher Wässer. Als solcher ist er bis jetzt, soweit die Abbauwürdigkeit in Betracht kommt, auf die österreichischen Alpen beschränkt. Er bildet einen wichtigen Exportartikel Österreichs, da er als feuerfestes Material unübertroffen dasteht. Mächtige Stöcke begleiten die nördlichen Kalkalpen von Gloggnitz bis Tirol, in geringerem Maße ist er auch in dem mittleren und südlichen Teil der österreichischen Alpen vertreten. Eins der Hauptvorkommen in der Veitsch bei Mitterndorf wird im einzelnen erläutert.

H. Leitmeier behandelte im Anschluß daran noch kurz den amorphen Magnesit, besonders das Vorkommen von Kraubath in Steiermark. Laboratoriumsversuche und Beobachtungen in der Natur zwingen zu dem Schluß, daß aus der Tiefe die ascendierenden Wässer die Magnesitbildung verursacht haben. Die Tageswässer mit ihren geringen Mengen Kohlensäure reichen dafür nicht aus. Bei

Kraubath ist der Prozeß bereits abgeschlossen. Der Magnesit wird bergmännisch abgebaut und im gebrannten Zustand als Zement, namentlich zur Herstellung sog. Holzsteine verwandt. Der Zement ist nur dann brauchbar, wenn der Kalkgehalt der gebrannten Produkte 3 % nicht übersteigt, was einem Gehalt von etwa 1½ % CaO der Naturprodukte entspricht.

Eine Übersicht über den Bau des mährisch-niederösterreichischen Grundgebirges gab F. E. Sueß, während F. Becke kurz die kristallinen Schiefer des niederösterreichischen Waldviertels sprach.

Die vier genannten Vorträge dienten als Einführung der nach Schluß der Tagung stattfindenden Exkursionen der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft. Dank der kundigen Leitung unserer Führer und des leidlichen Wetters verliefen diese zur vollen Zufriedenheit aller Teilnehmer. Vieles, was im Vortrag nur kurz gestreift werden konnte, wurde an Ort und Stelle eingehend diskutiert und vertiefte die schönen Eindrücke, die wir aus Österreich mitnahmen.

Petrographische Fragen behandelten folgende Vorträge:

A. Sauer: Über Feldspathornfelse.

R. Brauns: Skapolithführende Auswürflinge aus dem Gebiet des Laacher Sees.

E. Kaiser: Neue Nephelingesteine aus Deutsch-Südwestafrika.

A. Sachs: Über einige schlesische Erzlagertstätten.

Über Diffusionserscheinungen in Silikatschmelzen bei höheren Temperaturen sprach K. Endell. Diese spielen bei der Bildung und Umbildung der Mineralien und Gesteine eine große Rolle.

1. Konzentrisch-rhythmische Bildungen entstanden durch Diffusionswirkung bei der Entglasung natürlicher (Obsidian) und künstlicher Silikatgläser (besonders ZnO, SiO₂ und WO₃ enthaltender Porzellanglasuren), werden beschrieben, durch Übersättigung und nachträgliche Keimisolierung (nach dem Vorgang von R. E. Liesegang) zu erklären versucht und mit den ähnlichen Gesteinstexturen der Kugelgranite in Zusammenhang gebracht.

2. Stoffwanderung infolge von Diffusion beim Kontakt fester kristallisierter basischer Stoffe mit sauren Silikatschmelzen. Oberhalb 1300° diffundieren TiO₂, Fe₂O₃, MnO₂, CoO, NiO (nach zunehmender Reichweite der entstehenden farbigen Höfe geordnet) in Mikroklinischmelzen. Es wird die Wechselwirkung zwischen aus Marmor entstandenen CaO und Mikroklinischmelzen in dem Temperaturintervall 1300—1500° bei verschieden langer Dauer der Einwirkung verfolgt. Die Analyse des bei 1450° aus beiden Bestandteilen gebildeten gelben Glases läßt infolge der elektrolytischen Dissoziation der Mikroklinischmelzen auf ungleiche Diffusion einzelner Komponenten schließen. Na₂O und SiO₂ bzw. die entsprechenden Ionen scheinen rascher gewandert zu sein als die anderen Bestandteile. Die Versuche können der von A. Harker auf Grund von Beobachtungen in der Natur aufgestellten

¹⁾ Zugleich 6. Hauptversammlung der Deutschen mineralogischen Gesellschaft.

ten Theorie ungleicher Diffusion einzelner Bestandteile bei der Entstehung von Mischgesteinen (hybrid rocks) als Stütze dienen.

3. Die Bildung von Zink- und Magnesiasilikaten sowie von Magnesiaaluminat im festen Zustand wird im Anschluß an die analogen Versuche von J. W. Cobb bei Kalk- und Natriumsilikaten bzw. -aluminaten durch Erhitzen der trockenen Gemische und Behandeln mit kalter normaler Salzsäure nachgewiesen. Die auf 1200° 24^h erhitzten Pulver sind völlig trocken; aus der in kalter n-HCl löslichen SiO₂-Menge kann auf das Fortschreiten der Silikatbildung geschlossen werden. Neben Diffusion im festen Zustand wirkt wahrscheinlich auch Sublimation der benutzten Oxyde unterhalb des Schmelzpunktes günstig auf die Reaktion ein.

Eine neue Methode zur Bestimmung der Wachstumsgeschwindigkeit von Kristallflächen erläuterte J. Valetton. Er gab vorläufig nur eine kurze Beschreibung des Apparates und wies auf die Vorzüge gegenüber dem Krugerschen Kristallisierapparat hin.

Die moderne Salzpetrographie kam in folgenden Vorträgen zur Geltung:

F. Rinne: Mikroskopische Untersuchungen als Mittel zum Studium der Tektonik von Salzlagern und

M. Naumann: Die Metamorphose der deutschen Zechsteinsalzlager.

Bei der Umbildung der deutschen Zechsteinlager muß zwischen Dynamometamorphose infolge der Einwirkung tektonischer Kräfte und chemischer Metamorphose unterschieden werden. Das wichtigste Produkt des erstgenannten Vorganges ist der Trümmernallit. Die chemische Metamorphose führt infolge von zirkulierenden Lösungen und Durchtränkung der Schichten zur Auslaugung. Der Carnallit, dem das leichtlösliche Chlormagnesium entzogen wird, geht unter völliger Erhaltung seiner Struktur in ein Hartsalz über. Sämtliche Hartsalze und Sylvinit sind durch Lösungs-umsatz metamorphisierte Carnallitgesteine. Gleichzeitig sind dabei vielfach Mineralneubildungen und konkretionäre Anhäufungen, z. B. Boracitknollen, entstanden. Die Art ihres Vorkommens deutet auf die Mitwirkung von Diffusion hin.

Die Einzelheiten dieses sowie des vorigen Vortrages wurden durch Lichtbilder erläutert, die charakteristische Lagerstättenbilder, Stufen und Dünnschliffe wiedergaben, die zum Teil als Autochrombilder ausgeführt waren.

Die mineralogisch-optische Apparatur bzw. Technik betrafen die folgenden Vorträge:

C. Doelter: Demonstration des Heilmikroskops;

M. Berck: Über einen Zweiblendenkondensor für Polarisationsmikroskope;

F. Rinne: Demonstration eines Interferenzlichtfilters für mikroskopische Untersuchungen;

H. Tertsch: Projektion von Skiodromen-Modellen.

Mit einem Vortrag von F. Berwerth über Meteoriten und daran anschließender Demonstration der berühmten Meteoritensammlung des

Wiener Hofmuseums schloß die vielseitig anregende sechste Hauptversammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft.

Besprechungen.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preuß. Akademie der Wissenschaften herausgegeben von A. Engler. Heft 58—60. Leipzig und Berlin, Wilhelm Engelmann, 1913.

Heft 58 (97 S., Preis M. 5,—). *Euphorbiaceae-Portanthroidae et Ricinocarpoideae* (*Euphorbiaceae-Stenolobae*) mit 89 Einzelbildern in 16 Figuren von G. Gruning. Die Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceen) werden in zwei Gruppen, die Platylöben und die Stenolöben, gesondert, wobei die relative Breite der Keimblätter das systematische Unterscheidungsmerkmal bildet. Zu den Platylöben gehört die weit überwiegende Zahl der Familienangehörigen. Die etwa 80 Arten umfassende, scharf umschriebene Gruppe der Stenolöben besteht aus zwei Unterfamilien, den Poranthroiden mit zwei Samenanlagen in jedem Fruchtblatt und den Ricinocarpoideen mit nur je einer Samenanlage. Diese Gliederung entspricht in auffälliger Weise der Gliederung der Platylöben in die Unterfamilien der Phyllanthoideen mit je zwei und der Crotonoideen mit je einer Samenanlage. Da die Stenolöben ganz auf Australien beschränkt sind, so läßt sich annehmen, daß zur Zeit, als sich dieser Kontinent von den andern durch weite Meeresflächen trennte, Urtypen des alten, weitverbreiteten Euphorbiaceenstammes, teils biovulate, teils uniovulate, isoliert wurden, und dann unter den gemeinsamen Lebensbedingungen einer gleichartigen Anpassung an das trockene Klima und die Bodenverhältnisse zustrebten. Zu den Anpassungsmerkmalen gehören außer dem stielrunden, schmalblättrigen Embryo der vorwiegend erikoide Habitus und die Ausbildung von Speichergewebe. Die meisten Arten sind Sträucher oder Halbsträucher, die mit ihren schmalen, derben Rollblättern öfter gewissen Heidekrautarten oder der Rauschbeere (*Empetrum nigrum*) ähneln. An der feuchteren Küste, namentlich in Ostaustralien, finden sich aber auch mehr oder weniger breitblättrige Arten, die bis zur Höhe niedriger Bäume (selbst bis 6 und 7,5 m) heranwachsen. Von den anatomischen Eigenschaften der Stenolöben, die durchaus die typischen der Euphorbiaceen sind, erscheinen die mannigfachen Haarbildungen besonders auffällig. Außer Stern- und Büschelhaaren finden sich bei den Ricinocarpeen auf der Oberseite der Blätter Drüsenhaare mit einzelligen Köpfchen und einzelligen, eingesenkten Stielen, durch die eine erhebliche Harzausscheidung veranlaßt wird. So entstehen vielfach gleichmäßige Lacküberzüge, deren Bedeutung für die Pflanze wohl in der Beschränkung der Transpiration zu suchen ist. Die verschiedenen Haarformen sind für die einzelnen Arten recht konstant; es kommt ihnen daher systematische Bedeutung zu. Die Blüten sind monöisch oder diöisch, apetal oder mit Blumenblättern versehen. Größere, schön gefärbte Blüten kommen nur bei einigen Arten von Ricinocarpus vor und dienen der Anlockung von Insekten. Daß aber die Blüten auch sonst größtenteils der Bestäubung durch Insekten angepaßt sind, darauf weist das Vorhandensein von Nektarien (Diskusdrüsen) hin. Bei vielen Gattungen wird durch Häufung der Blüten eine Art Schauapparat erzeugt. Auch besondere entomophile Anpassungen durch Ausbildung von Anflugstellen für Insekten lassen sich beobachten. In einigen Fällen dürfte Windbestäubung vorherrschen. Die Unterfamilie der Poranthroiden

enthält 4 Gattungen mit 20 Arten, den Ricinocarpoideen gehören 5 Gattungen mit 61 Arten an. Am meisten differenziert erscheinen *Bertya* mit 19, *Ricinocarpus* mit 15 und *Beyeria* mit 12 Arten. Die übrigen Gattungen enthalten 3—9 Arten. *Poranthera ericifolia* und *Micrantheum hexandrum* haben gärtnerische Verwendung gefunden. Die Monographie *Grünings* ist bemerkenswert durch die sorgfältige Darstellung der anatomischen Verhältnisse, die nicht nur im allgemeinen Teil, sondern bei jeder einzelnen Gattung eingehend erörtert werden. Bei den Ricinocarpeen ist es sogar möglich gewesen, Bestimmungsschlüssel auf anatomischer Grundlage auszuarbeiten, die auch für die Beurteilung der phylogenetischen Beziehungen zwischen den einzelnen Arten von Bedeutung sind.

Heft 59 (210 S., Preis M. 10,60). *Hydrophyllaceae* mit 178 Einzelbildern in 39 Figuren von A. Brand. Die zwischen den Boraginaceen und den Polemoniaceen in der Mitte stehenden Hydrophyllaceen sind meistens einjährige oder zweijährige oder ausdauernde Kräuter von sehr verschiedenem Habitus. Vom winzigen Pflänzlein, dessen Stengel nur 2 mm lang ist, bis zu 4 m hohen Gewächsen kommen alle Zwischenstufen vor. Auch die Blätter haben sehr verschiedene Größe und Gestalt; es gibt solche von einem halben Meter Länge und solche, die kaum 4 mm lang sind, und es kommen schmal lineale neben kreisrunden, herz- und nierenförmigen, ungeteilte neben mehrfach gefiederten und handförmig eingeschnittenen Blättern vor. Die Blüten sind u. a. bemerkenswert wegen der anhängsel- oder schuppenartigen Gebilde, die häufig an den Staubblättern oder an der Innenseite der Kronenröhre oder an beiden Organen gleichzeitig auftreten und in dieser Eigenart bei keiner der nächstverwandten Familien gefunden werden. Besonders charakteristisch aber ist die Placentation. Die Samen sitzen nämlich in dem aus zwei Fruchtblättern gebildeten, meist einfächerigen Fruchtknoten an zwei wandständigen (parietalen) Placenten, die gewöhnlich entweder unmittelbar an der Wand oder an falschen Scheidewänden befestigt sind. Hierdurch namentlich unterscheiden sich die Hydrophyllaceen von den Boraginaceen, mit denen sie sonst große Ähnlichkeit haben. Die Gattung *Nemophila* zeigt an den Samen ein eigentümliches, nützenartiges Gebilde, das Verf. als „Cucullus“ bezeichnet und als das Rudiment einer ehemals Schleim absondernden und dadurch der Befestigung der Samen im Keimbett dienenden Außenschale anspricht. Die große Mehrzahl der Arten, etwa 200 (von 230), bewohnt Amerika, wo auch alle Gattungen mit einer Ausnahme vertreten sind. Asien beherbergt nur zwei Arten, Afrika sechs, in Europa ist keine Art ursprünglich heimisch, doch ist die beliebte Bienenpflanze *Phacelia tanacetifolia*, deren Bestäubungseinrichtungen wiederholt studiert worden sind (nach Brands Beobachtungen wird sie auch vom Kohlweißling besucht), auf dem Wege, sich bei uns einzubürgern. Bemerkenswert ist, daß die Polemoniaceen, die sonst von den Hydrophyllaceen durch eine weite Kluft verschieden sind, in der geographischen Verbreitung eine auffallende Übereinstimmung mit ihnen zeigen. Nach der Ausbildung des Fruchtknotens und der Placenten sondern sich die Hydrophyllaceen in drei Tribus; es ist von großem Interesse, daß man bei der Zugrundelegung anatomischer Merkmale zu ganz derselben Einteilung gekommen ist. Brand hat in seiner Bearbeitung die alte Gattung *Decemjum* wiederhergestellt und eine neue Gattung, *Andropus*, eingeführt, die sich von allen andern Hydrophyllaceen durch den wolfsmilchartigen Habitus und die eigenartigen Staubblätter unterscheidet. Am reichsten ist die Gattung *Phacelia* entwickelt, von der 114 Arten beschrieben werden. Nama-

ist mit 36 Arten, *Hydrolea* mit 19, *Nemophila* mit 18 Arten vertreten; 6 Gattungen sind monotypisch, die übrigen 8 Gattungen haben 2—7 Arten. Ein paar Angehörige der Familie werden als Nahrungsmittel benutzt, einige auch finden in der Volksmedizin Verwendung, andere kommen als Zierpflanzen zu uns. *Eriodictyon californicum* liefert ein Harz, das die Eriodictyonsäure, $C_{14}H_{18}O_5$, enthält; die Blätter sind in Nordamerika officinell gegen Asthma und Lungenleiden.

Heft 60 (143 S., Preis M. 7,30). *Araceae — Philodendroideae* von A. Engler und K. Krause, *Philodendrinae* mit 553 Einzelbildern in 45 Figuren von K. Krause. Die Philodendrinae bilden die dritte Subtribus der Tribus Philodendreae (vgl. diese Ztschr. Heft 8, S. 195). Sie wird fast ausschließlich von der Gattung *Philodendron* gebildet, von der 220 Arten mit ihren lateinischen Diagnosen aufgeführt werden. Alle gehören den Tropen Süd- und Mittelamerikas an. Die meisten sind Kletterpflanzen, doch kommen auch nicht selten baumförmige Formen vor, die Luftwurzeln aussenden. Einige Arten sind allgemein bekannte Blattpflanzen. Die Gattung *Philonotus*, die sich von *Philodendron* durch den einfächerigen Fruchtknoten und das einzige, parietale Ovulum unterscheidet, enthält nur eine, Brasilien bewohnende Art. Ebendort ist die monotypische Gattung *Thaumatophyllum* einheimisch, die als „Genus dubium“ aufgeführt ist.

F. Moewes, Berlin.

Wehmer, C., *Hausschwamm-Gutachten*. Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik, Bd. VIII. S. 178—198. Berlin, Gebr. Bornträger, 1911.

Die ganze Hausschwammfrage ist neuerdings in erfreulichen Fluß gekommen, insbesondere sind seit einigen Jahren auch umfangreiche Sonderforschungen von verschiedenen Autoren eingeleitet worden. Manches ist auch schon ausführlich veröffentlicht, und zwar u. a. vor allem in den bisher erschienenen Heften der Möllerschen Hausschwammforschungen. Einige interessante und wichtige Gutachten sind neuerdings u. a. auch von Prof. Wehmer (Hannover, techn. Hochschule) veröffentlicht worden, welche als Beiträge zu der überaus wichtigen Hausschwammfrage dienen und Fälle der letzten Jahre betreffen. — In der Mehrzahl der Vorkommnisse handelt es sich um den *Coniophora*-Pilz. Der eigentliche Hausschwampfpilz *Merulius lacrimans* war beinahe die Ausnahme, in einigen weiteren Fällen wurden außerdem bisher noch nicht näher aufklärbare Holzpilze verdächtigt.

Verfasser hat für jedes Vorkommnis 2—3 typische Beispiele in Form von Gutachten ausgewählt und faßt der Kürze halber alles als Hausschwamm zusammen. Es handelt sich hierbei fast durchweg um Schwammauftreten in Wohnhäusern, welches zu Differenzen zwischen Käufer und Verkäufer (Klage auf Wandlung) führte. Die Ermittlungen gehen da bekanntlich in erster Linie auf den Nachweis des *Merulius lacrimans*.

Coniophora-Pilze sind (trotz mancher gegenteiligen Angaben in Büchern usw.) im allgemeinen weit schädlicher als der meist viel langsamer wachsende *Polyporus*-Pilz und nach vielen neueren Beobachtungen kaum minder schädlich und gefährlich als der echte Hausschwampfpilz: *Merulius*. Auch *Coniophora* ist nur durch sorgfältige Reparaturen zu beseitigen, anderenfalls vernichtet dieser Pilz — wie viele Erfahrungen bereits gezeigt haben — schon innerhalb weniger Jahre auch wieder das neu eingebaute Holz. Im übrigen müssen alle drei hier genannten Holzpilze als gefährliche Schädiger des Bauholzes angesehen werden. Alle Schwamm-schäden können durch sorgfältige Reparaturen beseitigt

werden, müssen aber je nach dem vorhandenen Pilzschädling in verschiedener Art ausgeführt werden. Bei Vorhandensein von *Coniophora* ist z. B. bloßes Trocknen der erkrankten Stellen im Hause völlig zwecklos, da dieser Pilz zu seiner Fortentwicklung keineswegs Nässe braucht. Einzelheiten über alle hier in Betracht kommenden Fragen mögen ev. in dem Originalberichte nachgesehen werden.

B. Heinze, Halle a. d. S.

Treibich, Welches Material kann die Meteorologie der Phytopathologie liefern? Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik Bd. IX. S. 29. Berlin, Gebr. Bornträger, 1912.

In seinem Berichte über das derzeitige meteorologische Beobachtungsmaterial betont der Verf., daß dieses Material an und für sich zunächst wohl ausreichen würde, um es auch in der angewandten Botanik, besonders hinsichtlich der auftretenden Krankheitsercheinungen zu verwenden, und aus diesem Material auch schon einigen Nutzen zu ziehen. Die Bearbeitung und Drucklegung des Materials erfolgt jedoch in den meteorologischen Zentralstellen der einzelnen Bundesstaaten. Dabei zeigt sich nun der große Übelstand, daß wegen der Fülle des zu bearbeitenden Materials die größeren Staaten, besonders die preußische Zentralstelle, ihre Berichte immer erst viel später als diejenigen der kleineren Bundesstaaten herausgeben können: Diese Veröffentlichungen gestatten daher meist auch erst nach Verlauf einiger Jahre Untersuchungen über den Zusammenhang meteorologischer Verhältnisse mit dem Auftreten bestimmter Pflanzenkrankheiten anzustellen. Für viele Zwecke wäre es sehr erwünscht, möglichst zeitig über Einzelheiten unterrichtet zu sein, weshalb Verf. nähere Vorschläge macht. Insbesondere wäre es nach ihm sehr erwünscht, die schon bestehenden Übersichtstabellen von je 5 Tagen möglichst rasch zu veröffentlichen, um aus diesen Pentadenübersichten der einzelnen Stationen für die Phytopathologie Nutzen zu ziehen. Wieweit des Verf. Vorschläge Erfolg haben werden, können natürlich nur die Versuche in der Praxis zeigen.

B. Heinze, Halle a. d. S.

Fruwirth, C., unter Mitwirkung von **L. Kiessling, H. Nielsson-Ehle, K. v. Rümker, E. v. Tschermak.** **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung.** Zugleich Organ d. Gesellsch. z. Förderung deutscher Pflanzenzucht u. d. österreich. Gesellsch. f. Pflanzenzüchtung. Berlin, P. Parey, Bd. I, H. 1, mit 6 Textabbildungen. Abonnementpreis pro Heft M. 4,—, Einzelpreis M. 5,—.

Die vorliegende neue Zeitschrift will zunächst wissenschaftliche Originalarbeiten als Bausteine zum weiteren Ausbau der Grundlage der Pflanzenzüchtung beibringen, Berichte über einschlägige Versuche, wie auch theoretische Erörterungen der einzelnen mannigfachen Fragen. Besondere Aufsätze und Übersichten sollen sodann über Einzelheiten, über Stand der Pflanzenzüchtung in bestimmten Ländern usw., über Fortschritte auf einem bestimmten Gebiete der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung zusammenfassend berichten. In Übersichten können jedoch gelegentlich auch die Fortschritte in der Tierzüchtung, in gärtnerischer und forstlicher Züchtung, auf dem Gebiete der Rassenhygiene in kurzen Zügen gezeichnet werden. Auch sollen außer sogenannten kleinen Mitteilungen Referate, wie sie bisher im *Journal für Landwirtschaft* erschienen, in der neuen Zeitschrift fortgesetzt werden. —

Heft 1 des 1. Bandes bringt an wissenschaftlichen Originalarbeiten zunächst einen Aufsatz von **H. Nielsson-**

Ehle: Zur Kenntnis der Erbliehkeitsverhältnisse der Eigenschaft „Winterfestigkeit“ beim Weizen (S. 3—12). Nach den bisher über diese Eigenschaft gewonnenen Kenntnissen lassen sich in züchterischer Hinsicht folgende Hauptpunkte besonders hervorheben: 1. Die Winterfestigkeit als Eigenschaft der Pflanzen zeigt dieselbe Vererbungsweise wie jede andere Eigenschaft. Nach Kreuzungen sind immer deutliche Spaltungen, wenn auch meist sehr komplizierter Art, zu beobachten. 2. Infolge dieser komplizierten Spaltung kann es allerdings recht schwierig sein, immer auf einmal gleich den gewünschten Grad von Winterfestigkeit in Verbindung mit dem in anderer Beziehung Gewünschten — mit der besten Kombination anderer praktisch wertvoller Eigenschaften — zu vereinigen. Zu diesem Zwecke ist fortgesetzte Kombinationsarbeit durch wiederholte Kreuzungen der Weg. 3. Eventuelle spontane Abänderungen der Winterfestigkeit, die gelegentlich wohl eintreten dürften, müssen nach dem Verfasser von den Ergebnissen spontaner Kreuzungen genau unterschieden werden. — Von **Kajanus**, Pflanzenzüchtleiter in Landskrona (Schweden), wird sodann über einen spontan entstandenen Weizenbastard berichtet. (S. 13—24), und zwar infolge Kreuzbefruchtung, die übrigens nach dem Verfasser bei Weizen ziemlich leicht eintreten soll. **L. Kiessling** berichtet (S. 25—36) mancherlei aus der Praxis des Zuchtgartenbetriebs, auf das hier im einzelnen natürlich nicht näher eingegangen werden kann. **A. v. Stebutt** behandelt (S. 37—58) den Stand der Pflanzenzüchtung in Rußland, und zwar nicht im ganzen großen Reiche, sondern nur in einem beschränkten Teile desselben, dem zentralgelegenen Teile, dem engeren oder „echten“ Rußland. Nach den vorliegenden Mitteilungen gehört die Entwicklung der Pflanzenzüchtung in Rußland erst der allerneuesten Zeit an. Ihr Aufblühen verdankt sie der Unterstützung seitens des Staates, der Initiative einiger Privatmänner, Gesellschaften und besonders der Semstvos. Sie findet ihren Sitz naturgemäß hauptsächlich an den landwirtschaftlichen Versuchstationen und an besonderen öffentlichen, geeigneten Anstalten. Privatunternehmungen sind viel seltener, und ihre Entwicklung steht noch bevor. Die Aufgaben der meisten Anstalten beziehen sich auf praktische Züchtung. Organisation der Züchtung im Lande ist noch nicht Aufgabe dieser Anstalten. Meist werden heimische Landsorten züchterisch bearbeitet. Neben der Züchtung wird die Sortenkunde eingeleitet. Trotz der bisherigen spärlichen Ergebnisse hat die Pflanzenzüchtung nach dem Verfasser in Rußland doch eine recht gute Zukunft. **I. Schreyvogel** berichtet sodann über den Speicher der gräflich Piattischen Saatuchtanstalt in Loosdorf (Nieder-Österreich) (S. 59—67). Durch die sehr vortheilhafte Anlage ist nach dem Berichterstatter die genannte Anstalt in den Stand gesetzt, nicht nur tadellos gereinigtes Saatgut bester Güte rechtzeitig zu liefern, sondern es können vor allem auch in Jahren, wie das Jahr 1912 mit seinem höchst ungünstigen Witterungsverlauf, während der Ernte große Mengen Sämereien vor dem Verderben mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand gerettet und keimfähig erhalten werden. Solche Anlagen müssen und werden sich daher überall dort bewähren, wo durch Leutemangel während der Ernte die Speicherarbeiten meist im Rückstande bleiben, und wo es sich um rechtzeitige Ablieferung größerer Mengen gut gereinigten Saatgutes handelt. — Als zusammenfassende Übersicht folgt S. 69—83 eine Abhandlung von **H. Kracmer-Hohenheim** „Zum heutigen Stande der Tierzucht“. Schließlich werden mancherlei neue Erscheinungen, Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung sowie einige einschlägige neue Bücher kurz besprochen.

B. Heinze, Halle a. d. S.

Analyse des Harns. Zum Gebrauch für Mediziner, Chemiker und Pharmazeuten, zugleich elfte Auflage von *Neubauer-Hupperts* Lehrbuch. Bearbeitet von A. Ellinger (Königsberg), H. Eppinger (Wien), † F. Falk (Wien), L. J. Henderson (Boston), F. N. Schulz (Jena), K. Spiro (Straßburg) und W. Wiechowski (Prag). XXI u. S. 683—1657 u. 6 Tafeln. Wiesbaden, C. W. Kreidel, 1910—1913. Preis vollständige M. 42,—.

Das bekannte Lehrbuch der Harnanalyse von *Neubauer-Huppert* ist durch dieses groß angelegte Werk ersetzt worden.

Es enthält die Beschreibung der physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie die Analyse sämtlicher chemischen und geformten Bestandteile des normalen und pathologischen oder zufällig veränderten Harnes. Es ist auf den Harn beschränkt, bringt aber alles, was sich darauf bezieht, in größter Vollständigkeit.

Der Stoff ist so eingeteilt, daß nach der physikalisch-chemischen Beschreibung des Harnes und der physikochemischen Methoden, welche von L. J. Henderson verfaßt ist, die normalen und pathologischen Bestandteile nach chemischen — nicht methodischen — Gesichtspunkten angeordnet behandelt werden. Die anorganischen Bestandteile sind von K. Spiro bearbeitet; die stickstofffreien aliphatischen Verbindungen (einschließlich Zuckerarten) von F. N. Schulz; der Gesamtstickstoff, Kohlenstoff, Ammoniak, Harnstoff, Carbaminsäure von W. Wiechowski; Aminosäuren, Kreatin, Kreatinin, Diamine und andere Basen sowie schwefelhaltige aliphatische Verbindungen von A. Ellinger. Derselbe Autor behandelt auch ausführlich die aromatischen Verbindungen und die Indolderivate.

W. Wiechowski hat das Kapitel der Purinstoffe, des Allantoins und der Nukleinsäuren verfaßt; er bringt eine große Fülle neuer, bisher nicht veröffentlichter Beobachtungen und methodischer Einzelheiten, welche dieses Kapitel besonders wertvoll machen. Die Eiweißstoffe und die Harnstoffe sind von F. N. Schulz bearbeitet.

Der darauf folgende Teil des Buches behandelt die zufälligen Harnbestandteile, also insbesondere in den Harn übergegangene Gifte und Arzneimittel, resp. deren Derivate. Er ist von K. Spiro und von Schulz bearbeitet. Die im Harn vorkommenden Enzyme sowie die Sedimente und Konkreme sind von weiland F. Falk und von H. Eppinger beschrieben.

Jedes Kapitel bildet eine sehr vollständige Monographie; die einzelnen Methoden werden kritisch besprochen und oft aus eigener Erfahrung der Verfasser ergänzt, die besonders empfohlenen sind durch großen Druck hervorgehoben. So verbindet das Werk die Eigenschaft, dem wenig Erfahrenen eine klare, zuverlässige Führung zu bieten, mit der Vollständigkeit, die der Fortgeschrittene darin suchen wird. Parnas, Straßburg.

Fürth, Otto v., Probleme der physiologischen und pathologischen Chemie. 2. Band. Stoffwechsellehre. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1913. XIV, 717 S. Preis geh. M. 23,—, geb. M. 25,—.

Der dem Werk beigefügte Untertitel: „Vorlesungen über neuere Ergebnisse und Richtungslinien der Forschung“ charakterisiert es bereits in Kürze. Nicht eine möglichst vollständige Zusammenfassung des momentanen Standes der physiologischen Chemie bezweckt es, sondern es führt in lebendiger Darstellung in die wichtigsten Probleme der Biochemie ein, wobei gerade die neuesten Resultate und die noch strittigen Punkte der Forschung am eingehendsten berücksichtigt werden. Zu der Beherrschung des Stoffes, beim Verfasser die Frucht seiner zahlreichen Arbeiten auf den verschiedenen Gebieten der physiologischen Chemie wie der Literatur,

gesellt sich hier ein großes Geschick, den zu behandelnden Gegenstand anregend und klar darzustellen. Die ausgesprochene Subjektivität in der Behandlung der betreffenden Probleme — die eine Objektivität den Tatsachen gegenüber nicht ausschließt — wirkt nirgends störend, da sie fern von doktrinäer Einseitigkeit ist. Sie regt im Gegenteil dazu an, die dargestellten Dinge auch mit eigenen Augen anzusehen. Dabei wird man natürlich in vielen Punkten mit den Ansichten des Autors nicht übereinstimmen können; es ist auch anzunehmen, daß der Autor selbst in den späteren Auflagen zu manchen Fragestellungen einen anderen Standpunkt einnehmen wird. Dies beeinträchtigt den Wert des Werkes im ganzen jedoch keineswegs. Es wird sicher neben unseren anderen Lehrbüchern der physiologischen Chemie einen sehr hervorragenden Platz einnehmen. P. Rona, Berlin.

Armstrong, E. Frankland, Die einfachen Zuckerarten und die Glukoside. Übersetzt nach der 2. englischen Auflage von E. Unna. Mit einem Vorwort von Emil Fischer. Berlin, Julius Springer, 1913, 190 S. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 5,60.

Das Buch von Armstrong enthält die Grundzüge der Chemie einfacher Kohlehydrate in der klaren und widerspruchsslosen Gestaltung, welche sie durch die Arbeiten des letzten Jahrzehnts gewonnen hat. Ich hebe die Arbeiten des letzten Jahrzehnts besonders hervor: denn während die klassischen Arbeiten und Anschauungen, durch welche E. Fischer die Chemie der Kohlehydrate unserem Verständnis eröffnet hat, längst in das breiteste, wissenschaftlich interessierte Publikum gedrungen sind, blieben die Arbeiten von Lobry le Bruyn, A. van Eckenstein, Tanret, Armstrong, Irvine, Bertrand, Bierry und vieler anderer sowie die neueren Arbeiten Fischers nur denjenigen geläufig, welche sich mit der Chemie der Kohlehydrate eingehender beschäftigen. Und diese Arbeiten haben der Kohlehydratchemie, nach ihrem ersten Abschluß durch E. Fischer einsetzend, die Vollendung gegeben, in welcher sie uns in Armstrongs Buche entgegentritt.

Armstrong behandelt den Gegenstand in der Weise, daß die wichtigen Tatsachen mitgeteilt und ein Problem aus dem anderen heraus entwickelt wird. So baut sich das Buch als ein logisches Ganzes auf, in dem jedes Problem und seine Lösung — aber auch die Lücken — einfach und durchsichtig erscheinen.

Armstrong beginnt mit der Entwicklung der Tollensschen Formel der Glukose und der eingehenderen Beschreibung des ihr zugrunde liegenden Pentaphanringes: zunächst als Annahme. Diese Auffassung des Glukosemoleküls wird dann dem Leser bei Betrachtung der beiden Methylglukoside, der Acetylglukosen, Acetylchlor- und Acetonitroglukosen in ihren zwei Reihen geläufig gemacht und so das Verständnis der Isomerie der d-Glukosen sowie die Erklärung der Mutarotation vorbereitet und durchgeführt.

Im 2. Kapitel werden die chemischen Umsetzungen der Glukose behandelt: ihre Kondensationen, Verhalten bei Reduktion und Oxydation, Synthese zu Heptose, Abbau werden kurz beschrieben. Dann wird die gegenseitige Umwandlung von Glukose, Fruktose und Mannose betrachtet; es folgt das Glukosamin und die Tannine — letztere nach den neuesten Forschungen Fischers.

Im 3. Kapitel werden die übrigen Hexosen und Pentosen unter den gleichen Gesichtspunkten behandelt wie vorher die Glukose; im vierten die Disaccharide, Tri- und Tetrasaccharide.

Das weitere Kapitel behandelt die Beziehungen zwischen der Konfiguration der Hexosen und ihrem biochemischen Verhalten bei der Vergärung, der Glukosid-

hydrolyse durch Enzyme von allgemeiner Wirksamkeit, der biochemischen Oxydation. Dann kommt die Hydrolyse der Disaccharide, die künstliche und die natürliche Synthese der Monosaccharide; die schwierige Frage der Synthese durch Enzyme wird kritisch besprochen.

Die Schlußkapitel behandeln die Glukoside — relativ ausführlich — sowie deren Rolle in der Biochemie der Pflanze; schließlich noch einige Fragen aus dem Zuckerstoffwechsel der Pflanzen.

Ein Literaturverzeichnis, das mehr umfaßt als das in der Darstellung selber verwertete Material, schließt das Buch.

Gegen die Übersetzung läßt sich leider einiges einwenden: oft finden sich Irrtümer darin, welche den Sinn ganzer Sätze verschleiern. So ist auf S. 94 der ganze Passus (Zeile 6 von unten und die folgenden) dunkel; und die Hydrolyse von Glukosiden durch Myrosin beruht wohl nicht auf seinem Gehalt von Schwefel, sondern hängt mit dem Schwefelgehalt der *Glukoside* zusammen (S. 122).

Aber diese kleinen Mängel beeinträchtigen den Genuß nicht, mit welchem man das Armstrongsche Buch liest; die Disposition des Buches und die schlichte, klare Schilderung ist so ausgezeichnet, daß auch der mit dem Material Vertraute die Monographie mit nicht abgeschwächtem Interesse durchlesen wird. Auch sei an die warme Empfehlung erinnert, mit welcher *Emil Fischer* die Armstrongsche Monographie eingeleitet hat.

Parnas, Straßburg.

Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena, Gustav Fischer, 1913. X, 395 S. u. 116 Abbild. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 14,—.

Wenn man jenen so überaus wichtigen Vorgang der Stärkebildung im Chlorophyllkorn unter der Einwirkung des Sonnenlichtes erkennen will, so kann das bekanntlich nur auf mikroskopischem Wege geschehen: man beobachtet in einer an und für sich kleinen Pflanzenzelle die noch kleineren Chlorophyllkörner, die ihrerseits wieder winzig kleine Körnchen oder Stäbchen führen. Diese Inhaltskörper erweisen sich nach Zusatz von Jod als Stärke. Wir haben hier somit eine mikroskopische Untersuchung eines sehr kleinen Gebildes bei gleichzeitiger Anwendung eines chemischen Reagens durchgeführt und auf diese „mikrochemische“ Weise Assimilationsstärke nachgewiesen.

Gerade dieses Beispiel scheint mir sehr geeignet zu sein, um das Wesen und die Bedeutung der Mikrochemie der Pflanze hervorzuheben: Nachweis von sehr kleinen Stoffmengen in Organen, Geweben und Zellen und womöglich gleichzeitig die Ermittlung ihrer Lokalisation.

Wer immer heutzutage anatomische Untersuchungen von Pflanzenteilen vornimmt, um physiologische Fragen zu lösen oder die chemische Verwandtschaft gewisser Pflanzen nachzuweisen, wird sich unbedingt entweder unter gleichzeitiger Anwendung der Makrochemie oder ausschließlich der Mikrochemie bedienen müssen. Bei der Untersuchung von vegetabilischen Nahrungs- und Genußmitteln, Rohstoffen und Drogen hat sich die Mikrochemie als unentbehrlich erwiesen, da diese einfache Methode nur sehr geringe Mengen der zu untersuchenden Substanz erfordert und in sehr kurzer Zeit zum Ziele führt.

Als *Molisch* im Jahre 1891 seinen „*Grundriß einer Histochemie der pflanzlichen Genußmittel*“ geschrieben hatte — ein kleines, aber sehr inhaltsreiches Buch —, da erkannte er schon damals, daß eine ausführliche „Mikrochemie der Pflanze“ ein dringendes Bedürfnis sei. Seitdem wurde diese Untersuchungsmethode von *Molisch* selbst und von anderen Botanikern in zahlreichen

kleineren und größeren Arbeiten sowohl für die reine Wissenschaft als auch für die praktische Untersuchung von pflanzlichen Substanzen angewendet und vielfach erweitert. *Molisch* hat sich nun das große Verdienst erworben, die überaus zahlreichen, sehr zerstreuten Bausteine für eine „*Mikrochemie der Pflanze*“ zu sichten, zu sammeln und in einem stattlichen Bande zu veröffentlichen. Wie bei allen Arbeiten des Verfassers, so ist es auch hier als ganz besonders wertvoll hervorzuheben, daß er nicht etwa nur eine kompilatorische Arbeit geliefert hat. Dagegen sprechen schon die zahlreichen eigenen Beiträge. *Molisch* hat auch alle die vielen, hier in Betracht kommenden Arbeiten anderer Forscher selbst auf ihre Brauchbarkeit geprüft, was schon daraus deutlich ersichtlich ist, daß in dem vorliegenden Werke mit sehr geringen Ausnahmen nur Originalabbildungen geliefert wurden. — Diese „*Mikrochemie der Pflanze*“ wird nicht nur für die wissenschaftliche Botanik, sondern auch für alle jene praktischen Arbeiten ein unentbehrliches Handbuch werden, bei denen es sich um den Nachweis der Reinheit von pflanzlichen Nahrungs- und Genußmitteln und Drogen handelt.

A. Nestler, Prag.

Hindhede, M., Studien über Eiweißminimum. Skandinavisches Arch. f. Physiologie, Bd. 30, 1913, p. 97—182.

Die Frage, welches die geringste Menge Eiweiß ist, mit der eine dauernde normale Ernährung eines ausgewachsenen Menschen bei mäßigen oder starken körperlichen Leistungen möglich ist, beansprucht in gleicher Weise theoretisches wie praktisches Interesse. Wenn in dem klassischen Kostmaß *Voits* für den erwachsenen Mann pro Tag 105 Gramm Eiweiß gefordert wurden, so war diese Menge wohl kaum als das theoretische Minimum gedacht, und spätere Untersuchungen haben in der Tat gezeigt, daß normale Ernährung mit bedeutend geringeren Mengen möglich ist. Wenn wir alle Werte auf ein Körpergewicht von 70 kg beziehen, so kann man den gegenwärtigen Stand der Frage nach dem Eiweißminimum dahin zusammenfassen, daß man sagt: 60 g ausnutzbares Eiweiß pro Tag ist wohl als die Menge anzusehen, mit der sich die meisten Menschen noch gerade ins Stickstoffgleichgewicht zu setzen imstande sind. *Kumagawa* fand diese Menge (entsprechend 79 g Eiweiß in der Nahrung) für die Japaner, *Chittenden* ermittelte an Amerikanern, daß bei Eiweißmengen von etwa 40—50 g bei langdauernden Versuchen geringe Verluste an Körpergewicht eintraten, daß dagegen bei 61 g pro Tag eine geringe Gewichtszunahme zu erreichen war. Demgegenüber erscheinen die Resultate, die *Hindhede* vorlegt, als außerordentlich erstaunlich. Seine Behauptung geht dahin, daß bei einer Energiezufuhr von 3000 Kal pro Tag schon mit 21 g verdaulichem Eiweiß das Stickstoffgleichgewicht zu erreichen sei, bei einer Zufuhr von 5000 Kal mit etwa 35 g. Sieht man sich die Zahlen des Verfassers etwas näher an, so ergibt sich, daß in dem größten Versuch, der ununterbrochen 178 Tage dauerte, bei einer Zufuhr von täglich 3725 Kal und 28 g verdaulichem Eiweißes kein Stickstoffgleichgewicht, sondern ein mittlerer täglicher Verlust von 0,424 g Stickstoff, entsprechend 2,65 g Eiweiß, erreicht wurde; aber auch dieses Resultat ist bemerkenswert genug, denn die Stickstoffausscheidung entsprach nur der Zersetzung von 30,4 Gramm Eiweiß, war also nur halb so groß, wie in den Versuchen von *Chittenden*, die seinerzeit schon als auffallend niedrig, großes Aufsehen erregten. Die bisherigen Versuche, eine abnorm eiweißarme Nahrung in längeren Versuchen auf ihren Nährwert zu prüfen, scheiterten alle an der Unmöglichkeit, auf Wochen oder, wie es in den hier besprochenen Versuchen geschah, gar auf

Monate eine derartige Nahrung den Versuchspersonen schmackhaft oder überhaupt nur genießbar zu machen. *Hindhede* und seine Hauptversuchsperson *Madsen* (26 Jahre alt, Gewicht 69,3—74,0 kg) haben diese Schwierigkeit in erstaunlicher Weise überwunden, indem es ihnen gelang, sich monatelang nur von Kartoffeln und Margarine zu ernähren. In dem Hauptversuch, der 178 Tage dauerte, hat *Madsen* während 144 Tagen ausschließlich von 1600—2700 g Kartoffeln und 110—200 g, für gewöhnlich 150 g, Margarine gelebt! Es setzt nicht nur die Eintönigkeit der Nahrung, die ertragen wurde, in Verwunderung, sondern ebensosehr die Menge. Trotz dieser großen Nahrungsmenge erlitt *Madsen* in der Zeit vom Versuchsanfang im Januar bis zum Juli einen Gewichtsverlust von 4 kg. Von Anfang Juli bis Anfang August wurde der Versuch unterbrochen, und während dieses einen Monats mit frei gewählter, nicht kontrollierter Kost nahm *Madsen* um 4,7 kg zu, so daß er die neue Periode der Unterernährung mit 74 kg beginnen konnte, wovon er in drei Monaten wieder 2,5 kg einbüßte, obgleich während dieser Zeit, in der starke körperliche Arbeit geleistet wurde, die Mengen der täglich verzehrten Kartoffeln auf 5000 g (!), die Menge der Margarine auf 250 g gesteigert wurde, so daß die Tagesration meist über 5000 Kal betrug, im Minimum 5240 Kal. Aus seinen Zahlen sucht *Hindhede* eine positive Stickstoffbilanz herauszurechnen, betrachtet man sie aber ohne eine vorgefaßte Meinung zugunsten der reinen Kartoffelnahrung, so ergeben die Mittelwerte aus den drei Versuchsperioden, die mit *Madsen* angestellt wurden, und nur diese kommen in Betracht, folgende Werte:

Dauer in Tagen	verdauliches Eiweiß pro Tag in g	Kal. pro Tag	mittlerer Stickstoffverlust pro Tag in g	Eiweißverlust in der ganzen Versuchsperiode
178	27,7	3567	0,425	472 g
95	45,5	4978	0,39	233 g
36	30,5	4127	0,68	154 g

Zeigen schon diese Zahlen, daß trotz der abundanten Nahrungsmengen von Stickstoffgleichgewicht nicht gesprochen werden kann, so ist daneben zu berücksichtigen, daß die Stickstoffverluste durch den Schweiß, durch den Verlust von Haaren, Nägeln, abgeschuppter Epidermis und Sperma gar nicht in Rechnung gesetzt sind. Man muß hierfür mindestens 0,2 g Stickstoff pro Tag rechnen, doch kann der Verlust bei starkem Schwitzen, wie es für die Zeit der schweren Arbeit im Sommer und Herbst doch wohl anzunehmen ist, auf 0,6—0,7 g und mehr steigen. Rechnen wir nur mit 0,3 g pro Tag, so ergibt das einen weiteren Eiweißverlust, der für die erste Versuchsreihe 333 g beträgt, für die zweite 179 g und für die kurze dritte 67,5 g. Am Ende des ganzen Versuches, dessen zweiter und dritter Teil unmittelbar aneinander anschließen, und in dem *Madsen* in 131 Tagen 633,5 g Eiweiß verloren hatte, befand er sich durchaus wohl, und eine Reihe von Spezialärzten, die ihn untersuchten, konnten nichts Pathologisches an ihm feststellen, nicht einmal eine Magenweiterung, was nach der Vertilgung so ungeheurer Nahrungsquantitäten vielleicht zu erwarten gewesen wäre. Es ist ein bemerkenswertes Resultat, daß solche Verluste am normalen Eiweißbestande ohne sichtbaren Schaden ertragen werden. Immerhin ist es klar, daß eine Ernährungsform, bei der dauernd geringe Eiweißverluste stattfinden, nicht als hinreichend bezeichnet werden kann, denn eine hinreichende Nahrung soll nicht Monate, sondern Jahrzehnte lang vertragen werden, während diese Kartoffelnahrung in zehn Jahren einen Eiweißverlust von ca. 17,6 kg ergeben

würde, also mehr, als ein Mensch von 70 kg Körpergewicht überhaupt enthält. Das Loblied, das *Hindhede* der Kartoffelnahrung singt, die er selbst nur für kürzere Zeit und mit dauernder beträchtlicher Unterbilanz hat durchführen können, da er nicht imstande war solche Quantitäten wie *Madsen* zu vertilgen, erinnert an den bekannten Versuch, einem Pferde das Hungern beizubringen: leider starb das Tier gerade als es das Hungern gelernt hatte!

Fassen wir die wirklichen Resultate, die *Hindhede*s Untersuchungen ergeben haben, zusammen, so können wir sagen, daß selbst bei reichlichster Nahrungszufuhr eine tägliche Eiweißmenge von 30,5—45,5 g bei 71—72 Kilogramm Körpergewicht nicht imstande ist, einen erwachsenen Mann vor Stickstoffverlusten zu schützen. Ob es möglich gewesen wäre, bei so reichlicher Calorienzufuhr mit 50 g ein wirkliches Gleichgewicht zu erzielen, was nach den Versuchen nicht unmöglich erscheint, läßt sich vorläufig nicht sagen. Man hat auch bei diesen Untersuchungen, wie bei denen von *Chittenden*, den Eindruck, daß die minimale Eiweißmenge, mit der sich ein Mensch ins Stickstoffgleichgewicht setzen kann, erheblichen individuellen Schwankungen unterliegt, die Behauptung *Hindhede*s aber, daß das Minimum bis auf 19 oder 20 g herabgedrückt werden könnte, steht vorläufig ohne Beweis da.

A. Pütter, Bonn.

Meteorologische Mitteilungen.

Der Zusammenhang monatlicher Witterungsanomalien an weit voneinander entfernten Orten ist von Meteorologen häufig untersucht worden. Die meiste Beachtung hat hierbei der entgegengesetzte Gang von Luftdruck und Druckgradient in dem winterlichen Depressionsgebiet bei Island einerseits und dem Hochdruckgebiet über den Azoren und Südeuropa andererseits gefunden. Während man diese Beziehungen früher nur durch Kurven darstellte, deren Deutung stets etwas willkürlich bleibt, ist man jetzt dazu übergegangen, ihnen einen zahlenmäßigen Ausdruck durch den Korrelationsfaktor (vgl. hierüber den Aufsatz von F. Exner in dieser Zeitschrift, Heft 9, S. 206) zu geben. Der Faktor + 1 bedeutet vollständige Gleichheit der Reihen, — 1 diametralen Gegensatz und 0 ganz fehlenden Zusammenhang. Köppen (*Meteor. Zeitschr.* 1913, S. 121) hat für das Verhältnis der Barometerstände von Styckisholm auf Island und von Punta Delgada auf den Azoren den Korrelationsfaktor — 0,52 ermittelt; die Tendenz zu entgegengesetzten Druckänderungen kann also nicht geleugnet werden. Der Faktor Wien—Punta Delgada ist nur + 0,16, ein Zusammenhang somit unwahrscheinlich, während für Wien—Berlin, wo von vornherein gleichsinnige Änderungen zu erwarten waren, + 0,90 gefunden wurde.

F. Exner (*Sitzber., Wien. Ak. d. Wiss.*, Bd. 122, Abt. IIa, 1913, S. 1165) hat in einer Arbeit über die monatlichen Witterungsanomalien auf der nördlichen Erdhälfte im Winter das Problem weiter erforscht, indem er für passend gelegene Orte aus je zehnjährigen Monatswerten des Luftdrucks und der Temperatur sowohl die gleichzeitigen Anomalien als auch die Anomalien aufeinander folgender Monate berechnete. Die Methode der „partiellen Korrelationen“ gestattet dabei, die Zuverlässigkeit der einzelnen Faktoren noch besser zu deuten. Exner hat auf diese Weise namentlich folgendes ermittelt: Die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre macht Intensitätsschwankungen durch, die eigenförmliche Druck- und Temperaturschwankungen an verschiedenen Orten der Erde auslösen, speziell zwischen den polaren Gegenden und den Mittelmeerländern. Aber

auch bei konstantem Polardruck ergeben sich Gegensätze der Druckanomalien auf jedem Breitenkreise für sich, so daß positive und negative Anomalien etwa 180 Längengrade voneinander absteilen. Positive Korrelationen finden sich auch noch in sehr weiter Entfernung von einem Ort, und es scheint sich hierbei um ganz bestimmt geformte und an gewisse Gegenden der Erde gebundene größere Gebiete zu handeln. Aus den Korrelationen mit dem Polardruck — berechnet aus Barometerständen in Westgrönland, am Nordkap und im nordöstlichen Sibirien — lassen sich Schlüsse auf den Zusammenhang der allgemeinen Zirkulation mit den „Aktionszentren der Atmosphäre“ ziehen, die auch für die Beurteilung der Temperaturverhältnisse und des Klimas der nördlichen Halbkugel von Bedeutung sind. — Die Untersuchung über die Anomalien aufeinander folgender Monate kann noch nicht als abgeschlossen gelten; beachtenswert ist namentlich die Feststellung, daß die Polardruckanomalien in der Regel von Grönland aus eingeleitet werden und sich dann westöstlich verschieben. Das Zentrum dieser Anomalien ist nördlich von Asien und exzentrisch zum Nordpol zu suchen. Weitere derartige Studien würden unsere jetzt noch so lückenhafte Kenntnis über Lage und Intensität der Polarwirbel wesentlich erweitern können.

Über den täglichen Gang der Wolkenformen hat Spencer C. Russell in der englischen meteorologischen Gesellschaft einen Vortrag gehalten (*Quart. Journ. R. Met. Soc.* Vol. 39, 1913, S. 271). Die Studie ist zunächst bemerkenswert durch die Ausdauer, mit der Russell im Verein mit wenigen Bekannten acht Jahre lang von Stunde zu Stunde fast lückenlos die Wolkenformen in Epsom bei London notiert hat. Von den Ergebnissen ist namentlich eines bemerkenswert. Abgesehen von der schon bekannten Tatsache, daß Nebel und die unteren Stratusformen ein Häufigkeitsmaximum vor Sonnenaufgang und die Cumulusformen ein solches nachmittags haben, zeigte sich, daß alle anderen Wolkenformen von Nimbus an aufwärts bis zum Cirrus eine doppelte tägliche Häufigkeitsperiode aufweisen mit Höchstwerten in den frühen Vormittags- und den späten Nachmittagsstunden und einem sekundären Minimum bald nach Mittag. Zur Erklärung reicht das Argument, daß die oberen Wolken durch die tagsüber anwachsende Cumulusbewölkung verdeckt werden, nicht aus. In der Diskussion, die sich an den Vortrag anschloß, wurde auf einen etwaigen Zusammenhang mit Bewegungsänderungen, welche die halbtägige Barometeroszillation hervorruft, hingewiesen, doch dürften die hier entwickelten Kräfte schwerlich zur regelmäßigen Ausbildung oder Verstärkung von Kondensationen genügen. Für die oberen Wolken fallen die Extreme im Sommer 3 bis 4 Stunden später als im Winter. Ganz wolkenlose Tage sind im April und September am häufigsten; im Juni kam in den acht Beobachtungsjahren überhaupt kein ganz wolkenloser Tag vor. R. Süring.

Kleine Mitteilungen.

Aus dem Hospital des Rockefeller Institute for Medical Research veröffentlichten H. F. Swift und A. W. M. Ellis bemerkenswerte Untersuchungen über **Die kombinierte Lokal- und Allgemeinbehandlung der Syphilis des Zentralnervensystems** (*Münchener medizinische Wochenschrift* 1913, Nr. 36 und 37). Sie gehen von der Tatsache aus, daß die sogenannten parasyphilitischen Erkrankungen durch die Untersuchungen von Noguchi und Moore als Äußerungen aktiver Syphilis erwiesen worden sind, daß sich bei ihnen aber die Spirochaeten in „Schlupfwinkeln“ finden, die infolge ihrer gefäßarmen

Umgebung unseren Heilmitteln, wenigstens bei Zufuhr vom Blute aus, nur sehr schwer zugänglich sind. Besser ist der Sitz der Krankheitserreger vom Subarachnoidalraum durch Vermittlung der Cerebrospinalflüssigkeit erreichbar, und dieser Weg ist demgemäß zu versuchen.

Da sich sowohl Salvarsan wie Neosalvarsan als ungeeignet zur Einspritzung in die Cerebrospinalflüssigkeit erwiesen, verwendeten Swift und Ellis das Serum von mit Salvarsan behandelten Kranken, dessen Wirksamkeit gegenüber Spirochaeteninfektionen auf Grund früherer Untersuchungen als erwiesen angesehen werden mußte. 12 cem eines derartigen Serums werden mit 18 cem Normalsalzlösung verdünnt, $\frac{1}{2}$ Stunde lang auf 56 Grad erwärmt und dann unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln in den Lumbalsack eingespritzt. Gleichzeitig wird eine Quecksilber- und Salvarsanbehandlung in der üblichen Weise vorgenommen. Bei Anwendung des letzteren Mittels kann das Serum des Kranken selbst zu den Einspritzungen in die Cerebrospinalflüssigkeit benutzt werden.

Eine Anzahl von Fällen (Tabes, Cerebrospinalsyphilis usw.), bei denen diese Behandlung zur Anwendung kam, wurden wesentlich gebessert. Besonders deutlich war die Beeinflussung der Cerebrospinalflüssigkeit: Wassermannsche Reaktion, Pleocytose und Globulinreaktion nahmen an Stärke ab und wurden mehrfach sogar ganz zum Verschwinden gebracht, ein Erfolg, der mit den bisher üblichen Verfahren nur sehr schwer zu erzielen war.

Wenn sich die Ergebnisse der beiden Untersucher, die augenscheinlich über ein sehr großes Material verfügen, bestätigen, so würde damit ein sehr bemerkenswerter Fortschritt in der Bekämpfung der parasyphilitischen Erkrankungen angebahnt sein, deren Behandlung bisher nur sehr wenig dankbar war.

St.

Im auffallenden Gegensatz zu der Tatsache, daß die **Röntgenstrahlen** im allgemeinen auf in Entwicklung begriffenes Gewebe schädigend, wachstumshemmend wirken, steht die gelegentlich unter der Einwirkung von Röntgenbestrahlungen festgestellte **Wachstumsbeschleunigung bösartiger Geschwülste**, vielleicht auch die Entstehung des Röntgenkrebses. Zur Klärung der Frage, ob bei Anwendung geringer Strahlenmengen etwa eine Beschleunigung der Zellteilung eintrete, hat E. Schwarz auf Veranlassung von Perthes Versuche an wachsenden Pflanzen angestellt, über die er in der *Münchener mediz. Wochenschrift* 1913, Nr. 39, berichtet. Frühere ähnliche Versuche hatten Beschleunigung der Keimung bestimmter Samen (Maldinez und Thouvenin, Wolfenden, Forbes-Roß), schnelleres Aufgehen bestrahlter Samen (Evler) und stärkere Entwicklung bei ganz schwacher Bestrahlung vor der Saat (N. E. Schmidt) ergeben. Auch nach Radiumwirkung geringerer Art wurden ähnliche Wirkungen beobachtet. Schwarz benutzte als Versuchsobjekt die „für äußere Einflüsse sehr wenig empfindliche“ grüne Bohne. Zunächst wurden die Bohnen unmittelbar vor dem Einpflanzen bestrahlt und zwar mit äußerst geringen Strahlenmengen (20 cm Röhrenabstand, Härtegrad nach Wehnelt 5—6, Belastung mit 1—2 DMA, was bei einer Bestrahlungsdauer von $2\frac{1}{2}$ Minuten nur etwa $\frac{1}{12}$ X entsprechen würde). Eine Bestrahlungsdauer von 30 Sekunden war ohne deutlichen Einfluß, die 150 Sekunden bestrahlten Pflanzen waren dagegen drei Wochen nach Beginn des Versuches etwa doppelt so lang als die unbestrahlten Vergleichspflanzen und die 30-Sek.-Pflanzen. Eine Bestrahlung von 5 Minuten Dauer bei im übrigen gleichen Verhältnissen schädigte dagegen die Keimlinge schon empfindlich: die ersten Triebe dieser Pflanzen erschienen zwar gleichzeitig mit den nicht

bestrahlten, dann trat aber völliger Wachstumsstillstand ein. Versuche mit im Brutschrank zum Keimen gebrachten und dann erst bestrahlten und eingepflanzten Bohnen hatten das gleiche Ergebnis. Wurden die Bohnen nicht unmittelbar nach der Bestrahlung eingepflanzt, sondern erst nach mehreren Wochen, so ergab sich je nach der Dauer der Ruhezeit ein verschiedenes Verhalten: Bei vierwöchiger Pause zwischen Bestrahlung und Einpflanzung waren die Ergebnisse ähnlich wie bei den zuerst erwähnten Versuchen, bei achtwöchiger Pause war dagegen ein Unterschied zwischen bestrahlten und nicht bestrahlten Pflanzen nicht mehr erkennbar. Der durch die Röntgenstrahlen gesetzte Wachstumsreiz ruht also für eine bestimmte Zeit im Keime, geht aber bei längerer Dauer der zwischen Bestrahlung und Keimung gelegenen Zeit mehr und mehr verloren. Ähnliche Versuche mit Eiern von *Ascaris megalocephala* ließen zwar ebenfalls gewisse Unterschiede erkennen, jedoch weniger deutlich wie die Versuche mit Bohnen. Dagegen war wieder die Einwirkung schwacher Strahlenmengen auf granulierende Wunden beim Menschen und beim Kaninchen deutlich nachweisbar. *St.*

Über den Zustand der lebenden Substanz. Die Frage, ob das Protoplasma fester oder flüssiger Natur sei, erscheint müßig, seit wir wissen, daß wir in ihm ein Kolloid vor uns haben, einen Körper, bei dem fest und flüssig nicht scharf voneinander abgegrenzt, sondern durch unendlich viele Übergänge miteinander verbundene Zustände bedeuten. Die Viscositätsverhältnisse dieser verschiedenen Phasen zu studieren, erschien dem Verfasser reizvoll, schon weil er hoffte, Zusammenhänge zwischen „Dichte“ und „Reizstimmung“ der lebenden Substanz zu finden. Aus der Beobachtung der Fallgeschwindigkeit umlagerungsfähiger Stärke im Plasma von Statolithenzellen und durch Vergleich dieser Zahlenwerte mit der Fallgeschwindigkeit der gleichen Stärkekörner in einer Flüssigkeit von bekannter Dichte (Wasser von 18° C.) ließ sich approximativ die jeweilige Dichte des Plasmas der Statolithenzellen bestimmen. Es ergab sich für die Zellen der Stärkescheide von *Vicia* fäher eine Dichte von $D = 23,7$ bezogen auf Wasser = 1, doch kann dieser Wert sinken bis $D = 8$ bei strömendem Plasma. Dieses weist, wie zu erwarten war, geringere Dichte auf als ruhendes, jedoch verläuft die Strömungsgeschwindigkeit nicht proportional der inneren Reibung. Hieraus geht hervor, daß die Strömung bewirkende Kraft keine Konstante sein kann, und daß man fehlgehen würde, wollte man die Strömungsgeschwindigkeit zur Ermittlung der Viscosität benutzen.

Von besonderem Interesse erscheint dem Verfasser die Beobachtung, daß auf erregungshemmende Einflüsse, wie Narkose, extreme Wärme, Herabsetzung der Atmung, das Plasma durch Starre (Viscositätssteigerung) reagiert. Da in diesem Falle die Statolithenstärke natürlich ihre Umlagerungsfähigkeit verliert und bei geotropischer Reizung die Reaktion ausbleibt, so liegt es nahe, in dieser Beobachtung ein Argument zugunsten der Statolithenhypothese zu erblicken.

Dr. Alfred Heilbronn, Münster i. W.

Kältetechnik und Lebensmittelversorgung. Über diese wichtige Frage macht *G. Cattaneo* interessante Mitteilungen in der *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure* 1913, S. 345. Um Lebensmittel in der warmen Jahreszeit vor dem Verderben zu schützen, lagert man sie heute allgemein in gekühlten Räumen, die mit Hilfe von Kältemaschinen auf niedriger Temperatur gehalten werden. Vorwiegend werden Ammoniakkältemaschinen

verwendet, die nach dem Kompressionssystem arbeiten. Die Kältetechnik ist von besonderer Bedeutung für die Fleischversorgung der Städte, und deshalb finden sich heute auf allen öffentlichen Schlachthöfen ausgedehnte Kühlhäuser, in denen das Fleisch oft bis zu 6 Wochen gelagert wird. Hierdurch ist es leichter möglich, den Schwankungen von Angebot und Nachfrage Rechnung zu tragen, ferner wird das Fleisch durch die Lagerung im Kühlhause zarter und schmackhafter. Wild wird nicht nur gekühlt, sondern in *vollständig gefrorenem Zustand* aufbewahrt; hierdurch ist es möglich, fast das ganze Jahr hindurch und auch während der Schonzeit Wildbret in tadellosem Zustande auf den Markt zu bringen. Das Ertragnis der deutschen Jagden stellt einen Jahreswert von ungefähr 25 Millionen Mark dar (etwa 50 000 Hirsche und Rehe, 4 Millionen Hasen, 240 000 Fasanen usw.). Milch wird unmittelbar nach dem Melken in Kühlräume gebracht und auch bisweilen auf der Eisenbahn in Kühlwagen befördert, wodurch sie einen längeren Transport verträgt, ohne zu verderben. Eier werden namentlich in Rußland in Kühlhäusern aufbewahrt und dann auf dem Seewege in sehr großen Mengen ausgeführt; Deutschland bezog im Jahre 1908 aus Rußland für 33 Millionen Mark Eier, die bei uns auch wieder in Kühlhäusern gelagert werden und meist erst im Winter verkauft werden. In Berliner Kühlhäusern lagern auf etwa 12 000 qm Fläche ungefähr 128 Millionen Eier im Werte von rund 7 Millionen Mark. Schätzungsweise werden in Groß-Berlin jährlich 250 Millionen Eier verbraucht, d. s. rund 65 Eier auf den Kopf der Bevölkerung. Unser Butterbedarf wird, soweit die inländische Produktion nicht ausreicht, durch Einfuhr westsibirischer Butter gedeckt. 1907 wurden bereits 16 Millionen Kilogramm sibirische Butter nach Deutschland eingeführt, und es verkehren eigens für den Butterexport auf der sibirischen Eisenbahn bereits seit 1899 aus Kühlwagen bestehende Sonderzüge. Von weiteren Kühlgütern, die in größerer Menge nach Deutschland eingeführt werden, sind noch zu nennen Geflügel, gefrorene Fische, Kaviar sowie ausländisches Obst und Gemüse. *S.*

Eine neue chemische Ursache für das Rosten des Eisens hat Dr. *W. Vaubel* aufgefunden. Derselbe hat die Beobachtung gemacht, daß Ammonitrat imstande ist, auf das Eisen zerstörend einzuwirken. Da die Entstehung von Ammonitrat überall dort zu erwarten ist, wo die sich häufig vorfindenden Nitrate durch Berührung mit Eisen in Ammoniak übergehen, könnte dieses Salz sehr wohl in hervorragender Weise an der Rostbildung beteiligt sein. Bei der Einwirkung von Ammonitrat auf Eisen bildet sich Eisenoxyd, Eisenoxydul und Eisenoxydhydrat, während ein anderer Teil als komplexes Eisenion in Lösung geht. Die Tatsache, daß Zusatz von Marmor zu Wasser die Rostbildung verhindert (*Scheelhaase, Journ. f. Gasbeleucht.*, 1909, 38, S. 822), kann im Sinne *Vaubels* dahin erklärt werden, daß durch das Vorhandensein von Calciumkarbonat die Möglichkeit einer Bildung von Ammonitrat aus Salpetersäure beschränkt wird. Interessant ist auch die vor einer Reihe von Jahren gemachte Mitteilung *Bonnemas*, wonach sich bei Gegenwart von Eisenoxyd und Eisenoxydul aus Luft Nitrite und Nitrate bilden können. Diese Nitrate gehen, wie erwähnt, durch das Eisen in Ammoniak und schließlich in Ammonitrat über. Da also dieses Salz nach der Reaktion *Bonnemas* stets von neuem entsteht, genügen minimale Mengen desselben, um auf das Eisen einen schädlichen Einfluß auszuüben. (*Chem. Ztg.* 69, 693, 1913.) *O. F.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Dr. Curt Thesing**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY

RECEIVED

JAN 19 1914

U. S. Department of Agriculture

Heft 52.

26. Dezember 1913.

Erster Jahrgang.

INHALT:

Ameisen und Pflanzen. Von *H. Stitz, Berlin.*
S. 1281.

Künstliche Züchtung von Herzmuskelzellen.
Von *Prof. Dr. R. du Bois-Reymond, Berlin.*
S. 1288.

Ueber das Verhältnis der Geschichte der Medizin
zur modernen Heilkunde und den Wert medizin-
historischer Forschung für diese. Von *Privat-
dozent Dr. Paul Diepgen, Freiburg i. Br.* S. 1290.

Ueber die „Kristallisationskraft“, eine Darstellung
vom chemischen Standpunkte aus. Von *Privat-
dozent Dr. Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.*
S. 1294.

Gärungsprobleme. Von *Prof. Dr. Viktor Grafe*
Wien. S. 1298.

Ein neues Verfahren zur Gewinnung von Cellulose
aus Holz und Gespinnstfasern und zur Be-
seitigung der abfallenden Laugen. Von *Otto*
Bürger, Kirm-Nahe. S. 1302.

Nitride und Ammoniaksynthese. S. 1303.

Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Acker-
bautechnik. Von *Ernst Feige, Giessen.* S. 1305.

Besprechungen. S. 1307.

Astronomische Mitteilungen. S. 1309.

Kleine Mitteilungen. S. 1310.

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG U. BERLIN

In Kürze erscheint:

DIE TECHNIK

DER VORZEIT, DER GESCHICHTLICHEN ZEIT
UND DER NATURVÖLKER

Ein Handbuch für Archäologen und Historiker, Museen und
Sammler, Kunsthändler und Antiquare, Schriftsteller u. Künstler

von

Franz M. Feldhaus

Lexikon - Oktav. Mit über 875 Abbildungen

Preis: Brosch. M. 30.—, elegant geb. M. 32.50

Das einzige Kompendium zur Geschichte der Technik

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

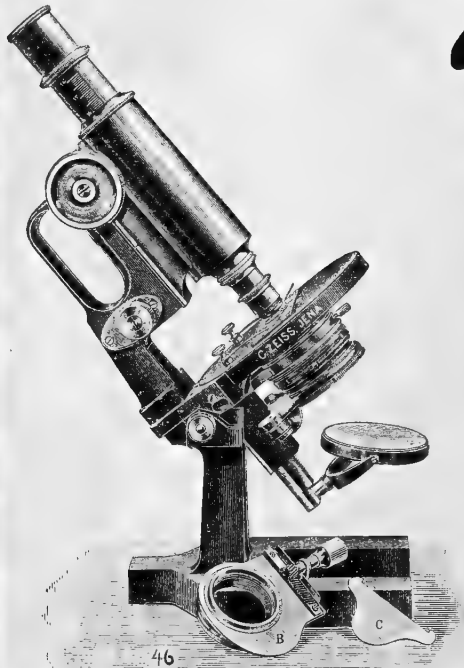
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

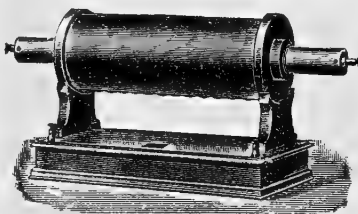
Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Induktorien mit Präzisions- Spiral-Staffelwicklung

Patent Klingelfuss.



eign. sich besser
als alle anderen
für physikalische
Arbeiten, gehen
mit jedem Unter-
brecher, sind
durchschlag-
sicher, zu be-
zi ehen durch alle
Lehrmittelhand-
lungen, andern-
falls direkt bei untenstehender Firma, die reich illustr.
Spezialpreisliste kostenlos abgibt.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edel-
steinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle,
Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-
Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-
Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin:
Seite III u. IV — Verlag der Umschau, Frankfurt a. M.: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gauditz, Aue: Seite III — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Fr. Klingelfuss & Co., Basel: Seite II — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Ameisen und Pflanzen¹⁾.

Von H. Stitz, Berlin.

Unter den Wechselbeziehungen der Ameisen zu ihrer Umwelt sind wohl die interessantesten und daher am meisten bekannten diejenigen zu einer großen Zahl gewisser Gliedertiere, welche man als Ameisengäste oder Myrmekophilen bezeichnet. Weniger bekannt sind die Verhältnisse zwischen Ameisen und Pflanzen. Ähnlich wie bei Ameisengästen finden sich auch an diesen häufig eigenartige Gebilde, fast ausschließlich an Pflanzen wärmerer Gebiete, mit denen die Lebensweise gewisser Ameisenarten in so engem Zusammenhang steht, daß man solche Bildungen lange Zeit als Anpassungserscheinungen auffaßte. Sie haben eine ziemlich reiche Literatur hervorgerufen, deren Schwerpunkt mehr auf botanischer Seite liegt. Indessen sind jene Auffassungen von einem notwendigen Wechselverhältnis zwischen Pflanzen und Ameisen immer mehr im Rückgang begriffen, und die meisten vordem mit Begeisterung aufgenommenen Theorien haben den Ergebnissen einer vorurteilsfreien, eingehenden Beobachtung weichen müssen. Man ist zu der Erkenntnis gekommen, daß die Ameisen für die Pflanzenwelt viel mehr den Charakter als Parasiten besitzen, indem sie die Gewächse und deren eigenartige Einrichtungen für ihre Zwecke, meist als Wohnung, auszunützen wissen, ohne diesen eine Gegenleistung zu bieten, ja, ihnen oft Schaden zufügend, und so fehlt uns für jene Bildungen noch immer die Erklärung über ihre biologische Bedeutung.

Es gibt keinen Pflanzenteil, zu dem die Ameisen nicht in irgend eine Beziehung treten. Unsere gelbe Wiesenameise (*Lasius flavus*) und ihre gleichfalls gelbe Verwandte (*Lasius umbratus*) legen die unterirdischen Wohnräume ihrer Nester, die auf bindigem Boden auch Kuppeln besitzen, um die Wurzeln von Pflanzen herum an, an denen sie Wurzelläuse züchten, wodurch in manchen Fällen an Forstkulturen erheblicher Schaden verursacht werden kann. Kultur von Wurzelläusen ist auch zuweilen bei der Rasenameise (*Tetramorium caespitum*) beobachtet worden.

Viel mannigfacher sind die Verhältnisse der Ameisen zu den Stämmen und Stengeln der Pflanzen. In den Hohlräumen unter der Rinde abgestorbener Stämme finden wir bei uns Angehörige der Gattung der Schmalbrustameisen (*Leptothorax*), unter Umständen auch Knotenameisen (*Myrmica*). Das südeuropäische *Liometopum microcephalum* benutzt in ähnlicher Weise die Gänge von Borkenkäfern, von hieraus aber auch im Holz weiter vordringend und Kolonien von großer Ausdehnung bildend. Der flache Körperbau zweier

ausländischer Gattungen ist für einen derartigen Aufenthalt besonders geeignet. Die eine, *Cataulacus*, ist im warmen Afrika und Asien heimisch, die andere, *Cryptocerus* (Fig. 1), in Südamerika; beide, mit ähnlicher Kopfbildung, mit in ähnlicher Weise bedorntem Körper und von meist schwarzer Färbung, sind auf den ersten Blick kaum zu unterscheiden. Die ähnliche Lebensweise und die ähnliche Körperform hängen hier augenfällig zusammen, ein bei Ameisen verschiedener Erdteile überhaupt vielfach zu beobachtendes Beispiel sogenannter Konvergenzerscheinungen. In abgestorbenem Holz und in morschen Baumstämpfen begegnet man auch den Wohnungen von *Formica pratensis* und *fusca*, zwei Verwandten der roten Waldameise. Die



Fig. 1. *Cryptocerus atratus* (L.) F.
(Länge 14 mm.)



Fig. 2. Nest von *Camponotus quadriceps* in einem Zweig von *Endospermum formicarium* (Bismarck-Archipel).

Weibchen der mehr im Gebirge vorkommenden großen Roßameise (*Camponotus ligniperda*, bzw. ihrer Var. *herculeanus*) scheinen ihre Kolonien in der Erde und unter Steinen zu gründen. Hat die Individuenzahl eine gewisse Größe erreicht, so wandern die Ameisen in die Stämme noch gesunder Bäume, in denen sie die Kammern und Gänge ihres Nestes ausnagen, dabei in den Jahresringen das weiche Sommerholz zerstörend und das harte Winterholz stellenweise pfeilerartig stehen lassend. Solche Nester erstrecken sich zuweilen bis zu 10 m hoch in den Stamm, und der Schaden, der dem Forstwirt dadurch erwächst, wird noch vermehrt, indem Spechte auf der Suche nach den Ameisen diese Stämme anschlagen. Eine ähnliche Lebensweise werden auch zahlreiche ausländische Vertreter dieser Gattung *Camponotus*, von der bisher gegen 1000

¹⁾ Abbildungen nach photographischen Aufnahmen von A. Spaney.

Arten, Rassen und Varietäten bekannt sind, führen, und auch bereits vorhandene Hohlräume in Stämmen, Ästen und Zweigen als Nesträume benutzen. Fig. 2 zeigt uns beispielsweise einen Zweig, dessen Höhlung von einer im malayischen Archipel heimischen Ameise dieser Gattung bewohnt wird.

Eine Untergattung von *Camponotus*, *Colobopsis*, ist ausgezeichnet durch die merkwürdige Kopfform seiner auch als Soldaten bezeichneten großen Arbeiter, die bei den kleineren Arbeitern wenig auffällt. *Colobopsis truncata*, in Südeuropa heimisch und auch in Süddeutschland vorkommend, miniert seine Behausung in ähnlicher Weise wie *Camponotus* in die Stämme von Nußbäumen. Nur verhältnismäßig wenige Öffnungen führen nach außen, als deren Verschuß der Kopf eines solchen Soldaten dient, dessen obere, platte Fläche die Öffnung abschließt, und der vor den Einlaß begehrenden Arbeitern nur auf ein Fühlerzeichen derselben zurückgezogen wird.

Schon vorhandene Höhlungen von Stämmen wählt die schwarze Holzameise (*Lasius fuliginosus*),

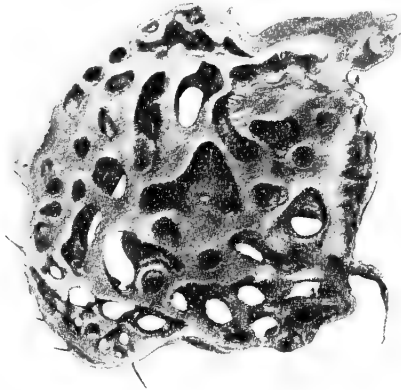


Fig. 3. Schnitt durch die Knolle einer Myrmecodia.
(Durchm. 10 cm.)

um ihr oft sehr ausgedehntes Nest darin anzulegen. Es sind von dieser Ameise Nester bekannt von 5 m Länge und einer Breite von oben 30, unten 10 cm, die noch zum großen Teil in den Erdboden ragen. Der Stoff, aus dem die Wandungen der Nestkammern gefertigt werden, ist eine kartonartige Masse, welche von den Ameisen aus zernagtem Holz mit Hilfe des Sekretes ihrer Speicheldrüsen hergestellt wird, und deren in frischem Zustand sammetartiges Aussehen davon herrührt, daß sie von den Fäden eines Pilzes (*Septosporium myrmecophilum*) durchwuchert ist, den die Ameisen wahrscheinlich zu züchten verstehen. Er verleiht dem Baumaterial eine gewisse Festigkeit und soll, was aber auch andererseits bestritten wird, den Ameisen auch zur Nahrung dienen, wie es bei den weiter unten erwähnten Blattschneiderameisen der Fall ist. Auch von dem gelben *Lasius emarginatus* sind neuerdings Kartonnester beobachtet worden.

Einem eigentümlichen Stammgebilde begegnen wir bei zwei im malayischen Archipel vorkommenden epiphytischen Rubiaceen, *Myrmecodia* und *Hydnophytum*. Es hat bei ersterer die Gestalt einer Knolle, die im Innern eine Anzahl Hohlräume ent-

hält, wie der Querschnitt, Fig. 3, zeigt, deren Scheidewände Wasser aufspeichern und mit einer dunklen, dicken Schicht von Pilzhypen bekleidet sind, die zu den Gattungen *Cladosporium* und *Cladotrichum* gehören. Diese Kammern werden von gewissen Arten der Ameisengattung *Iridomyrmex* (Fig. 4) bewohnt, deren Eier aber immer nur auf pilzfreien Wandungen zu finden sind.



Fig. 4. *Iridomyrmex nitidus* Rog. (Länge 3 mm.)

Trockene Zweige von Nußbäumen (Fig. 5a) enthalten oft Kolonien von *Dolichoderus quadripunctatus*, einer mehr südeuropäischen, aber auch bei uns vorkommenden Art, die in dem gefächerten Mark jener Baumzweige (Fig. 5b) ihre Wohnungen vorgebildet findet.

Von den Angehörigen der Gattung *Cremastogaster* (Fig. 6), welche in warmen Ländern in vielen Formen und meist zahlreich bevölkerten Nestern vorkommen — *Cr. scutellaris* in Südeuropa unter der Rinde der Korkeiche —, wohnen manche Arten auf Akazien. Die Zweige der afrikanischen Flötenakazie (*Acacia fistula*) besitzen knotenartige Verdickungen, die im Innern große Mengen von *Cremastogaster tricolor* beherbergen, welche bei der geringsten Erschütterung zum Zweck der Verteidigung hervorstürzen. Man hielt jene Knoten früher

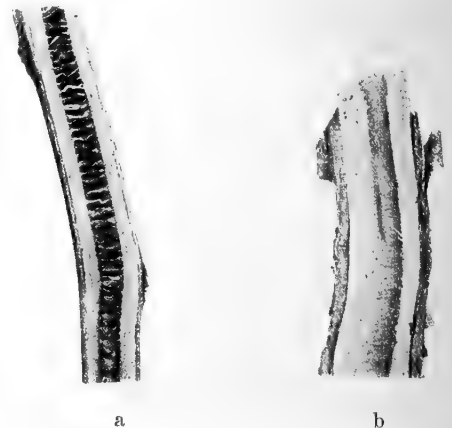


Fig. 5. Zweigstücke vom Nußbaum. a mit unverletztem Mark. b als Wohnung von *Dolichoderus*.

für Gallen; doch entwickeln sie sich auch an aus Samen erzeugten Pflanzen in botanischen Gärten; ebenso sind sie keine Erzeugnisse der Ameisen, da sie an Bäumen in der ostafrikanischen Steppe vorkommen, wo jene Ameisen fehlen. Auch die am Grund aufgeblasenen Dornen anderer Akazienarten werden von *Cremastogaster* als Wohnungen benutzt, in welche die Tiere durch ein Loch in der Wandung des Dorns gelangen. Indessen ist diese Öffnung nicht,

wie man früher meinte, bereits vorgebildet, sondern wird erst von den Ameisen an einer verdünnten Stelle der Wand erzeugt. Andere *Cremastogaster*-arten bauen ihre Nester aus Kartonmasse, sie häufig an Astgabeln von Bäumen befestigend (Fig. 6).

Ferner bieten hohle Anschwellungen an Blattstielen exotischer Pflanzen den Ameisen ein Unterkommen. An *Barteria fistulosa*, einer in Afrika heimischen *Flacourtiacee*, sind die Seitenzweige am Grund blasig aufgetrieben, und der dadurch gebildete Hohlraum verlängert sich durch die Blattrippe bis zur Blattspitze. Eine durch Wandverdünnung ausgezeichnete Stelle dieser Blase wird von *Sima spininoda* (Fig. 7), einer Ameise von gestreckter Körperform, durchbohrt, der Hohlraum zur Anlage einer Kolonie benutzt, in der die Bewohner gleichzeitig die Zucht von Blattläusen und Schildläusen betreiben. Die Zweige, welche keiner weiteren Entwicklung fähig sind, verlieren nach dem Reifen der Früchte die Blätter, fallen zu Boden und

(*Quercus undulata*). Sie werden von gewissen Arten der Gattung *Myrmecocystus*, die auch in Südeuropa und sonst im Mittelmeergebiet vertreten ist, besucht, welche deren zuckerhaltigen Saft aufnehmen und daheim im Nest wieder an bestimmte Individuen abgeben. Letztere sind, im Zusammenhang mit der stark ausgesprochenen Arbeitsteilung in einer Ameisenkolonie, nur dazu bestimmt, diesen Futtersaft in ihrem Vormagen aufzuspeichern. Das geschieht aber so reichlich, daß er außerordentlich



Cremastogaster tricolor Gerst.
(Länge 5 mm.)



Fig. 7. *Sima spininoda*
andr. (Länge 7 mm.)



Fig. 8. *Pseudomyrma picta*
Stz. (Länge 5,5 mm.)

stark anschwillt und alle anderen Eingeweide auf die Seite drängt, und so hängen denn diese „Honigtöpfe“, großen Blasen gleich, an den Wänden der Nestkammern, um in Zeiten von Nahrungsmangel den Bewohnern der Kolonien von dem aufgesammelten Überfluß abzugeben. Dieselben Verhältnisse bieten sich an dem australischen *Camponotus inflatus* (Fig. 9), und auch an unseren einheimischen Arten ist der Hinterleib nach reichlicher Nahrungsaufnahme oft sehr stark angeschwollen.

Am meisten erörtert worden ist das Verhältnis von Ameisen der Gattung *Azteca* (Fig. 10) im tropischen Amerika zu den dort wachsenden *Cecropia*-bäumen. Die *Azteca*-arten sind unansehnliche, kleinere Ameisenformen, deren Lebensweise eine verschiedene ist: manche bauen Kartonnester an Stämmen und Zweigen, andere Nester aus Blättern, in

Fig. 6. Nest an einem Baumast einer afrikanischen Art von *Cremastogaster*. (Länge 40 cm.)

dienen, nun von *Sima* verlassen, anderen Ameisen zur Wohnung, wie *Camponotus foraminosus*, Arten der Gattung *Pheidole* und *Cremastogaster*, welche letzteren auch zuweilen in den noch lebenden Anschwellungen gefunden werden. *Sima spininoda* bewohnt übrigens auch andere in entsprechender Weise ausgerüstete Bäume Afrikas, wie *Epitaberna myrmoeia*. Ihr Stich ist sehr empfindlich, und in manchen Gegenden (Spanisch-Guinea) glauben die Eingeborenen, ihr Stich erzeuge das Fieber. Eine ähnliche Lebensweise führen die übrigen meist kleinen Vertreter der Gattung *Sima* und die in Südamerika vorkommenden schlanken *Pseudomyrma*-arten (Fig. 8), die zum Teil hohle Pflanzen- und Grasstengel bewohnen. Ein Vergleich der Abbildungen zeigt wieder die in beiden Gattungen mit der ähnlichen Lebensweise zusammenhängende Konvergenz in der Gestaltung des Körpers.

Leer gewordene Pflanzengallen werden gleichfalls von Ameisen besiedelt. Ein besonderes Interesse bieten die Gallen einer nordamerikanischen Eiche



Fig. 9. *Camponotus inflatus* Lubb.
(Länge 20 mm.)



Fig. 10. Ameisen der Gattung *Azteca*. (Länge 5 mm—3 mm.)

denen sie Cikaden der Gattung *Tettigometra* züchten; viele nisten in den Hohlräumen von Stämmen, wie solche die *Cecropien* enthalten. Der hohle Stamm dieser ziemlich hohen Bäume ist durch Querwände in lange Kammern geteilt, deren Außenwandung ziemlich stark, an einer Stelle aber, die etwas eingedrückt erscheint, dünn ist und hier von den Ameisen leicht durchnagt werden kann. In der Umgebung dieser Stelle finden sich die sogenannten Müllerschen Körperchen, eigenartige Bildungen,

die vielleicht Gallenbildungen darstellen, deren Bedeutung man aber noch nicht erkannt hat. Durch die Verdünnung der Wand dringt nun das Azteca-weibchen in das Innere der Kammer, um eine Kolonie zu gründen. Die eröffnete Stelle wächst zunächst wieder zu. In dem Hohlraum wird, wenn die Kolonie in ihrer Entwicklung fortgeschritten ist, ein Kartonnest (Fig. 11) angelegt, der Zugang zu ihm dann dauernd offen gehalten.

Auf Grund dieser Verhältnisse hat Schimper die bekannte Theorie von dem wechselseitigen Nutzen beider Teile, Ameisen und Pflanze, aufgebaut. Die Müllerschen Körperchen sollten durch einen den Ameisen angenehmen Stoff den Zweck der Anlockung der *Azteca* haben. Die Wandverdünnungen (Türen) in jedem Internodium hielt man für eine Anpassung des Baumes an die Ameise, und diese letzteren sollten ihn als Gegenleistung für die Gewähr einer Behausung gegen Feinde jeder Art,

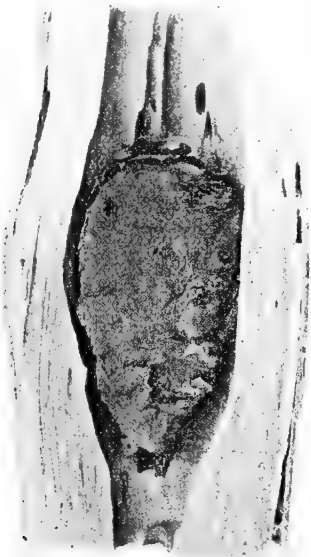


Fig. 11. Nest von *Azteca mülleri* Em. in der Höhlung eines *Cecropiastammes*. (Länge des Nestes ungef. 30 cm)

vor allem vor den Verheerungen der Blattschneiderameisen, verteidigen. Man ging soweit, die Existenz der *Cecropien* von dem gleichzeitigen Vorhandensein von Ameisen in ihm für abhängig zu halten.

Diese Theorie, welche bei ihrem Bekanntwerden fast allgemein angenommen wurde, wurde aber bald angezweifelt und zuerst durch Ule, dann durch die Untersuchungen von Fiebig und Ihering, die voneinander unabhängig zu denselben Ergebnissen kamen, und von Rettig, der mehr die botanische Seite der Sache vertrat, so stark erschüttert, daß sie heute als abgetan angesehen werden muß, wenn sich auch wieder einige Stimmen zu ihren Gunsten erheben. Einige von den Gründen gegen dieselbe mögen hier angegeben werden.

Cecropien wachsen auch an feuchten Stellen, an denen keine Ameisen vorkommen, ebenso, wie z. B. *Cecropia peltata* auf Puerto Rico vorkommt, wo *Azteca* fehlt. Die *Aztecen* wandern ferner in die

Stämme nicht schon in deren Jugend ein; letztere kommen vielmehr die ersten 2—3 Jahre, in denen sie doch als junge Pflanzen am meisten gefährdet sind, ohne den angeblichen Schutz gegen die Blattschneiderameisen aus und werden auch später von ihnen nicht häufiger heimgesucht als andere Gewächse. Von den Blattschneidern werden ferner nicht nur *Cecropien*, sondern die Blätter der meisten Baumarten geschnitten, ohne daß diese eingehen, und für die *Cecropien* kommt in dieser Beziehung noch hinzu, daß sie sehr leicht Nachwuchs haben. Nach Beobachtungen und Berechnungen von Ihering schneiden 183 Blattschneiderkolonien während des Jahres noch nicht so viel Blattwerk, wie in dieser Zeit eine Kuh verzehren würde. Wenn daher auch der Schaden, den Blattschneider, wie *Atta texana*, Kulturpflanzen (in Texas z. B. der Baumwolle, in Brasilien dem Kaffee) zufügen, für den Menschen stellenweise ein bedeutender ist, so spielt doch dies im Gesamthaushalt der Natur, besonders bei dem üppigen Wachstum in den Tropen, zumal auch die Blattknospen der Bäume meist nicht angegriffen werden, wohl kaum eine Rolle. Schließlich ist der Schutz und der daraus hervorgehende Nutzen, den die *Aztecaameisen* ihren Wirtspflanzen gegen schädigende Insekten bieten, ein sehr fraglicher. Man findet auf ihnen Raupen, Wanzen, gewisse Orthopteren und gleichzeitig Nester anderer Ameisen (*Dolichoderus decollatus*), während die *Aztecen* im Innern des Stammes Schildläuse züchten, die dem Gedeihen einer Pflanze kaum von Nutzen sein dürften, und dazu kommen spechtartige Vögel, die den genannten Insekten nachstellen und die Stämme verwunden. Außerdem sind die angeblichen Verteidiger wenig wehrhaft. Die verdünnten Wandstellen in den Internodien erklären sich durch den mechanischen Zug, den ein darunter stehender Zweig beim Wachstum und Abbiegen nach unten an seinem Grund auf den Stamm ausübt. *Aztecen* nisten ferner auch in Gewächsen, die sonst von keinem Tier angegriffen werden, wie *Sapium*, einer Kautschuksaft enthaltenden Pflanze. (Doch sollen auch manche Kautschukpflanzen von *Atta* geschnitten werden.)

Ähnliche Gebilde wie die Müllerschen Körper wurden bereits 1874 an den Blattfiederenden von *Acacia sphaerophylla* beobachtet, deren hohle Dornen ebenfalls von Ameisen bewohnt werden, und sind auch in neuerer Zeit an der hinterindischen *Macaranga triloba* beobachtet worden, die in ähnlicher Weise wie *Cecropia* von Ameisen bewohnt wird.

Den Blättern mancher Pflanzen schaden viele Ameisenarten durch Schutz der daran befindlichen Blattläuse. Unter den einheimischen Formen sind es Vertreter der Gattung *Lasius*, welche um die Blattläuse auf Blättern und Stengeln geschlossene Schutzwälle herstellen, die man als Blattlausställe bezeichnet. Aber auch die uns sonst nützliche *Formica rufa* und ihre Var. *pratensis* können durch häufigen Besuch von Blattläusen an Gewächsen die Feinde der ersteren abhalten und dadurch beispielsweise Obstbaumkulturen mittelbaren Schaden zufügen. Die Anziehungskraft der Blattläuse für die

Ameisen erklärt sich daraus, daß letztere den zuckerhaltigen Kotausscheidungen derselben als einem für sie begehrenswerten Leckerbissen nachgehen.

Die Blattschneider, der Gattung *Atta* (Fig. 12) mit mehreren Untergattungen angehörig, wurden schon vorher mehrfach erwähnt. Es sind das Ameisen aus dem tropischen Amerika mit sehr stark ausgebildetem Dimorphismus: Weibchen und Männchen sind sehr viel größer als die Arbeiter, unter denen man Abstufungen bis zu den kleinsten findet und



Fig. 12. *Atta cephalotes* (L.) F. (Länge 16 mm — 5 mm).

von denen die größten auch hier als Soldaten bezeichnet werden. Der Körper der Soldaten und Arbeiter ist mit spitzen Höckern und Dornen bedeckt. Das im Erdboden angelegte Nest der Blattschneiderameisen beginnt mit einem innerhalb eines kraterförmigen Walles gelegenen Loch, von dem aus ein Gang schräg in die Tiefe führt, der sich streckenweise zu einer Kammer erweitert, von der sich wieder Gänge mit ähnlichen Erweiterungen abzweigen.



Fig. 13. Von Blattschneiderameisen geschnittenes Blatt. (Länge 30 cm.)

Die Bewohner ersteigen in großer Anzahl Gewächse der verschiedensten Art und schneiden mit ihren Oberkiefern aus den Blättern von deren Rand aus kreisförmig gerundete Stücke von Münzengröße, oft nur die stärksten Rippen verschonend (Fig. 13), und schleppen sie in ihre Nester. Hier werden sie zu einem weichen Brei zerkaut, der alsdann in eine schwammige, poröse Masse verwandelt wird. Letztere dient den Ameisen aber nicht als Nahrung, son-

dern wird als Substrat für die Kultur einer gewissen Pilzart, *Rhizites gongylophora*, verwendet, dessen charakteristische, hutartige Fruchtkörper unter dem Einfluß der Ameisen nicht zur Ausbildung kommt. Es bilden sich vielmehr an dem Mycel des Pilzes große Mengen kleiner, kugelförmiger Körper, welche man mit dem merkwürdigen Namen „Kohlrabi“ belegt hat, und diese sind es, auf welche es die Tiere als Nahrungsmittel abgesehen haben. Das verbrauchte Kulturmaterial wird aus dem Nest herausgeschafft. Sich selbst überlassen, also dem Einfluß der Ameisen entzogen, entwickelt das Mycel wieder hutförmige Fruchtkörper. Königinnen der Blattschneider, die eine neue Kolonie gründen wollen, führen in einem Abschnitt des Mundes, der Infrabuccaltasche, stets Brocken von dem Pilzfäden enthaltenden Substrat mit sich, um sie auf das künftige Nest zu übertragen.

Die Pilzkultur gestaltet sich bei den verschiedenen *Atta*-Arten verschieden. Vertreter der Untergattung *Cyphomyrmex* legen ihre nur kleinen Pilzgärten um Wurzelwerk herum an. Ferner benutzen nicht alle *Atta*-Arten unmittelbar grüne Blätter. So verwendet die genannte Untergattung Raupenkot als Düngemittel, die Untergattung *Mycetosoritis* die Antheren von Blüten.

Über die bekannte, ausgiebige Benutzung trockenen, zerkleinerten Pflanzenmaterials für den Oberbau der Nester durch Angehörige der Gattung *Formica*, zu der unsere roten Waldameisen gehören, können wir hier hinweggehen. Kunstvoller verfertigen die im tropischen Gebiet von Afrika, Asien und den melanesischen Inseln weit verbreiteten, ziemlich bissigen Webeameisen (*Oecophylla smaragdina*) (Fig. 14) in Laubbäumen ein Nest aus Blättern. Die Ränder der benachbarten Blätter eines Zweiges werden zu diesem Zweck zusammengezogen und durch das zu Fäden erhärtende Sekret



Fig. 14. *Oecophylla smaragdina* F., links 2 Weibchen (Länge 16 mm), i. d. Mitte 1 Männchen (Länge 7 mm), rechts 2 Arbeiter (Länge 10 mm — 5 mm).

der Speicheldrüsen nicht der Ameisen, sondern deren Larven vereinigt, eins der seltenen Beispiele in der Natur, wo sich Tiere eines Werkzeuges bedienen. Zu diesem Zweck werden die stark entwickelte Spinndrüsen besitzenden Larven von den Arbeitern, die sich in einer Reihe aufstellen, ergriffen und veranlaßt, einen Sekretfaden auszuscheiden, der sich dem einen Blattrand anheftet. Dann wird letzterer an den gegenüberliegenden

Rand gezogen und auch hier befestigt. Auf diese Weise werden eine Anzahl Blätter zu einem geschlossenen Nest verbunden, in welchem die Bewohner, welche omnivor sind, auch Zucht von Schildläusen treiben, deren Ausscheidungen sie sehr lieben, und in ähnlicher Weise, wie es manche unserer einheimischen Ameisen (der Gattung *Lasius*) tun, überdecken sie die Schildläuse auch außerhalb ihres Nestes mit einem Dach aus Kartonmasse (Fig. 15). Das Gespinst wird zuweilen wohl nicht ausschließlich durch die Larven hergestellt, sondern die Arbeiter scheinen es mit Hilfe ihres Kieperspeicheldrüsensekretes zu vervollständigen.

In entsprechender Weise arbeitet der südamerikanischen *Camponotus senex*. Auch manche der meist mit dornigen Anhängen ausgerüsteten Vertreter der Gattung *Polyrhachis* (Fig. 16),

Stengelgebilde hervorgehoben wurde, am Blattgrund Anschwellungen besitzen, welche als Ameisenwohnungen dienen, auf welche Weise z. B. *Tococa* in Südamerika von *Azteca*-Arten bewohnt wird.

Die Blüten der Pflanzen suchen die Ameisen nur deshalb auf, um zu deren zuckerhaltigen Saft hervorbringenden Drüsen zu gelangen, zu welchem Zweck sie die Blüten oft zerbeißen. Die Verhältnisse der Ameisen zu den Blüten tropischer Pflanzen sind wenig bekannt, werden aber wohl auf dasselbe hinausgehen. So gehen z. B. gewisse *Pseudomyrma*-Arten (Fig. 8) dem Nektarienzucker von *Acacia sphaerocephala* und *spadicigera* nach.

Wenn wir Ameisen auch gern an angeschnittenen süßen Früchten (Obst) sitzen und deren Saft aufnehmen sehen, so scheinen sie doch an solche mit unversehrter Oberhaut, wenigstens in unseren

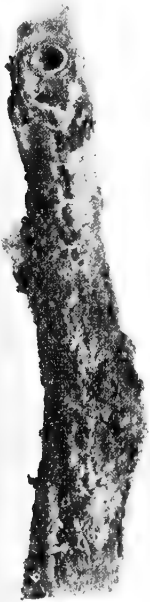


Fig. 15. Ast von *Albizzia procera* (Bismarck-Archipel) mit ausgeschwitztem Manna, von *Oecophylla* überdacht.

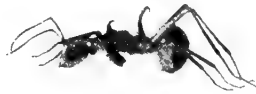


Fig. 16. *Polyrhachis belliosa* Sm. (Länge 7 mm.)



Fig. 18. *Myrmecaria euchenoides* (Gerst.) Mayr. (Länge 9 mm.)



Fig. 17. Nest von *Polyrhachis laevis* Mayr. (Länge 14 cm.)



Fig. 19. Nest von *Myrmecaria arachnoides* Sm. (Auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.)

welche die tropischen Gebiete Afrikas, Asiens und der malayischen Inseln bewohnen, stellen zum Teil mit Hilfe ihrer eigenen Speicheldrüsenauscheidung solche Blattnester her (Fig. 17); aber nur von wenigen ist bekannt, daß sie ihre Larven in ähnlicher Weise wie *Oecophylla* verwenden, wie die auf Java heimische *P. bicolor*, von welcher die Ränder eines der Länge nach zusammengebogenen Palmenblattes zur Herstellung einer Wohnung verbunden werden, und die im malayischen Archipel verbreitete *P. dives*. An letztere Bauart erinnern auch die Nester mancher *Myrmecaria*-Arten (Abb. 18) in den heißen Gegenden der alten Welt, welche den Raum zwischen beiden Blatträndern durch eine Gespinstwand abschließen (Fig. 19). Aus Kaffeebaumblättern zusammengesponnene Nester sind auch bei dem ostafrikanischen *Tetramorium aculeatum* beobachtet. Schließlich ist noch daran zu erinnern, daß viele Pflanzen der Tropen, wie bereits gelegentlich der

Gegenden, seltener zu gehen. Anders liegen die Verhältnisse in den Tropen, wo beispielsweise die in den heißen Gebieten Amerikas heimische und wegen ihres schmerzhaften Stiches gefürchtete *Solenopsis geminata* (Feuerameise) den Früchten zahlreicher Kulturpflanzen nachgeht, auch durch Benagen der Baumrinde und Zucht von Schildläusen schadet, andererseits aber auch als Feind des lästigen Baumwollkapselkäfers (*Anthonomus grandis*) von Bedeutung ist. Noch unangenehmer in dieser Beziehung ist die von Südamerika aus in die verschiedensten Weltgegenden verschleppte *Iridomyrmex humilis*. *Camponotus brutus* und *Cremastogaster africana-winkleri* schädigen in unseren afrikanischen Kolonien die Kakaofrüchte. Die Hohlräume trockener Früchte sowie Fruchthüllen bieten ferner manchen Ameisenarten zusagende Wohnungen, wie das bei dem großen Anpassungsvermögen der Ameisen gerade in bezug auf den Nestbau auch kaum anders zu erwarten ist.

Interessant sind die Beziehungen der Ameisen-

welt zu den Pflanzensamen und für deren Verbreitung. Die Samen vieler einheimischen Gewächse, z. B. Schneeglöckchen, Bienensaug, Ehrenpreis, Veilchen, Haselwurz, Wachtelweizen, Schöllkraut, auch Buchsbaum u. a., besitzen einen Anhang, der als Nabelschwiele oder wegen seines Gehalts an Öl als Elaiosom bezeichnet wird. Diesen Teil wissen die Ameisen zu schätzen, und die Samen dieser Pflanzen werden daher von ihnen in das Nest geholt, aus dem sie nach dem Abbeißen jener Elaiosome wieder entfernt werden. Sie haben aber trotzdem ihre Keimfähigkeit nicht verloren, und es ist klar, daß durch das Herbeiholen derselben aus oft weiter Entfernung sowie dadurch, daß die Tiere unterwegs Samen verlieren, wodurch sich nach deren Aufgehen sogenannte Ameisenstraßen im Pflanzenwuchs bemerkbar machen, die Verbreitung solcher Pflanzen nicht unerheblich gefördert wird. Bestätigt wird diese Tatsache durch Versuche, deren Resultate und anschließende Beobachtungen, wie sie der schwedische Forscher *Sernander* angestellt hat, aus denen nur folgendes hervorgehoben werden soll. Eine Kolonie der roten Waldameise (*Formica rufa*)

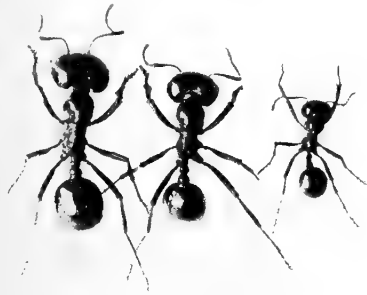


Fig. 20. *Messor barbarus* L.
(Länge 11 mm — 4 mm.)

verbreitet während einer Vegetationsperiode die Zahl von 36 480 Samen; eine Anzahl kleiner Nester von der schwarzbraunen Wegameise (*Lasius niger*) hatte in 8 Wochen 638 Samen von *Veronica hederifolia* gesammelt und nach Verzehren der Elaiosome wieder aus dem Nest entfernt.

Solche als myrmecochor bezeichnete Pflanzen machen in den mitteleuropäischen Wäldern einen bedeutenden Prozentsatz aus; die meisten enthält der reine Buchenhochwald. Natürlich wird diese Art der Beziehung zwischen Ameisen und Pflanzenwelt in warmen Ländern in noch erheblicherem Grade eine Rolle spielen. Wenn übrigens Pflanzen, wie *Helleberus foetidus*, trotz ihres ausgesprochen myrmecochoren Charakters doch nicht stark verbreitet sind, so liegt das an dem Vorhandensein von feindlichen Tieren, der schweren Keimbarkeit der Samen u. a.

Die schon dem Altertum aufgefallenen Körner sammelnden Ameisen gehören zu dem besonders im Mittelmeergebiet weit verbreiteten, artenreichen Geschlecht *Messor* (Fig. 20), während konvergente Formen, *Pogonomyrmex*, Nordamerika bewohnen; auch bei ihnen tritt der Dimorphismus der Arbeiter stark hervor. Ihre in der Erde gelegenen Nester bestehen aus durch Gänge verbun-

denen Kammern. Der oberirdische Eingang verläßt sich an einem Kraterwall. Die Bewohner tragen Samen von Gräsern und Getreidepflanzen ein, tun dies aber nur während des Tages und lassen die Körner, mit denen sie gerade beladen sind, fallen, wenn sie von der Dunkelheit überrascht werden. Da sie naturgemäß längs der von ihnen begangenen Wege die meisten Samen verlieren und diese später aufgehen, so entstehen auch hier Ameisenstraßen, was zu der Ansicht Veranlassung gegeben hat, daß die Erntameisen mit Absicht solche bepflanzten Wege herstellen. Die Ameisen sammeln übrigens nicht nur Grassamen, sondern auch solche von anderen Pflanzen ein und nehmen nicht nur abgefallene, sondern holen solche auch unmittelbar von den Gewächsen. Im Eifer des Sammelns geraten auch Steinchen, kleine, leere Schnecken Gehäuse von entsprechender Größe u. dgl. unter die Beute. Unbrauchbares Material sowie solche Samen, die keine Verwendung finden, werden von anderen Arbeitern hinausgeschafft.

In welcher Weise die Samen benutzt werden, ist noch nicht klar. Die Ansicht, daß sie von den Ameisen auf irgendeine Weise am Keimen verhindert werden und sich dadurch zum Aufspeichern für den Zweck der Ernährung besser eignen, muß aufgegeben werden. Nach anderer Meinung soll sich in den Körnern eine Art Malz bilden, das den Bewohnern als Nahrungsmittel dient. Eine neuere Beobachtung scheint uns einen anderen Weg zu weisen. Mit den außen benagten Samen schaffen nämlich die Tiere auch schwarze, bröcklige Massen aus ihrem Nest, in denen bei genauerer Untersuchung Pilzsporen gefunden worden sind, aus welchen ein bis dahin nicht bekannt gewesener Pilz, *Aspergillus niger*, gezüchtet werden konnte. Es liegt nun die Vermutung nahe, daß die Erntameisen das Material aus den Körnern in ähnlicher Weise zur Pilzkultur verwerten, wie die Blattschneiderameisen die Blätter.

Eine eigenartige Verwendung haben gewisse Ameisenarten des tropischen Südamerika für Pflanzensamen. Hoch oben in den Bäumen, auch in Sträuchern, sieht man kugelförmige oder Vogelnestern ähnliche Gebilde hängen, die aus Anhäufungen von Erde bestehen, aus denen Pflanzen verschiedener Art hervorwachsen. Es sind sogenannte Ameisengärten. Sie entstehen dadurch, daß die Ameisen Samen auf die Gewächse schleppen, sie mit Erde und einer Kartenhülle aus solcher umgeben und in dieser Weise weiter vergrößern. Zu welchem Zweck diese Gärten angelegt werden, ist noch nicht klar, da die Tiere in ihrer Lebensweise nicht an sie gebunden sind. Vielleicht stammt der Instinkt zur Herstellung derselben aus Verhältnissen her, in denen die Ameisen dauernd gezwungen wurden, infolge von Überschwemmungen solche Nester zu benutzen.

Auf die Anlage von Blumengärten verstehen sich mehrere Ameisenarten. Am häufigsten baut sie *Camponotus femoratus* (Fig. 21), der auch die verschiedensten Gewächse dabei aufsucht. Ferner sind zu nennen *Azteca traili* und *Cremastogaster-*

Arten, die man auch in verlassenem Bauten jenes *Camponotus* antrifft. Nester von *Azteca*-Arten finden sich häufig auf Holzgewächsen, deren Organe an und für sich schon Wohnräume enthalten, wie *Cordia nodosa*, mit hohlen Anschwellungen am Grund der letzten Zweigteilungen, *Tococa*, welche am Blattgrund sackförmige Erweiterungen besitzt, u. a. Von den zahlreichen Pflanzen, deren Samen



Fig. 21. *Camponotus femoratus* (F.)
Rog. (Länge 13 mm.)

sich in den Ameisengärten entwickeln, sind zu nennen *Streptocalyx angustifolius*, *Fixus myrmecophila*, *Codonanthe uleana*, *Anthurium scolopendrium* und viele andere. Neuerdings sind Ameisengärten auch von Borneo bekannt geworden, die auf *Camponotus irritabilis* r. *winkleri* zurückzuführen sind und an der Gabelung von Baumästen als gekammerte Kartonnester hängen, deren Wandungen von Wurzeln epiphytischer Pflanzen durchsetzt sind.

Künstliche Züchtung von Herzmuskelzellen.

Von Prof. Dr. du Bois-Reymond, Berlin.

Vor etwa 12 Jahren war eine der am lebhaftesten umstrittenen Fragen auf dem Gebiete der Physiologie die Frage nach dem Ursprung der Herztätigkeit.

Die Tätigkeit des Herzens, als eines Muskels, besteht in rhythmischen Zusammenziehungen, die das Blut durch den Körper treiben. Die sogenannten „willkürlichen“ Muskeln, wie zum Beispiel die Muskeln der Glieder, ziehen sich aber nur zusammen, wenn sie durch ihre Nerven dazu angeregt werden. Ein Muskel, dessen Nerv durchschnitten ist, verharrt vollkommen untätig, wenn er nicht etwa auf ganz besondere Weise, zum Beispiel durch elektrische Schläge, gereizt wird. Daher mußte es auf den ersten Blick als beinahe selbstverständlich erscheinen, daß auch der Herzmuskel zu seiner Tätigkeit durch Nerven veranlaßt werde. Gegen diese naheliegende Annahme lassen sich aber gewichtige Einwände erheben: Auch ein ausgeschnittenes Herz, das nicht mehr unter dem Einfluß des Zentralnervensystems steht, setzt seine regelmäßige Tätigkeit einige Minuten lang, und wenn es mit Nährstoffen und Sauerstoff versorgt wird, tagelang fort. Das würde indessen noch kein Beweis sein, daß der

Herzmuskel der Anregung durch Nerven nicht bedürfte, denn im Herzen selbst sind sehr beträchtliche Mengen von Nervenzellen und Nervenfasern vorhanden. Diese Nervenzellen und Nervenfasern entwickeln sich aber, wie man aus embryologischen Untersuchungen weiß, erst zu einer Zeit, in der der Herzmuskel schon ausgebildet ist und seine regelmäßige Tätigkeit schon lange ausübt. Wenigstens auf dieser frühen Stufe der Entwicklung muß also die Ursache der rhythmischen Zusammenziehungen im Muskel selbst gelegen sein, sie muß „myogen“ sein.

Von dieser Tatsache ausgehend, wird man es nun nicht mehr für durchaus selbstverständlich halten können, daß beim vollentwickelten Tiere der Herzmuskel durch Nerven erregt werde. Im Gegenteil wird man dazu neigen, mit *Engelmann* die Fähigkeit zu selbständiger rhythmischer Tätigkeit als eine Grundeigenschaft der Muskelsubstanz überhaupt anzusehen. Zu dieser Auffassung war *Engelmann* auch schon durch Studien auf ganz anderen Gebieten gebracht worden. Überblickt man die ganze Tierreihe, so findet man, daß die Muskeltätigkeit nur den höher entwickelten Tierkreisen zukommt, während sie den Urtieren fehlt. Bei diesen erfüllt die anscheinend in allen ihren Teilen vollständig gleichmäßige Protoplasamasse alle die Funktionen, zu denen bei den höherstehenden Tieren verschiedene Organe und verschiedene Organsysteme ausgebildet sind. Es wäre also ganz gut denkbar, daß der Herzmuskel sich die Fähigkeit bewahrte, rhythmisch tätig zu sein, und daher keiner Anregung „neurogener“ Art bedürfte. Daß trotzdem Nerven zum Herzen hinlaufen, und daß das Herz selbst von Nervenzellen und Nervenfasergeflechten durchsetzt ist, tut der Hypothese vom myogenen Ursprung des Herzschlages keinen Abbruch, denn es steht fest, daß die von außen her zum Herzen tretenden Nerven nicht zur Erregung, sondern nur zur Regelung der Herztätigkeit dienen, und dasselbe könnte von den im Innern gelegenen nervösen Elementen gelten.

Wie gesagt, ist über diese Frage vor mehreren Jahren lebhaft gestritten worden. Man führte das Wort „neurogen“ ein, um den Gegensatz zwischen der älteren und der neuen Anschauung schärfer hervortreten zu lassen. Neben vielen einzelnen Untersuchungen, die darauf gerichtet waren, in einem oder dem anderen Sinne entscheidende Tatsachen festzustellen, entstanden umfangreiche Streitschriften, die den Stand der ganzen Frage mit mehr oder weniger Sachlichkeit erörterten.

Inzwischen wurde durch die Erfindung des Saitengalvanometers von *Einthoven* ein neues Mittel geschaffen, die Zusammenziehungen des Herzmuskels zu untersuchen. Bis dahin hatte man die elektrischen Ströme, die bei der Tätigkeit des Herzens auftreten, nur mit Hilfe des Capillarelektrometers nachweisen können. Beim Gebrauche dieses Instrumentes war man vor zufälligen Störungen seines Ganges nie recht sicher, und außerdem mußten seine Angaben, um den wahren Wert der Stromschwankungen zu erkennen, erst einer um-

ständlichen Ausmessung und Berechnung unterworfen werden. Das Saitengalvanometer ist zuverlässiger und empfindlicher und zeigt überdies ohne merklichen Fehler den Stromverlauf selbst an. Nachdem *Einthoven* das Kunststück ausgeführt hatte, die Herzströme von Kranken auf mehrere Kilometer Entfernung in sein Laboratorium zu leiten und dort mit dem Saitengalvanometer die Diagnose zu stellen, wurde die Anwendung der „Elektro-Kardiographie“ zur klinischen und zur physiologischen Untersuchung des Herzens schnell allgemein. Man suchte aus der Form der Stromschwankungen auf die Form der Muskeltätigkeit des Herzens zu schließen. Die Fragen nach dem örtlichen Verlauf der Zusammenziehung und nach der Erregungsleitung, die diesen Verlauf bedingt, traten so sehr in den Vordergrund, daß darüber der Streit um neurogenen oder myogenen Ursprung der Herztätigkeit verstummte.

In neuester Zeit ist nun eine Beobachtung gemacht worden, die vor zehn Jahren als eine wesentliche Stütze der Lehre vom myogenen Ursprung der Herztätigkeit das größte Aufsehen erregt haben würde. Wie so oft in der Geschichte der Forschung ist auch hier die Arbeit auf einem scheinbar ganz fernliegenden Gebiet plötzlich für die Frage nach dem Ursprung der Herztätigkeit wichtig geworden.

Schon im Jahre 1907 hatte der amerikanische Forscher *Harrison* die Vorgänge des Wachstums und der Heilung der tierischen Gewebe an außerhalb des Körpers in künstlichen Nährflüssigkeiten aufbewahrten Gewebestücken beobachtet. Er wies zum Beispiel nach, daß aus Stückchen des Zentralnervensystems von Froschlaven, die in die Lymphflüssigkeit von ausgewachsenen Fröschen gebettet waren, die Achsenzylinderfortsätze der Nervenfasern weit hervorwachsen. Dieses Verfahren wurde von anderen, bekanntlich auch von dem berühmten Chirurgen *A. Carrel*, weiter ausgebildet, und es ist dafür nach Analogie des Ausdrucks „Bakterienkultur“ die Bezeichnung „Gewebskultur“ in Gebrauch gekommen. Mit diesem Worte soll besonders hervorgehoben werden, daß es sich um Neubildungen lebender Gewebe in der künstlichen Umgebung handelt. Gewebestücke in künstlichen Nährflüssigkeiten lebend zu erhalten, ist eine viel ältere Erregenschaft.

Ein wesentlicher Fortschritt in der Technik dieses Versuchs wurde dadurch erreicht, daß *Montrose T. Burrows* an Stelle der Lymphe Blutplasma setzte. In diesem Mittel ließen sich verschiedene Gewebe, nicht nur vom Kaltblüter, vom Frosch, sondern auch vom Warmblüter, vom Hühnchen, in embryonalen Zustand mit Erfolg kultivieren. Für die Erforschung der bösartigen Geschwülste erwies sich die Gewebekultur als brauchbares Hilfsmittel. *Burrows* brachte dann die Bedingungen der künstlichen Kultur denen des natürlichen Stoffwechsels noch viel näher, indem er eine dauernde Durchspülung des Kulturgefäßes mit der Nährflüssigkeit einrichtete. Dadurch ist zugleich mit der Zufuhr der Nahrung auch für die Abfuhr der verbrauchten Stoffe gesorgt.

Schon ohne diese Verbesserung seiner Methode konnte nun *Burrows* Muskelfasern vom Herzen von Hühnerembryonen bis zu 8 Tagen lebend und schlagend erhalten. In der weiteren Verfolgung dieser Versuche, die von *Braus* und von *Carrel* bestätigt wurden, hat *Burrows* den embryonalen Herzmuskel bis 30 Tage lang in regelmäßigem Rhythmus tätig gesehen. Wurden Stücke des Herzens ausgeschnitten, so erhielten sie sich nicht immer funktionsfähig, sondern es hing von der Stelle des Herzens, von der sie stammten, und vom Alter der Embryonen ab, ob sie Pulsation zeigten oder nicht. Die verpflanzten Gewebestücke zeigten außerdem deutlich Wachstumserscheinungen. Einzelne Zellen aus dem Gewebe wanderten in den umgebenden Nährboden aus und setzten sich dort fest. Dann trat Teilung und Vermehrung ein, sodaß hier unzweifelhaft *Neubildung echter Herzmuskelzellen unter dem Mikroskop beobachtet* werden konnte.

Diese ganz neu gebildeten Zellen begannen nun sich gerade so wie die dem lebenden Embryo entnommenen in regelmäßigem Rhythmus zusammenzuziehen. Der Rhythmus der Kulturen stimmte im allgemeinen mit dem des Herzens der lebenden Tiere überein.

Die Bedeutung dieser Beobachtungen für die alte Streitfrage nach neurogenem oder myogenem Ursprung der Herztätigkeit ist klar. Es scheint, daß auf dem Wege der Kultur von Herzmuskelzellen, vielleicht in Verbindung mit Herznervenzellen, die Frage muß entschieden werden können. Ja, man könnte sagen, daß schon das vorliegende Beobachtungsmaterial genügt, um vorauszusagen, wie die Entscheidung ausfallen wird. Der schroffe Gegensatz, der früher den Streit so sehr verbittert hat, wird verschwinden: Wenn frisch gezüchtete Herzmuskelzellen selbständig rhythmische Tätigkeit zeigen, kann kein Zweifel mehr sein, daß myogene Herzbewegung möglich ist. Wenn ferner *Burrows* einen merklichen Unterschied zwischen Embryonen verschiedenen Alters darin findet, daß das Herzgewebe der jüngeren selbständig schlägt, das der älteren nicht, so liegt der Schluß nahe, daß die Herztätigkeit zwar beim Embryo myogenen Ursprungs ist, beim älteren Tiere aber neurogener Reizung bedarf.

Nun gibt *Burrows* in einer Anmerkung noch an, daß durch besondere Versuchsbedingungen auch die Herzmuskelzellen von älteren Embryonen in der Kultur zu rhythmischer Tätigkeit gebracht werden können. Was für Bedingungen das sind, will er erst bei einer späteren Gelegenheit mitteilen. Diese Mitteilung dürfte dann zugleich Aufschluß darüber enthalten, ob beim ausgewachsenen Tiere rein myogene Herzerregung angenommen werden kann.

Literatur ist angeführt bei:

Nicolai, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1910, physiol. Abt., S. 1.

Burrows, Münchener Medic. Wochenschr. 1912, Nr. 27, S. 1473.

Über das Verhältnis der Geschichte der Medizin zur modernen Heilkunde und den Wert medizinhistorischer Forschung für diese.

Von Privatdozent Dr. med. et phil. Paul Diepgen,
Freiburg i. Br.

Die Geschichte der Medizin ist ein Teil der Kulturgeschichte; sie hat die Aufgabe, die Stellung der Menschen zum Problem vom Wesen des normalen Lebens und der Krankheit im Wandel der Zeiten zu ergründen. Das, was man historische Parasitologie und Biologie der Krankheitserreger, auch historische Epidemiologie nennt, gehört, wie die gesamte historische Pathographie und die von *Pagel*¹⁾ so bezeichnete „medizinische Geschichte“²⁾ streng genommen nicht hierher. Es wird getrennt zu behandeln sein; denn bei diesen Disziplinen ist die historische Untersuchung nur Mittel zum Zweck der Lösung naturwissenschaftlicher Probleme, oder unsere modernen biologisch-pathologischen Kenntnisse werden zur Aufklärung historischer Fragen verwendet. In keinem Fall wird die Geschichte der Medizin um ihrer selbst willen betrieben.

Derjenige, welcher Medizingeschichte betreibt, arbeitet mit der Methode des Historikers. Da diese Arbeitsmethode den meisten Medizinern unbekannt ist, wird sie von ihnen in ihrer Zuverlässigkeit unterschätzt. Darin liegt einer der Gründe, weshalb der Durchschnittsmediziner geneigt ist, die Geschichte seines Faches als nebensächlich für Ausbildung, Forschung und Praxis anzusehen. Mit der Berechtigung oder Nichtberechtigung dieser Ansicht steht oder fällt die Arbeit des Medizinhistorikers. Er muß sich daher mit der Frage auseinandersetzen. Wenn es auch nicht, wie ein Blick auf das Literaturverzeichnis lehrt, an Arbeiten über den Gegenstand fehlt, so ist es doch immer noch zeitgemäß, wieder auf ihn einzugehen, weil diese Arbeiten zwar mit Beifall aufgenommen, aber nicht beherzigt worden sind, und vor allem, weil glückliche Ergebnisse neuerer medizinhistorischer Untersuchungen imstande sind, wertvolles Material zu der Frage zu liefern.

Man kann in der modernen wie in der alten Heilkunde zwei Formen medizinischer Tätigkeit unterscheiden; die erste bemüht sich, die Naturgesetze zu erkennen, nach denen normales Leben und Krankheit entstehen und ablaufen, die zweite sucht die gewonnenen Kenntnisse zur Diagnose, Verhütung und Heilung der Krankheit auf den Menschen anzuwenden. Erstere ist nichts anderes als Naturwissenschaft. Als solche gehört sie zu den generalisierenden, wertfreien Wissenschaften im Sinne *Rickerts*³⁾ und tritt methodisch in Gegensatz zur Geschichte, die individualisierend und

wertbeziehend verfährt¹⁾. Es ist klar, daß man mit der historischen Methode, man müßte denn die Lehre von der Ontogenie und Phylogenie als historische Disziplinen bezeichnen, für die Lösung eines naturwissenschaftlichen Problems direkt nichts gewinnt. Die zweite Form der Medizin kann — philosophisch gedacht — nichts anderes sein als Kunst oder, besser ausgedrückt, Technik, gerade so gut, wie etwa die angewandte Jurisprudenz, die Pädagogik usw. Das klingt manchem vielleicht befremdend und bedarf daher einer etwas ausführlicheren Begründung.

Bei der Anwendung der Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung auf den Menschen für die Erkennung, Verhütung und Heilung von Krankheiten verfährt der Mediziner auf zwei Arten von Methoden, die man mit verschiedenen Bezeichnungen auseinander gehalten hat. Die einen wendet er an, weil er die Art ihrer Wirkung naturwissenschaftlich kennt und exakt erklären kann; man hat sie wohl als „rationelle“ Medizin zusammengefaßt. Der Ausdruck sei beibehalten, obwohl er leicht zu Mißverständnissen Veranlassung geben kann. Die zweite Gruppe bilden die rein „empirischen“ Methoden; sie werden in Anwendung gebracht, weil die Erfahrung in der Praxis gelehrt hat, daß sie nützlich sind, ohne daß man imstande ist, sich über die Art der Wirkung Rechenschaft zu geben. Es ist gewiß das zu erstrebende und erhoffende Ideal, daß die „rationelle“ Medizin einmal die Alleinherrscherin wird, aber heute sind wir von diesem Ziel noch weit entfernt²⁾. Als Beispiel für eine auf „rationellem“ Wege gewonnene Diagnose sei auf die Erkennung des Typhus mit Hilfe der Widalschen Reaktion verwiesen. „Empirisch“ stellt man einen Muskelrheumatismus aus den von ihm verursachten Schmerzen fest. „Rationell“ ist die Behandlung des Diphtheriekranken mit dem Behringschen Heilserum, ganz und gar „empirisch“ die moderne Geschwulsttherapie mit Röntgen- und Radiumstrahlen.

Darüber, daß die „empirische“ Behandlung innerer Krankheiten mit der gleichen Berechtigung wie die operative Chirurgie der Technik zugezählt werden muß, kann ein Zweifel nicht bestehen. Das Arbeiten mit den „rationellen“ Methoden nennt man herkömmlich wissenschaftliche Medizin. Diese Bezeichnung trifft nur teilweise zu. Wenn der Arzt einem Individuum eine Injektion von Di-

¹⁾ Die Naturwissenschaft will die allgemein gültigen Naturgesetze ohne Rücksicht auf ihren Wert für die Kultur, die Geschichte den einmaligen historischen Vorgang in Beziehung auf Kulturwerte erfassen.

²⁾ Zahlreiche Beispiele dafür, wie weit die Heilkunde unserer Tage imstande ist „rationell“ oder „empirisch“ zu behandeln, finden sich bei *Petrén* (22). Die von *Petersen* (21), S. 7, im Jahre 1877 auf Grund historischen Rückblickes geäußerte Ansicht, daß die Heilkunde „in ihrer aktuellen Gestalt keineswegs einen bloßen Appendix der wissenschaftlichen Pathologie ausmacht, sondern ihr relativ selbständig gegenübersteht“, hat für die jetzige Ärztegeneration auch noch Gültigkeit, wenn gleich in geringerem Umfang. Gäbe es in der Heilkunde keine Empirie mehr, so würde das fortfallen, was man ärztliche Kunst nennt. Davon kann aber heute trotz *Magnus* (15), S. 119 f., keine Rede sein. Vgl. auch *Leyden* (14), S. 17.

¹⁾ *Pagel* (19), S. 153 f.

²⁾ D. h. die Betrachtung von (historischen) Personen und Vorgängen unter biologisch-pathologischen Gesichtspunkten.

³⁾ Vgl. hierzu *Rickert* (25) und *Mehlis* (17).

phtherieserum macht und die Chancen des Erfolges in Erwägung zieht, arbeitet und denkt er rein naturwissenschaftlich, also im Sinne der wissenschaftlichen Medizin, aber jedes Individuum ist verschieden, niemals kann sich ein Organismus bei der ärztlichen Anwendung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse auf den Menschen ganz genau gleich verhalten wie ein anderes, und so bleibt immer etwas übrig, was der Arzt nicht mit Hilfe seiner Naturwissenschaft erkennen, voraussagen und in seiner Wirkung bestimmen kann, wo seine ärztliche Kunst, mit anderen Worten, Technik in Anwendung kommen muß. Der Arzt wird daher, um bei dem angezogenen Beispiel zu bleiben, vor der Injektion des Diphtherieserums die gesamte Individualität seines Kranken und die Besonderheit des Krankheitsverlaufs ins Auge fassen und so technisch sein naturwissenschaftliches Verfahren auf seine Indikation und seinen voraussichtlichen Erfolg beurteilen. Er stützt sein Urteil auf das, was v. Helmholtz¹⁾ als künstlerische Induktion von der logischen Induktion unterschieden hat.

Das Wesen der Technik kann aber erst durch ihre Geschichte, durch die Kenntnis ihrer Entwicklung wissenschaftlich erschlossen werden. Das, was unserem ärztlichen Handeln, natürlich abgesehen von den hohen ethischen Zielen, die ihm vorschweben, auch da, wo es technisch bleibt, den Adel verleiht und es über das Handwerk erhebt, ist die Geschichte der jahrtausende langen Entwicklung seiner Technik.

Nach diesen wissenschaftsphilosophischen Auseinandersetzungen betrachten wir, welchen *praktischen Nutzen* die Kenntnis der Ergebnisse der Medizingeschichte dem modernen Mediziner zu bieten hat. Auch hier empfiehlt es sich, die oben getrennten beiden Arten medizinischer Betätigung auseinander zu halten. Eine unmittelbare Aufklärung über die Naturgesetze, denen der Körper in gesunden und kranken Tagen unterliegt, kann man nicht erwarten; denn, daß man aus den mit ungenügenden Mitteln angestellten Beobachtungen und den aus ihnen gefolgerten verfehlten Theorien früherer Ärztegenerationen etwas Besseres lernen könnte, als was wir mit der exakten naturwissenschaftlichen Methode erreicht haben, wird niemand ernsthaft behaupten. Sie gehören als Irrtum der Vergangenheit an. Um so wertvoller ist die Kenntnis des historischen Entwicklungsganges für die Erfassung der Grundlagen unserer Forschungsmethode, der erkenntnis-theoretischen Prinzipien der medizinisch-naturwissenschaftlichen Forschung. Indem die Geschichte der Medizin zeigt, wie die in unseren Augen verfehlten Anschauungen der Vergangenheit, in denen doch manches Körnchen Wahrheit steckte, entstanden sind und entstehen mußten, wie sie von der gesamten Kultur ihres Zeitalters getragen wurden und aus ihrem Zeitalter heraus erklärlich werden, gibt sie dem modernen Mediziner das Verständnis für den Entwicklungsgang seiner eigenen Arbeit, ohne das nun einmal eine wirksame Tätigkeit auf irgend einem Ge-

biet der Kultur unmöglich ist, gibt sie ihm den Hinweis, wo der Irrtum und wo die Probleme liegen, und schärft sein kritisches Gefühl, welches sich, wenn die Kritik erschöpfend sein soll, nicht nur auf das Dingliche und Gegenwärtige einer Tatsache, sondern auch auf die Vergangenheit erstrecken muß. Darüber ist von älteren und jüngeren Forschern genug gesagt worden. Ich nenne nur *Quitmann*, *Henschel*, *Puschmann*, *Pagel*, *Magnus*¹⁾. Erst kürzlich hat *Sudhoff*²⁾ in diesem Sinne über das Verhältnis von Fragen der modernen Pathologie zu pathologischen Anschauungen der Vergangenheit in überzeugender Weise abgehandelt. Wäre die Wirkung medizinhistorischer Kenntnisse für den modernen Forscher hiermit erschöpft, es genügte vollständig, um die kleinste Detailarbeit³⁾, welche die Bausteine zum Ganzen liefert, zu rechtfertigen, und man brauchte gar nicht mehr zu fragen, ob die geschichtliche Erfahrung auch imstande ist, den Mediziner in Einzelfragen zu fördern.

Tatsächlich ist das nun für den Teil der ärztlichen Tätigkeit der Fall, den ich als den technischen abgrenzte. Solange es eine ärztliche Kunst gibt, wird der Arzt aus der Geschichte seines Berufes auch direkt etwas lernen können; denn die Erfahrungen, die ihn, soweit er technisch arbeitet, leiten, können nicht nur von ihm selbst gemacht sein. Er ist daher auf die Tradition angewiesen. Erst durch Vergleich der Erfahrungen anderer mit den eigenen kommt er zum Ziel. Wenn er sich auf die „Literatur“ stützt, betätigt er sich eigentlich als Historiker, und auf die Literatur kann und will doch heute niemand verzichten, auch wenn man von der mehr egoistischen Frage der Priorität absieht. Es ist kein Grund einzusehen, weshalb die Tradition nicht weiter zurückverfolgt wird, als wie es gewöhnlich geschieht, bis zum Beginn unserer naturwissenschaftlichen Ära. Der Mensch ist, soweit es eine Geschichte gibt, biologisch und psychologisch derselbe geblieben, und unter den Ärzten der vergangenen Jahrhunderte und Jahrtausende fanden sich Heilkünstler, die da, wo auch der heutige Arzt noch Techniker sein muß, unbeirrt von den verfehlten Doktrinen ihrer Zeit vermöge ihres Scharfblickes individualisierend das Richtige trafen und ihrem Patienten wirklich halfen. Die so moderne physikalisch-diätetische Therapie war in der Antike bereits in ganz hervorragender Weise ausgebildet. Warum sollen wir heute von den Alten nichts mehr lernen können? Daß die hippokratischen Grundsätze der Krankenbehandlung, soweit

¹⁾ S. das Literaturverzeichnis.

²⁾ Vgl. *Sudhoff* (29).

³⁾ Mit seiner Unterschätzung der Detailarbeit, der „philologisch-antiquarischen“ Bearbeitung, wie er es nennt, übersieht *Sciffert* (27), der die Aufgabe und Stellung der Geschichte der Medizin im Unterricht sonst in sehr richtiger Weise erörtert, vollständig, daß dieselbe die unumgänglich notwendige Basis der Forschung ist, mit deren Hilfe die Geschichte der Medizin den von ihm gezeichneten hohen ethischen u. a. Zielen zustreben soll. Mit einer künstlerischen Darstellung der historischen Entwicklung in genetischem Sinne ist es nicht getan. Die Ergründung der historischen Wahrheit muß das Fundament bleiben.

sie *Heilkunst* ist, noch heute unser Leitstern sind, ist wohl allgemein anerkannt¹⁾. An Beispielen für die Anregung, die aus historisch gewordenen Autoren geschöpft wurde, fehlt es nicht. Durch die Lektüre des *Plinius* wurde *C. Himly* im Jahre 1800 auf die pupillenerweiternde Eigenschaft des *Hyosciamus* und der *Belladonna* geführt²⁾. Ein sehr lehrreiches Beispiel für die unmittelbare Anregung, die man aus der Geschichte des Faches schöpfen kann, bietet der Krankenhausbau. Hier liegt es auf der Hand, daß der Baumeister aus ihr für die innere fachliche Anlage eines Hospitals gerade so viel Nutzen zieht, wie aus der Kunstgeschichte für die künstlerische Ausgestaltung. Häufiger kann man nachweisen, wie manche Errungenschaft durch mangelnden historischen Sinn im Laufe der Zeit verloren ging. Zu den bei *Puschmann*, *Pagel*, *Magnus* u. a. erwähnten Beispielen dieser Art möchte ich noch darauf hinweisen, daß eine so wichtige geburtshilfliche Operation wie die Wendung von *Aetius von Amida* (Mitte des VI. Jahrhunderts) bis auf *Arnold von Villanova* (Ende des XIII. Jahrhunderts) aus der ärztlichen Literatur völlig verschwindet³⁾, daß bildliche Darstellungen von Operationen in (Trendelenburgscher) Beckenhochlagerung sich bereits in mittelalterlichen Handschriftenminiaturen finden. Es ist eine auf den ersten Blick so befremdende Tatsache, daß die viel versprechenden Ansätze zur Perkussion und Auskultation bei antiken Ärzten in ihrer Bedeutung so völlig übersehen werden konnten, daß diese diagnostischen Methoden von *Auenbrugger* und *Laennec* sozusagen aus dem Nichts geschaffen werden mußten⁴⁾. Sie erklärt sich sicher zum Teil aus dem mangelnden historischen Sinn späterer Generationen, welche die antike Heilkunde als etwas Gegenwärtiges empfanden und nicht als eine zurückliegende, weiter entwicklungsfähige Phase im Werdegang der Medizin. Man soll nicht sagen, heute wäre es unmöglich, eine Heilmethode zu vergessen. Indem man es zugibt, braucht man durchaus nicht mit einem überlegenen: Alles ist schon dagewesen zur Unterschätzung der modernen Heilkunde zu kommen, was gerade so unhistorisch wäre, wie die Verachtung der Vergangenheit. In seinem eben erschienenen Buche: *Leben und Arbeit*⁵⁾ zeigt *W. A. Freund*, wie seine wichtige Arbeit über den Zusammenhang der Lungenspitzen tuberkulose mit verengter oberer Brustapertur erst neuerdings „aus fünfzigjährigem todähnlichem Schlaf in einer Auf-erstehung durch Entdeckung berühmter Fachmänner zu neuem Leben ans Licht gebracht wurde“. So ist es ein dem Medizinhistoriker wertvolles Gesandnis⁶⁾, wenn *Bier* in seiner „Hyperämie als Heilmittel“ auf die Schwierigkeiten aufmerksam macht, denen er bei seinen Forschungen durch das

Studium älterer Werke hätte aus dem Wege gehen können.

Wie der mangelnde historische Sinn das Gute vergessen ließ, trug er zur Festhaltung des Irrtums bei. Wieviel ist heute noch in der Volksmedizin und dem Kurpfuschertum lebendig von längst überwundenen therapeutischen Maßnahmen der Humoralpathologie, deren Entwicklung man nicht weiter verfolgte. Die Kenntnis dieser Entwicklung wird für den Mediziner die beste Grundlage zur Aufklärung des Publikums, die beste Waffe im Kampf gegen das Kurpfuschertum.

Wenn zu Beginn die Geschichte der Medizin von der historischen Epidemiologie und Pathographie abgegrenzt wurde, geschah das lediglich aus Gründen der Logik. Beide Disziplinen gehören zum Arbeitsgebiet des Historikers; denn sie lassen sich ohne Kenntnis der Stellung früherer Generationen zum Problem vom Wesen des normalen und krankhaften Lebens ebensowenig betreiben, wie ohne die Beherrschung der modernen Biologie und Pathologie. Daher ist es berechtigt, den Nutzen, den wir für die Aufklärung und die Bekämpfung der Krankheit aus ihnen ziehen, zum Teil der Medizingeschichte zugute zu schreiben, obgleich sie nur Hilfswissenschaft ist. Wichtige Gesichtspunkte eröffnen z. B. die Untersuchungen in dem alten Streit um den amerikanischen oder nichtamerikanischen Ursprung der Syphilis, welcher neuerdings durch die Forschungen von *Bloch*¹⁾ und *Sudhoff*²⁾ wieder aktuell geworden ist, für die Kenntnis des Verhaltens der Menschheit gegenüber der Spirochaete. *Bloch*, der Hauptvorkämpfer für den amerikanischen Ursprung der Lues, nimmt an, daß die Syphilis bei ihrem ersten Auftreten in Europa nach der Rückkehr der kolumbischen Schiffe bei einer bis dahin vollständig syphilisfreien Menschheit einen „jungfräulichen“ Boden vorfand, auf dem sie ihre Kraft ungehemmt entwickeln konnte, daß sie erst langsam ihre Heftigkeit, die anfangs Tausende ruinierte und tötete, verlor und die relativ milde Form annahm, die wir kennen, weil im Laufe der Jahrhunderte eine Art Immunisierung der Völker gegen den Syphiliserreger erfolgte. *Sudhoff* weist ihm entgegen nach, daß die schon früher auf europäischem Boden vorhandene Syphilis am Ende des XV. Jahrhunderts nicht eingeschleppt, sondern von der Menschheit entdeckt wurde, daß die Berichte der Zeitgenossen über die Zahl und Heftigkeit der Erkrankungen um diese Zeit übertrieben sind. Nach diesen Untersuchungen kann man an der Bloch'schen Theorie von einer im Laufe der Jahrhunderte eintretenden Abschwächung der luetischen Infektion, die die Möglichkeit eines völligen Aussterbens der Krankheit offen läßt, nicht festhalten und muß andere Gründe für den von der Geschichte konstatierten oft wechselnden Charakter der Syphilis als Volkskrankheit suchen. Auf Grund der historischen Untersuchung der Influenzaseuchen seit der Pandemie des Winters 1889/90 hat *Sticker*³⁾ wertvolle

¹⁾ Über die Bedeutung des Hippokratismus vgl. *Bäumler* (1).

²⁾ Cfr. *Neuburger* (18), S. 320.

³⁾ *Fasbender* (7).

⁴⁾ *Laennec* (13) sagt in der Vorrede (p. IX), daß er „durch verschiedene, ganz vergessene Methoden neue Zeichen“ erhalten habe.

⁵⁾ *Freund* (9).

⁶⁾ Cfr. *Sudhoff* (29).

¹⁾ *Ivan Bloch* (3 und 4).

²⁾ *Sudhoff* faßt seine Resultate in dem Londoner Vortrag (30) zusammen.

³⁾ *Georg Sticker* (32).

Aufklärungen über die Periodizität der Wiederkehr dieser Seuche gegeben, die sich aus der mit einer gewissen Regelmäßigkeit erfolgenden Veränderung des Charakters des Pfeifferschen Bazillus und der Disposition der Menschheit erklärt. Derselbe Forscher¹⁾ hat an der Geschichte der Epidemien gezeigt, wo auch für uns die Probleme der Seuchenbekämpfung liegen. Er hat mit ihrer Hilfe an den modernen Bestrebungen dieser Art Unzulänglichkeiten nachgewiesen, an denen selbst das Reichsseuchengesetz vom 30. Juni 1900 leidet²⁾. Für die Kenntnis der Gicht ist es durchaus nicht gleichgültig, ob sich an prähistorischen Knochen gichtische Veränderungen nachweisen lassen, und welche Lebensweise der primitive Mensch befolgte. Der Genealogie als der Lehre von den auf Abstammung beruhenden Verhältnissen der menschlichen Individuen haben wir in der Vererbungsfrage wertvolle Aufklärungen zu verdanken, die nur durch die Hilfe historischer Mitarbeiter zutage gefördert werden können³⁾.

Auf die oft betonte Bedeutung der Geschichte der Medizin für die Allgemeinbildung des Arztes und für die Entwicklung seiner ethischen Anschauungen gehe ich nicht ein. Ihre in den Kreisen der Historiker längst anerkannte Wichtigkeit für die Kulturgeschichte gehört nicht zum Thema.

Wenn man, um damit zum Schlusse zu kommen, die Berechtigung der Medizingeschichte aus einem instinktiven historischen Bedürfnis ableiten könnte⁴⁾, wären meine Ausführungen überflüssig gewesen. Ein solches ist in den Kreisen der Mediziner sicher vorhanden. Man braucht nicht an die schönen Worte zu erinnern, die v. Helmholtz, Virchow u. a. überragende Forscher, die selbst mitten im wissenschaftlichen Leben ihrer Zeit standen, für die Medizingeschichte gefunden haben. Es gibt — man möchte sagen, leider — fast keine Festrede, die nicht mehr oder weniger historisch gehalten ist. Solche aber, die der Medizinhistoriker nicht wegen mangelhafter historischer Kenntnisse und Auffassungen einer scharfen Kritik unterziehen müßte, sind äußerst selten. Man vergißt zu leicht, daß zur Betreibung von Geschichte gerade so viel ernste methodische Arbeit gehört, wie zur Lösung medizinisch-naturwissenschaftlicher Probleme, daß man in der Geschichte die Quellen vor sich haben muß, wie in der medizinisch-naturwissenschaftlichen Forschung das Objekt, daß man nicht bei der ersten besten Literatur stehen bleiben darf.

¹⁾ Georg Sticker (31 und 33).

²⁾ Die Geschichte der Pestepidemien zeigt, daß Maßregeln, die sich nur oder vorzugsweise an den Bazillus im kranken Menschen und in seinen Ausscheidungen und an die davon besudelten Sachen halten, wenig oder gar nichts erreichen können, weil sie die Zwischenträger, namentlich die Flöhe, nicht berücksichtigen. In ähnlicher Weise ergibt die Geschichte der Cholera und ihrer Abwehrmaßregeln, wie wenig auf einseitigen Kontagionismus gestützte Gewaltmaßregeln auszurichten imstande sind. Man vgl. hierzu namentlich Georg Sticker (34), S. 299—307.

³⁾ Vgl. hierzu Forst-Battaglia (8), S. 6 u. f. und Breymann (4).

⁴⁾ Nach Dietrich Schaefer (26), I, S. 6 treten historische Neigungen um so stärker auf, je höher eine Kultur entwickelt ist.

Literaturverzeichnis.

1. Bäumler, Eduard, Der Hippokratismus. Von ärztlicher Kunst und den Grenzen der Wissenschaft. Heft 1. München 1910.
2. Bernheim, Ernst, Lehrbuch der historischen Mode und der Geschichtsphilosophie. Fünfte und sechste Auflage. Leipzig 1908.
3. Bloch, Iwan, Der Ursprung der Syphilis. Erste und zweite Abteilung. Jena 1901 und 1911.
Derselbe, Das erste Auftreten der Syphilis (Lustseuche) in der europäischen Kulturwelt. Jena 1904.
4. Breymann, Über die Notwendigkeit eines Zusammengehens von Genealogen und Medizinern in der Familienforschung. Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie IX, 1912, S. 18—29.
5. Buttersack, Traditionen in der Medizin. Fortschritte der Medizin 1912, S. 1473—1474.
6. Dannemann, Fr., Die Geschichte der Naturwissenschaften in ihrer Bedeutung für die Gegenwart. Jahresbericht der Realschule Barmen 1912.
7. Fasbender, Heinrich, Geschichte der Geburtshilfe. Jena 1906.
8. Forst-Battaglia, Otto, Genealogie. In Meisters Grundriß der Geschichtswissenschaften. Leipzig-Berlin 1913.
9. Freund, W. A., Leben und Arbeit. Berlin 1913.
10. v. Helmholtz, Hermann, Reden und Vorträge. Erster Band. Braunschweig 1884.
11. Derselbe: Das Denken in der Medizin. Berlin 1877.
12. Henschel, A. W. E. Th., Ist die Geschichte der Medizin an der Zeit? Janus, N. F. I (1851), S. 1—23.
13. Lacnec, R. T. H., Abhandlung von den Krankheiten der Lungen und des Herzens und der mittelbaren Auskultation als eines Mittels zu ihrer Erkenntnis. Aus dem Französischen übersetzt von F. L. Meißner. Erster Teil. Leipzig 1832.
14. Leyden v. E., Das Denken in der heutigen Medizin. Berlin 1902.
15. Magnus, Hugo, Kritik der medizinischen Erkenntnis. Breslau 1904. Abhandlungen zur Geschichte der Medizin, Heft 10.
16. Derselbe, Der Wert der Geschichte für die moderne induktive Naturbetrachtung der Medizin. Ebenda, Heft 11.
17. Mehlis, Georg, Geschichtsphilosophie. Jahrbücher der Philosophie I (1913), S. 270—300.
18. Neuburger, Max, Geschichte der Medizin I. Stuttgart 1906.
19. Pagel, Julius, Medizinische Kulturgeschichte. Deutsche Geschichtsblätter V, 1904, S. 145—156.
20. Derselbe, Einführung in die Geschichte der Medizin. Berlin 1898.
21. Petersen, Jul., Hauptmomente in der geschichtlichen Entwicklung der medizinischen Therapie. Kopenhagen 1877.
22. Petré, Karl, Über die Grundlinien unserer gegenwärtigen Behandlung der inneren Krankheiten im Lichte der geschichtlichen Entwicklung betrachtet. Volkmanns Sammlung klinischer Vorträge. N. F. Nr. 641 (Innere Medizin Nr. 204).
23. Puschmann, Theodor, Die Bedeutung der Geschichte für die Medizin und die Naturwissenschaften. Deutsche medizinische Wochenschrift XV (1889), S. 817 bis 820.
24. Quitzmann, E. A., Die Geschichte der Medizin in ihrem gegenwärtigen Zustande. Zwei Bände. Karlsruhe 1843.
25. Rickert, Heinrich, Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft. Zweite Auflage. Tübingen 1910.
26. Schäfer, Dietrich, Weltgeschichte der Neuzeit. Band I. Berlin 1907.
27. Seiffert, Die Aufgabe und Stellung der Geschichte der Medizin im medizinischen Unterricht. Münchener medizinische Wochenschrift 1904, S. 1159—1161.
28. Sudhoff, Karl, Theodor Puschmann und die Aufgaben der Geschichte der Medizin. Ebenda 1906, S. 1669—1673.

29. Derselbe, Geschichte der Medizin. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung. Septemberheft 1913.

30. Derselbe, Der Ursprung der Syphilis. Leipzig 1913.

31. *Sticker, Georg*, Die Bedeutung der Geschichte der Epidemien für die heutige Epidemiologie. Ein Beitrag zur Beurteilung des Reichsseuchengesetzes. Zur historischen Biologie der Krankheitserreger, Heft 2. Gießen 1910.

32. Derselbe, Zur historischen Biologie des Erregers der pandemischen Influenza. Ebenda, Heft 4. Gießen 1912.

33. Derselbe, Die Pest. Abhandlungen aus der Seuchengeschichte und Seuchenlehre I, 1 und 2. Gießen 1908 und 1910.

34. Derselbe, Die Cholera. Ebenda Band II. Gießen 1912.

35. *Windelband*, Geschichte und Naturwissenschaft. Prorektoratsrede. Straßburg 1894.

Die folgenden einschlägigen Arbeiten waren mir leider nicht zugänglich.

1. *Pagel, Julius*, Die Analogien in der Geschichte der Medizin. Heilkunde V (1901), S. 566—569.

2. *Proksch, J. K.*, Die Notwendigkeit des Geschichtsstudiums in der Medizin. Bonn 1901.

3. *Puschmann, Th.*, Die Geschichte der Medizin als akademischer Lehrgegenstand. Wiener medizinische Blätter 1879, Nr. 44 und 45.

4. *Schmidtkunz, Hans*, Hochschulpädagogik und naturwissenschaftliche Historik. Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht aller Schulgattungen II (1909), S. 289—296, 344—366.

Über die „Kristallisationskraft“, eine Darstellung vom chemischen Standpunkte aus.

Von Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg, Claus-
thal i. H.

In neuerer Zeit treten in der geologischen Literatur Mitteilungen über Erscheinungen mehr und mehr hervor, die die Autoren durch Annahme einer besonderen Kraft, der „Kristallisationskraft“, deuten zu müssen glauben oder doch zu deuten geneigt sind. Eine scharfe Definition des Begriffs „Kristallisationskraft“ wird allerdings nicht gegeben, im Gegenteil zeigt eine kritische Durchsicht der Literatur, daß in der Hypothese von der „Kristallisationskraft“ recht verschiedene Erfahrungstatsachen zusammengefaßt werden. Allgemein, wenn auch nicht eindeutig, gekennzeichnet sind diese Erfahrungstatsachen dadurch, daß neben einem Kristallisationsvorgange eine mit ihm angeblich in kausalem Zusammenhange stehende mechanische Wirkung auftritt. Als Beweise für die neue Theorie, der manche Geologen eine sehr erhebliche Bedeutung beimessen, werden Erscheinungen in der Natur und Beobachtungen im Laboratorium angeführt. Nun bietet die richtige Deutung von Beobachtungen in der Natur erfahrungsgemäß große Schwierigkeiten, weil die einzelne Beobachtung nur einen Querschnitt aus dem Werdegang der Erscheinung liefert; der Vorgang läßt sich in der Regel nicht in seiner ganzen Entwicklung verfolgen. Demgegenüber verschafft das Experiment wesentliche Vorteile: es gestattet uns, den Vor-

gang in seiner ganzen zeitlichen Ausdehnung zu beobachten, wir können seine experimentellen Bedingungen genau feststellen und durch ihre Abänderung ihren Einfluß in systematischen Versuchen ermitteln. Daher spielt das Experiment, auch wenn es nicht sämtliche in der Natur erfüllten Bedingungen zu erfüllen vermag, doch eine ausschlaggebende Rolle, wenn es sich um die Charakterisierung einer neuen, bisher nicht beobachteten Naturkraft handelt. Darum sollen auch hier hauptsächlich die Beweise für die „Kristallisationskraft“ besprochen werden, die sich auf Beobachtungen im Laboratorium stützen, und Naturvorkommnisse sollen nur insoweit herangezogen werden, als es für die Erörterung des Problems wesentlich erscheint.

Damit man von der mechanischen Wirkung oder, was damit gleichbedeutend ist, von der Druckwirkung eines Kristallisationsvorganges zu reden berechtigt ist, müssen vor allen Dingen drei Bedingungen erfüllt sein: Erstens muß der Kristallisationsvorgang mit einer Vergrößerung des von dem System vor der Kristallisation eingenommenen Volumens verbunden sein, zweitens muß der Vergrößerung des Volumens in der Beschränktheit des vorhandenen Raumes ein äußeres Hindernis entgegenstehen, und drittens muß die Tendenz zum Eintritt der Kristallisation so groß sein, daß sie sich, über das äußere Hindernis triumphierend, den erforderlichen Raum mit Gewalt schafft. Hingegen darf man — das ist ja selbstverständlich — von „Kristallisationskraft“ dann nicht sprechen, wenn die mechanische Wirkung nicht durch Druck hervorgerufen wird, sondern sich als Folge irgendwelcher chemischer Vorgänge (eigentlicher chemischer Reaktionen, Auflösung u. dgl.) darstellt oder der kausale Zusammenhang zwischen der mechanischen Wirkung und dem Kristallisationsvorgange sonst zweifelhaft erscheint.

Die drei angeführten Bedingungen sind erfüllt bei der Kristallisation von Wasser in unzureichendem Raume oder, wenn man den Begriff der Kristallisation etwas weiter faßt, bei der in einer Art von Umkristallisation bestehenden Hydratisierung des Anhydrits. Kühlt man Wasser in einem verschlossenen Gefäß unter 0° ab, so vermag es — das ist ja allgemein bekannt — unter Erstarrung zu Eis das Gefäß zu zersprengen. Der Übergang von Wasser in Eis ist mit einer Volumvermehrung verbunden, der für den Vorgang zur Verfügung stehende Raum reicht nicht aus, und darum schafft sich die Reaktion schließlich, sobald nämlich die Tendenz zu ihrem Eintritt größer geworden ist als der ihr entgegenstehende, durch die Festigkeit des Gefäßes begrenzte Widerstand, gewaltsam Platz. Ganz analog liegen die Verhältnisse bei der Hydratisierung des Anhydrits: Die Reaktion verläuft unter starker Volumenvermehrung, das Volumen ist beschränkt, denn wenn auch das Wasser durch das Nachbargestein zu dem Anhydrit treten kann, so vermag doch dieser nicht auf dem umgekehrten Wege nach außen zu dringen, und darum erfolgt unter den bekannten Störungen die Umwandlung des Anhydrits in Gips, sobald das Hydratisierungs-

bestreben größer als der ihm entgegenstehende Widerstand wird.

Diese und ähnliche Vorgänge, bei denen der Zusammenhang zwischen dem Kristallisationsvorgange und der Druckwirkung unzweifelhaft vorhanden ist und deren mathematisch-thermodynamische Behandlung auch keine größeren Schwierigkeiten bietet, werden nun aber gerade *nicht* als typische Äußerungen der „Kristallisationskraft“ angesehen. Die „Kristallisationskraft“ betrifft vielmehr gewisse Erscheinungen, die vornehmlich bei der Ausscheidung von Salzen aus wässrigen Lösungen auftreten sollen und deren Besprechung wir uns nunmehr zuwenden wollen.

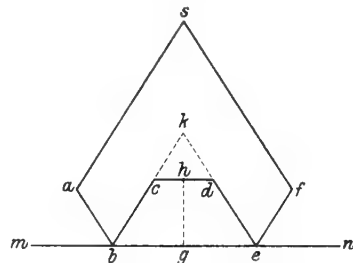
Bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen Kristallisation aus wässriger Lösung und Druck haben wir prinzipiell zwei Dinge scharf voneinander zu trennen: Entweder ist das ganze, aus Lösung und Bodenkörper bestehende System oder es ist nur der Bodenkörper der Wirkung des Druckes ausgesetzt. Beide Fälle lassen sich theoretisch, d. h. thermodynamisch, mit Hilfe des Le Chatelier-van't Hoff'schen Prinzips leicht behandeln. Bringt man ein aus Lösung und Bodenkörper bestehendes, im Gleichgewicht befindliches System unter Druck, so tritt nach dem genannten Prinzip der Vorgang ein, der mit einer Volumenverminderung des dem Drucke Ausgesetzten verbunden ist. Der erste Fall, nämlich der Fall, daß der Druck sich gleichmäßig auf Lösung und Bodenkörper erstreckt, ist im wesentlichen mit der weiter oben besprochenen Kristallisation von Wasser unter Druck identisch und spielt auch in der Lehre von der „Kristallisationskraft“ keine Rolle; für sie kommt vielmehr nur der zweite Fall in Frage, der Fall, daß der Druck nur den Bodenkörper trifft.

Nach dem Le Chatelier-van't Hoff'schen Prinzip muß sich ein mit seiner Lösung im Gleichgewichte stehender Kristall auflösen, wenn er, etwa durch ein auf ihn gelegtes Gewicht, gepreßt wird, eine Folgerung, auf die *Riecke* zuerst hingewiesen hat und die in der geologischen Literatur daher wohl auch als „*Rieckesches Prinzip*“ bezeichnet wird. Ein gepreßter Kristall ist also — so läßt sich die Folgerung am einfachsten ausdrücken — stets leichter löslich, als wenn er nicht gepreßt wird. Legt man daher zwei gleiche Kristalle nebeneinander in ihre gesättigte und vor Verdunstung und Temperaturschwankungen geschützte Lösung und belastet den einen mit einem Gewicht, so wird dieser eine sich allmählich auflösen, indem gleichzeitig der andere — wir sehen hier der Einfachheit wegen von der Möglichkeit des Auftretens neuer Kristalle ab — in demselben Maße wächst, wie jener sich löst. Für die Lehre von der „Kristallisationskraft“ folgt daraus der Satz, daß aus einer Lösung sich ausscheidende Kristalle bei der Kristallisation niemals einen Druck ausüben werden, solange die Möglichkeit der Kristallisation ohne Leistung mechanischer Arbeit vorhanden ist. Ausscheidung von Kristallen aus Lösungen, die sich *nicht* in vollständig geschlossenen, von ihnen vollkommen ausgefüllten Räumen befinden, und „Kristallisationskraft“ sind daher zwei nicht mit-

einander vereinbare Dinge; gerade dort also, wo die „Kristallisationskraft“ sich äußern soll, kann sie nach den Lehren der Thermodynamik nicht auftreten.

Mit diesem Ergebnis lassen sich nun gewisse in der Literatur beschriebene Versuche nicht vereinigen. Vor allen Dingen sind hier zwei Versuche, der von *Klocke* und der von *Becker* und *Day* anzuführen, von denen besonders der zweite in geologischen Kreisen große Beachtung gefunden hat und wohl als eine der zuverlässigsten, wenn nicht als die zuverlässigste Stütze für die Lehre von der „Kristallisationskraft“ gilt.

Klocke nahm einen oktaedrisch ausgebildeten Alaunkristall *cdk* (vgl. die schematische Abbildung), schloß an ihn eine Würfelfläche *cd* an, legte ihn mit der Würfelfläche nach unten in eine verdunstende Alaunlösung und ließ ihn wachsen. Der Kristall wuchs nun, so gibt *Klocke* an, nicht nur nach der Seite und nach oben, sondern auch nach unten, so



daß er nach einigen Monaten die Form *abcdef* hatte. Demnach wäre also der ursprüngliche Kristall *cdk* während des Wachstums um die Strecke *gh* über die Unterlage *mn*, auf der er bei Beginn des Versuches gelegen hatte, emporgehoben worden.

Von viel größerer Bedeutung als der Klockesche Versuch ist, weil in neuester Zeit angestellt, der Versuch von *Becker* und *Day*. *Becker* und *Day* legten einen Alaunkristall in eine gesättigte Alaunlösung, belasteten ihn mit einem Gewicht von 1 kg und ließen ihn, durch Verdunstung oder Abkühlung der Lösung, wachsen. Die Vergrößerung des wachsenden Kristalls geschah nun, so berichten die beiden Autoren, nicht nur nach der Seite hin, sondern der Kristall wuchs auch — durch Stoffanlagerung von unten her — in die Höhe und dabei hob er natürlich das auf ihm lastende Gewicht.

Die Schwierigkeiten, die die beiden Versuche der Thermodynamik bieten, liegen auf der Hand; sie lassen sich in der Tat nur durch besondere, durch keine sonstige Erfahrung gerechtfertigte Hilfshypothesen überwinden. Auch verlangen die Versuche eine prinzipielle Umänderung unserer Anschauungen über die Art und Weise des Kristallwachstums: sie führten zu der überaus kühnen Parallelisierung oder gar Identifizierung des Kristallwachstums mit dem nicht wie jenes durch Stoffanlagerung von außen, sondern von innen heraus erfolgenden Wachstum der Pflanzen oder dem in ähnlicher Weise zustande kommenden Quellungs-

druck von Gelatine u. dgl. Wenn die Versuche trotz dieser Bedenken als wertvolles Beweismaterial für die „Kristallisationskraft“ anerkannt wurden, so lag dies einerseits wohl daran, daß dem Geologen besonders die schwerwiegenden thermodynamischen Bedenken ferner lagen, und andererseits und vielleicht hauptsächlich daran, daß die Lehre von der „Kristallisationskraft“, wenn sie angenommen werden dürfte, der Geologie viele wertvolle Vorteile bot: Gerade so, wie der wachsende Alaunkristall im Becker-Dayschen Versuch das Gewicht vom Boden des Gefäßes abgedrängt hatte, sollten auch Spalten und Klüfte im Gebirge durch die „Kristallisationskraft“ der sich in ihnen ablagernden Gangmassen gebildet oder doch, nach Maßgabe des Bedürfnisses, erweitert werden, eine Vorstellung, die überdies dem Geologen keineswegs neu und überraschend erschien, sondern bereits seit dem Jahre 1836, als sie zum ersten Male v. *Weißbach* ausgesprochen hatte, bekannt und vertraut war.

Unter diesen Umständen war die experimentelle Nachprüfung der Angaben von *Klocke* und von *Becker* und *Day* eine wichtige Aufgabe, und es haben auch, wie ja von vornherein wahrscheinlich war, die beiden Versuche der Nachprüfung nicht standgehalten. *W. Bruhns* und *Werner Mecklenburg* zeigten vielmehr in einer vor kurzem erschienenen Arbeit, daß sowohl *Klocke* als auch *Becker* und *Day* sich geirrt haben müssen, und konnten auch als Quelle des Irrtums bei beiden Autoren einen gewissen, bei der Züchtung künstlicher Kristalle auftretenden, in der Natur bisher nicht beobachteten, mit dem eigentlichen Kristallisationsvorgange in keinem Zusammenhange stehenden Nebenvorgang wahrscheinlich machen, der, gerade bei Beginn der Versuche hervortretend, in der Tat zunächst den Eindruck erwecken kann, als ob man einer Äußerung der „Kristallisationskraft“ gegenüberstände.

Eine zweite Gruppe von Beweisen, die sich für die „Kristallisationskraft“ anführen lassen, betrifft die Erscheinungen bei der Abscheidung reiner Kristalle aus unreinen Lösungen und bei der Sammelkristallisation.

Kristalle pflegen sich aus Lösungen oder Schmelzen in mehr oder minder reiner Form auszuscheiden, eine Tatsache, auf die schon oft, nicht selten allerdings mit Übertreibungen, hingewiesen worden ist, denn vollkommen rein sind besonders die in der Natur vorkommenden Kristalle niemals. Selbst der reinste, wasserklare Diamant gibt nach *Dumas* und nach *Stas* bei der Verbrennung 0,02 bis 0,05 % Rückstand, und nach den sehr sorgfältigen Analysen von *Hinrichsen* enthält auch der reinste isländische Doppelspat 0,03 bis 0,05 % Fe_2O_3 , und wie oft sich Einschlüsse aller Art in „reinen“ kristallisierten Mineralien vorfinden, ist jedem Mineralogen und Geologen wohl bekannt. Ja, es kann zweifelhaft erscheinen, ob es überhaupt ein „chemisch reines“ Mineral gibt, d. h. ein Mineral, in dem sich Fremdbestandteile nicht mikroskopisch oder mit den üblichen Methoden der analytischen Chemie nachweisen ließen.

Ganz ähnliches gilt auch für die im Laboratorium hergestellten Kristalle. Ein jeder, der versucht hat, Stoffe durch Umkristallisieren zu reinigen, weiß, wie sorgfältig er gewisse Vorsichtsmaßregeln innehalten muß, um sein Ziel zu erreichen, und welche enormen Schwierigkeiten die Herstellung besonders reiner Materialien bietet, muß der an sein Versuchsmaterial allerdings ungewöhnlich hohe Anforderungen stellende Beobachter von Atomgewichten oft zu seinem Leidwesen erfahren.

Immerhin läßt sich nicht leugnen, daß in der Tat bei den Kristallen ein nicht unerhebliches, wenn auch heute in theoretischen Diskussionen vielfach überschätztes Streben zu chemischer Reinheit vorhanden ist, denn daß sich aus recht unreinen Lösungen Kristalle überhaupt in ziemlich reiner Form und auch frei von größeren Mengen chemisch nicht gebundenen Lösungsmittels abscheiden, ist schon sehr bemerkenswert und erfordert darum eine Erklärung.

Mit Hilfe der „Kristallisationskraft“ läßt sich die verlangte Erklärung, wenigstens wenn man nicht tiefer in das Problem eindringt, leicht geben: Der Kristall schiebt, vorwärtswachsend, die nicht zu ihm gehörigen Fremdbestandteile, mögen dies nun fremde Moleküle oder größere Komplexe, wie Staubteilchen, Sandkörner u. dgl. sein, mechanisch beiseite. Warum aber die Kraft sehr oft versagt, warum die Kristalle nicht nur mechanische Verunreinigungen, zu deren Beseitigung die „Kristallisationskraft“, obwohl sie Spalten im Gebirge auseinanderzupressen imstande sein soll, vielleicht nicht ausreicht, sondern nicht einmal fremde Moleküle, die wegzustoßen doch nur eine sehr geringe Kraft erfordert, mit Sicherheit fernzuhalten vermag, ist schwer verständlich. Sind denn nicht streng genommen auch die sogenannten Mischkristalle im Grunde nur verunreinigte Kristalle? Wie vermag die mechanische „Kristallisationskraft“ zwischen fremden Molekülen, die zu Mischkristallbildung befähigt sind, und solchen, die nicht dazu befähigt sind, zu unterscheiden? Man sieht, die „Kristallisationskraft“ erweist sich bei der Anwendung auf das Problem der Entstehung reiner Kristalle aus unreinen Lösungen als viel zu grob, als viel zu mechanisch, als daß sie die dem Verständnis entgegenstehenden Schwierigkeiten wirklich aus dem Wege zu räumen vermöchte. Auf andere Weise aber, d. h. ohne Zuhilfenahme der „Kristallisationskraft“, läßt sich die Erscheinung nach Erfolg und Mißerfolg leicht verständlich machen, und das soll nun im folgenden gezeigt werden.

Den Ausgangspunkt für die andere Erklärung bilden zwei experimentelle Tatsachen, die Diffusion und die Adsorption. Daß Diffusion in wässrigen Lösungen stattfindet, bedarf keiner weiteren Erörterung: die Tatsache ist allgemein bekannt. Daß Kristallflächen adsorbieren, ist ebenfalls eine einwandfrei bewiesene Tatsache; hat doch, um nur ein Beispiel anzuführen, *Marc* in den letzten Jahren in einer Reihe interessanter Arbeiten Adsorption an wohl definierten Kristallflächen, so an den Flächen von Kaliumsulfat K_2SO_4 , an Kaliumchromat

K_2CrO_4 , an Kalium- und an Ammoniumalaun $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ und $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, an Bariumsulfat $BaSO_4$, an Kalkspat und an Aragonit $CaCO_3$ und an vielen anderen Stoffen nachgewiesen. Insbesondere erfolgt — auch das hat *Marc* nachgewiesen — die Kristallisation in der Weise, daß der wachsende Kristall die aus der übersättigten Lösung durch Diffusion an ihn herantretenden Moleküle seiner eigenen Substanz zunächst durch Adsorption festhält und dann — in einer Folgeaktion — seinem Raumgitter einfügt. Der Kristall ist also — das ist für unsere Betrachtungen das Wesentliche — von einem Hof adsorbierter Moleküle, einer Adsorptionsschicht, umgeben und durch diese von der übrigen Flüssigkeit getrennt. Die Adsorptionsschicht wirkt als Schutzhülle: an den eigentlichen Kristallkörper kann nur herantreten, was in die Schutzhülle einzudringen vermag, d. h. was adsorbiert wird. In der Tatsache der Adsorption liegt die Deutung für das Streben entstehender Kristalle zu chemischer Reinheit und gleichzeitig auch für die Grenze, die diesem Streben gesetzt ist: die Selbstreinigung ist nur wirksam gegenüber den nicht-adsorbierbaren Stoffen.

Die Richtigkeit dieser einfachen Auffassung läßt sich leicht an den umfangreichen Versuchsreihen von *Marc* beweisen. *Marc* bestimmte die Adsorption verschiedener Farbstoffe an Kristallen und stellte fest, erstens, daß die oberflächliche Anfärbung von Kristallen durch Farbstoffe ein Adsorptionsvorgang ist, und zweitens, „daß alle untersuchten Farbstoffe, die einen Kristall oberflächlich anfärben, diesen unter geeigneten Umständen auch durch und durch zu färben vermögen“. Ferner ist zu erwarten, daß Kristalle auch solche Stoffe, mit denen sie Mischkristalle zu bilden imstande sind, merklich adsorbieren werden. Der Anstellung direkter Adsorptionsversuche stehen in diesem Falle mit der Frage nicht unmittelbar zusammenhängende experimentelle Schwierigkeiten im Wege, jedoch dürfte, meint *Marc* mit Recht, „hier die Tatsache der Adsorption bereits dadurch bewiesen sein, daß der eine der Stoffe stets als (Kristallisations-)Keim für den anderen dienen kann“¹⁾.

Die Abscheidung der Kristalle in reiner Form ist also nicht als ein Beweis für die Wirkung der

„Kristallisationskraft“ anzusehen, sondern hängt von der mit dem eigentlichen Kristallisationsvorgänge in keinem direkten Zusammenhange stehenden Adsorption ab.

Wächst ein Kristall, so wandert die Adsorptionsschicht vor ihm her. Diese Vorwärtsbewegung ist nicht so aufzufassen, als ob der wachsende Kristall die in seiner Wachstumsrichtung liegenden Flüssigkeitsteilchen beiseite drängte und sich so gewaltsam Platz schaffte, sondern wird durch die Diffusion ermöglicht. In der freien Flüssigkeit findet ebenso wie in der Adsorptionsschicht ein dauernder Platzwechsel der Moleküle statt, ein Vorgang, der der von der kinetischen Gastheorie verlangten Bewegung der Gasmoleküle vollkommen entspricht und in den letzten Jahren auch durch die Untersuchungen über die sogenannte Brownsche Bewegung experimentell hat nachgewiesen werden können. Wenn durch dieses Hin und Her an der Stirnfläche des wachsenden Kristalles, also zwischen Kristall und Adsorptionsschicht, durch die Bewegung eines Teilchens der Adsorptionsschicht ein Platz frei und unmittelbar darauf durch ein in den Kristallverband eintretendes Teilchen besetzt wird, so ist der Kristall um die Breite des Teilchens vorwärtsgewachsen, ohne daß er sich mit Gewalt Raum geschafft hätte. Daß die an wachsenden Kristallen stattfindenden Strömungen diese Diffusionsvorgänge nur begünstigen können, ist selbstverständlich.

Was für die Moleküle gilt, gilt mutatis mutandis auch für Molekülkomplexe und für größere Fremdkörper: auch größere Teilchen, selbst schon mikroskopisch sichtbare Teilchen, zeigen die Brownsche Bewegung, nur in viel schwächerem Maße: je größer die Teilchen, um so schwächer ihre Bewegung und um so geringer damit ihr Diffusionsvermögen. Daher werden größere Teilchen, da ihre Eigenbewegung zu träge ist, als daß sie vor dem wachsenden Kristall hinreichend schnell zurückweichen könnten, von ihm eingeschlossen werden, sofern sie nicht durch die in der Flüssigkeit herrschenden Strömungen mechanisch fortgeführt werden. Aus diesem Grunde sind auch Kristalle, die sich in lebhaft bewegter Flüssigkeit gebildet haben, gerade von gröberen Verunreinigungen, wie insbesondere von Einschlüssen von Mutterlauge, freier, als wenn sie in ruhender Mutterlösung entstanden sind.

Dem Wachstum der Kristalle im flüssigen entspricht die Sammelkristallisation im festen Medium. Wie dort, wandern auch hier durch Diffusion die Moleküle bisweilen aus weiter Umgebung zum wachsenden Kristall und werden von ihm aufgenommen. Die Frage, ob Diffusion auch im festen Medium tatsächlich stattfindet, ist unbedingt zu bejahen. Wenn sich auch Diffusion innerhalb individueller Kristalle, obwohl sie nach den zahlreichen Beobachtungen von *Lehmann* an flüssigen Kristallen grundsätzlich auch innerhalb des Kristallgefüges möglich ist, bei gewöhnlicher Temperatur in der Regel kaum bemerkbar macht, so besitzt doch Diffusion innerhalb eines kristallinen oder kryptokristallinen Mediums eine sehr erhebliche Bedeutung. Zum Beweise sei außer auf die Ergeb-

1) Auf die Frage nach der Natur der Mischkristalle soll hier nicht eingegangen werden. Nur soviel sei bemerkt: Damit Mischkristallbildung überhaupt möglich sei, müssen nach der hier vorgetragenen Anschauung die fremden Moleküle zunächst adsorbiert werden. Adsorption ist wie für die Entstehung unreiner Kristalle auch für die von Mischkristallen die unerläßliche Voraussetzung. Die Erfüllung oder Nichterfüllung dieser Voraussetzung gibt die Möglichkeit einer Erklärung für die beiden bisher nicht recht verständlichen Tatsachen, daß nicht selten kristallographisch einander nicht entsprechende Stoffe zusammenzukristallisieren vermögen, während in anderen Fällen die Fähigkeit der Mischkristallbildung trotz gleicher Kristallform fehlt. Ob und inwieweit ein grundsätzlicher Unterschied zwischen echten Mischkristallen und nur verunreinigten Kristallen besteht, ein Unterschied, der wohl nur in der Art, wie die fremden Moleküle in das Raumgitter des Kristalls eingefügt sind (Entstehung komplexer Kristallmoleküle, Bildung echter oder kolloidaler fester Lösungen), liegen könnte, ist für das Thema dieses Aufsatzes unerheblich.

nisse metallographischer Forschung vor allen Dingen auf die schönen Untersuchungen von *Raph. Ed. Liesegang* über „geologische Diffusionen“ hingewiesen. Auch die dem Geologen und Mineralogen wohlbekannten Kristallisationshöfe sind als Beweis für Diffusionsvorgänge anzuführen¹⁾. Mit dem Nachweise, daß Diffusion auch im festen Zustande stattfindet, ist die prinzipielle Analogie zwischen der Sammelkristallisation und dem Wachstum der Kristalle in Flüssigkeiten hergestellt und damit jene auch erklärt.

Das Ergebnis unserer Betrachtungen ist negativ: Die wichtigsten Gründe, welche für die „Kristallisationskraft“ geltend gemacht werden können, haben sich teils nach experimenteller, teils nach theoretischer Seite als nicht haltbar oder als nicht beweiskräftig erwiesen. Die Beobachtungen im Laboratorium lassen nichts erkennen, was zur Annahme der „Kristallisationskraft“ berechtigen, geschweige denn zwingen könnte.

Muß unter diesen Umständen die Lehre von der „Kristallisationskraft“ abgelehnt werden, so bleibt doch das von der Geologie empfundene Bedürfnis, das in ihr seinen Ausdruck gefunden hat, bestehen.

Die Beantwortung der Frage, wie die geologischen Tatsachen, die zur Hypothese von der „Kristallisationskraft“ geführt haben, zu erklären seien, entzieht sich meiner Kompetenz. Im allgemeinen aber scheint es, als ob keineswegs alle der „Kristallisationskraft“ zugeschriebenen Erscheinungen innerlich identische Vorgänge sind oder sein müssen. *Bruhns* und *Mecklenburg* haben gezeigt, daß eine Hebung fester Körper, z. B. von Gesteinsplittern, dadurch erzielt werden kann, daß man auf die Körper Salzlösungen gießt und diese zu vollkommener Trockene eindunsten läßt. Die Betrachtung des eingedunsteten Präparates läßt erkennen, daß die Steinchen nicht direkt auf dem Boden des Gefäßes, sondern auf einer dünnen Salzschrift ruhen, also um die Dicke dieser Salzschrift von der Unterlage emporgehoben worden sind. Durch mehrmalige Wiederholung der Austrocknung nach jeweiliger Zugabe von neuer Salzlösung ließen sich so leicht Hebungen von 1 mm und mehr erreichen. Die Deutung der Erscheinung, die nichts mit „Kristallisationskraft“ zu tun hat, ist einfach: Durch Adsorption und Kapillarität dringt die Salzlösung, wie man übrigens auch durch die direkte Beobachtung erkennen kann, zwischen den festen Körper und seine Unterlage ein, und wenn das Lösungsmittel verdunstet, so bleibt zwischen beiden eine dünne Salzschrift zurück, die durch Wiederholung des Versuches verstärkt werden kann. Erst kommt also, durch Adsorption, die Hebung zustande, und daran schließt sich, als zweiter, von dem ersten unabhängiger Vorgang die Verdunstung der Lösung und damit die Kristallisation.

Daß sich dieser Vorgang auch gelegentlich in der Natur abspielt, beweist die schon von *O. Lehmann* richtig durch Adsorption erklärte Hebung von

Erdschollen durch Eis. Zur Deutung der großen Mehrzahl der der „Kristallisationskraft“ zugeschriebenen Erscheinungen reicht er aber nicht aus. In welcher Richtung deren Erklärung zu suchen ist, läßt sich allgemein nicht sagen. Jedenfalls muß, wenn die Geologie von der Annahme einer besonderen, von den Gängen ausgehenden, mit der Kristallisation in Zusammenhang stehenden Druckwirkung auf das Nachbargestein nicht absehen zu können glaubt, eine scharfe Definition der angewendeten Begriffe verlangt werden. Mit dem Wort „Kristallisationskraft“ war ein klarer, scharf definierter Begriff nicht verbunden.

Literaturnachweise.

Eine zusammenfassende Darstellung über das Problem der „Kristallisationskraft“ vom geologischen Standpunkte aus findet sich in dem wertvollen Werk von *W. Bornardt* „Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung“ Bd. I, Berlin 1910, S. 213 bis 228. Ein Sammelreferat über „Die geologische Bedeutung des Wachstumsdrucks kristallisierender Substanzen“ hat *K. Andréé* in der Geologischen Rundschau Bd. III, Leipzig 1912, S. 7 bis 15, und eine Abhandlung über „Die geologische Bedeutung des Drucks wachsender Kristalle und die Frage nach dessen physikalischer Erklärung“ in den Sitzungsberichten der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg Nr. 1 vom 10. Mai 1911 veröffentlicht. Auch sei auf das Kapitel „Kristallisationskraft“ in *O. Lehmanns* schönem Buch „Flüssige Kristalle“, Leipzig 1904, S. 137 bis 141 verwiesen. Kritisch-experimentelle Beiträge zur Kenntnis der „Kristallisationskraft“ haben *W. Bruhns* und *Werner Mecklenburg* im VI. Jahresbericht des Niedersächsischen geologischen Vereins zu Hannover, Hannover 1913, S. 92 bis 115, unter dem Titel „Über die sogenannte ‚Kristallisationskraft‘“ erscheinen lassen.

Speziellere Literaturnachweise sind in den hier angeführten Arbeiten in großer Zahl enthalten.

Gärungsprobleme.

Von Dr. Viktor Grafe, Wien,

Universitätsprofessor und Dozent an der Akademie für Brauindustrie.

Die Prozesse, durch welche ein Organismus die für seine Lebensbetätigung notwendige Energie gewinnt, gehören zu den kompliziertesten biochemischen Vorgängen. Sie erscheinen uns so kompliziert, obwohl oder vielmehr gerade weil die Forschungsergebnisse der letzten Jahre ihre mannigfache Verkettung immer durchsichtiger gemacht haben. Nur aus der Perspektive ist alles klar und einfach, sowie man sich dem Problem nähert, erkennt man, daß sich hinter jeder geklärten Teilfrage neue erheben und daß es sich nicht um ein Problem, sondern einen ganzen Komplex von Problemen handelt. Hinter der Erkenntnis steht dann das praktische Leben, welches sich zunutze macht, was wir theoretisch erkannt haben.

Gärung ist bekanntlich ein biologischer, kein chemischer Begriff, unter den verschiedenartige Lebensprozesse subsumiert werden, Spaltungen Oxydationen; man spricht von Alkoholgärung, Essiggärung, obwohl wir es in dem einen Falle mit

¹⁾ Von einer Diskussion der Frage, ob und inwieweit das in den Gesteinen enthaltene Wasser an den Diffusionsvorgängen ursächlich beteiligt ist, kann hier abgesehen werden.

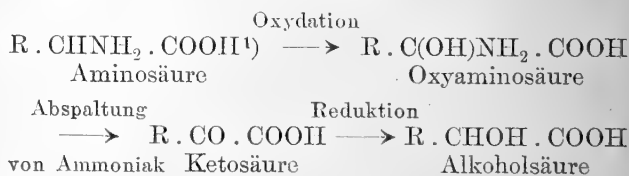
einem einfachen Molekülzerfall, in dem andern mit einer Oxydation zu tun haben, obwohl es sich in dem einen Falle um die Arbeit eines einzelligen Pilzes, in dem andern um die eines Bakteriums handelt. Ein einfacher Molekülzerfall — so erscheint es, wenn bei der Hefegärung aus einem Molekül $C_6H_{12}O_6$ (Trauben- oder Fruchtzucker) $2 C_2H_5OH$ (Äthylalkohol) + $2 CO_2$ (Kohlendioxyd) entstehen, aber wir wissen heute, daß dazwischen noch verschiedene Reaktionen eingeschaltet sind. Die alkoholische Gärung ist ein Vorgang, der auch in den normalen Energiegewinn der Lebewesen durch Atmung eingeschaltet ist, die Endprodukte der Atmungsverbrennung, Kohlendioxyd und Wasserdampf entstehen nicht einfach durch Verbrennung der Atmungsmaterialien, sondern dazwischen liegt eine Reihe von Zwischenstadien. Auch bei vollständigem Entzug von Sauerstoff fahren die Zellen normal atmender Pflanzen und Tiere fort, Kohlensäure abzugeben, daneben entstehen noch andere Produkte, in erster Linie Äthylalkohol, wie man schon durch den Geruch wahrnehmen kann, wenn man Samen, etwa der Bohne, unter Wasser einige Tage quellen läßt und dann zerreibt. Diese Zersetzungen, welche sich ohne Zutun von Sauerstoff in der lebenden Zelle vollziehen, nennen wir „intramolekulare Atmung“. Bei Zutritt von Sauerstoff werden dann die Produkte der intramolekularen Atmung weiter zu Kohlensäure und Wasser oxydiert. Durch intramolekulare Atmung vermögen Organismen eine Zeitlang ihr Leben zu fristen, aber Wachstum und Vermehrung sind gehemmt oder wenigstens (bei niedrigen Organismen) stark eingeschränkt. Das ist schon eine alte Erfahrung des Gärungstechnikers: wird das Gärgut mit Sauerstoff reichlich durchgemischt, dann vermehrt sich die Hefe ungemein stark, aber die Gärung ist weniger intensiv als bei geringem Luftzutritt, die Würze wird von der Hefe „abgeweidet“, Wachstum und Vermehrung vollziehen sich auf Kosten der Gärprodukte, namentlich der Bukettstoffe, welche, wie wir später hören werden, den Eiweißstoffen des Gärgutes entstammen. Die Stoffe, welche im Organismus behufs Energiegewinnes verbrannt werden sollen, sind zu hochmolekular, um der Oxydation direkt anheimzufallen, erst ihr intramolekularer Zerfall schafft leichter verbrennliche Teilstücke; dieser intramolekulare Zerfall ist mit der Alkoholgärung identisch, doch entstehen hier nicht die stabilen Produkte der Gärung, sondern die Verbrennung setzt schon in einem früheren Intermediärstadium ein. Sind die Gärungsvorgänge als erste Phase der normalen Sauerstoffatmung anzusehen, so müssen notwendigerweise auch in den Geweben höherer Pflanzen und Tiere Enzyme vorhanden sein, welche als Intermediärprodukte der Atmung Stoffe schaffen, wie sie durch die Zymase der Hefe als Gärungsendprodukte gebildet werden. Das stete Vorkommen von Zymasen in den Geweben der Tiere und Pflanzen hat in der Tat *Stoklasa* nachgewiesen. Wenn höhere Pflanzen mit der durch Gärung gewonnenen Energie nicht auszukommen vermögen, so ist das doch bei einer Reihe von niederen Organismen der Fall. Die Hefe selbst ist aber

kein Lebewesen, das auf die Gärungsenergie angewiesen wäre, sondern sie vermag auch ganz normal zu atmen und dabei Kohlensäure und Wasser zu erzeugen wie andere Organismen. Auf Medien kultiviert, die keine Vergärung gestatten, z. B. auf Pepton als Kohlenstoff- oder Stickstoffquelle, auf Chinasäure oder Mannit gezogen, bildet die Hefe keinen Alkohol, sondern *verbrennt* diese Materialien, indem sie sich ihre Energie voll zunutze macht; sie muß natürlich unter diesen Umständen zugrunde gehen, wenn ihr der Sauerstoff entzogen wird. Aber auch auf Zucker kultiviert, spaltet sie durchaus nicht *nur* Alkohol und Kohlensäure ab, sie vergärt ihn also nicht durchaus, *wenn ihr Sauerstoff zur Verfügung steht*, sondern veratmet einen Teil ganz normal. Anders ist es, wenn ihr Sauerstoff entzogen oder in zu geringer Menge gegeben wird: dann *vergärt* sie den ganzen Zucker, wobei natürlich eine viel größere Quantität, dem geringeren Energiegewinne entsprechend, erforderlich ist; trotzdem sistieren dabei gewisse Lebensvorgänge, namentlich sind, wie schon erwähnt, Wachstum und Vermehrung gehemmt. Übrigens ist auch die Gärung selbst, die ja wieder mit anderen Lebensvorgängen in Verbindung steht, von der Anwesenheit von Sauerstoff abhängig; eine gewisse kleine Sauerstoffmenge, die aber auch lockeren chemischen Verbindungen entnommen werden kann, ist auch dazu notwendig und nachdem die Hefe bei vollem Luftabschluß eine Zeitlang ihr Leben durch Gärung gefristet hat, geht sie schließlich unter diesen Umständen doch zugrunde, ebenso wie höhere Pflanzen, nur dauert es länger. Die Hefe bildet also gewissermaßen einen Übergang von jenen Pflanzen, die *unbedingt* auf die höhere Energie des Atmungsvorganges angewiesen sind, zu jenen, die nicht nur keinen Sauerstoff brauchen, sondern durch ihn direkt geschädigt werden, die anaëroben Lebewesen, die ausschließlich gären. Es ist sehr merkwürdig, daß die Hefe, obzwar sie ein aërober Organismus ist und auf passenden Substraten *nur* atmet, nicht gärt, doch, wenn sie auf vergärbaren Zuckerarten gezogen wird, trotzdem auch dann, *bei vollem Luftzutritt*, nur einen Teil des Zuckers normal veratmet, einen andern aber vergärt. Wenn höhere Pflanzen bei Luftabschluß Alkohol bilden, indem hier die primäre Phase der Atmung bis zu den Gärprodukten weitergeht, die zweite Phase aber mangels Sauerstoffes nicht einsetzen kann, so ist das vollkommen erklärlich, es ist aber zunächst nicht klar, warum die aërobe Hefe auch bei Luftzutritt Alkohol bildet. Das beruht aber auf der auffallend geringen Menge Oxydase, über welche die Hefe verfügt, so daß wir sagen können, die Gärung werde nicht nur durch einen Mangel an Sauerstoff in dem umgebenden Medium, sondern auch durch einen Mangel an zu seiner Verwertung geeigneten Mitteln hervorgerufen. Umgekehrt sind in neuester Zeit wieder Hefeformen, die Nektarhefen, bekannt geworden, welche den gebildeten Alkohol oder dessen Vorstufen zu Kohlensäure weiter oxydieren. Diese verhalten sich also wie höhere Pflanzen auch auf zuckerhaltigen Nährmedien, auf denen sie alkoholische Gärung hervorrufen, die aber nur sehr wenig

Alkohol liefert, während seine Hauptmenge weiterverbrannt wird. Wie man sieht, finden wir unter den Hefen Reihen, deren einzelne Glieder in ihrem physiologischen Verhalten bald den niedersten Organismen nahestehen, bald sich den höheren Lebewesen annähern. Diese Variationsbreite zeigt sich außer in morphologischen Eigenschaften auch in den zahlreichen Enzymen, welche die proteusartige Hefezelle ausbilden kann. Die Hefe stellt ein ganzes Arsenal von Enzymen vor, ab- und aufbauenden, kohlehydrat-, fett-, eiweißzerstörenden. Deshalb paßt sie sich auch dem gebotenen Nährmedium so außerordentlich leicht an, indem je nach dem Substrate bald dieses, bald jenes Enzym stärker hervortritt oder neu gebildet wird, gewissermaßen je nach dem Nährboden verschiedene Enzym„anlagen“ aktiviert werden. Die Hefe kann wie ein gelehriges Haustier „angelernt“ werden, bald dieses, bald jenes Produkt zu bilden.

Wie schon erwähnt, sind die Hauptprodukte der alkoholischen Gärung, Alkohol und Kohlensäure, nicht die einzigen Gärungsprodukte, sondern daneben treten regelmäßig Glyzerin als Resultat der fettspaltenden Arbeit der Hefelipase und Bernsteinsäure aus der Glutaminsäure der Eiweißnahrung auf; Aceton, Acetaldehyd und andere Ketone und Aldehyde sind, wie *Neuberg* gezeigt hat, durch die Einwirkung des Hefeenzym „Karbonylase“ auf die Ketosäuren hervorgerufen, höhere Alkohole entstehen, wie *F. Ehrlich* sicherstellte, aus Aminosäuren der Stickstoffnahrung, Säuren und Alkohole treten zu Estern zusammen, daneben gibt es noch Aldehyde und Ketone, lauter Verbindungen mit mehr oder weniger starkem Duft, welche zusammen die „Buketstoffe“ des Gärungsproduktes ausmachen, an Quantität in der Regel allerdings stark zurücktretend und doch maßgebend für den eigenartigen Geschmack und das Aroma jedes einzelnen vergorenen Stoffgemenges. Wenn beispielsweise Bernsteinsäure bei der gewöhnlichen Hefegärung als Nebenprodukt auftritt, so ist sie es doch nicht bei der Gärung von *Amylomyces Rouxii*, welcher vielmehr 25 % dieser Säure bildet. Die anaerobe Atmung erscheint uns, wie erwähnt, mit der Gärung identisch; doch konnte *Hahn* im vergorenen Saft von *Arum maculatum* keinen Alkohol finden. Die an Mannit reichen Fruchträger des Pilzes *Agaricus campestris* bilden weder im Leben noch als Preßsaft untersucht, selbst bei Gegenwart von Glukose auch nur Spuren von Alkohol, während Kohlensäure infolge Vorhandenseins eines Enzyms, das *Palladin* „Karbonase“ nennt, in großen Mengen ausgeschieden wird. Saccharosefütterung steigert die anaerobe Atmung der etioliierten Blätter von *Vicia Faba* stark, aber auch ohne Zufuhr von Zucker, nach einer längeren Hungerperiode, fahren sie fort, Kohlensäure auszuschcheiden. Schimmelpilze vermögen auch auf Pepton, Chinasäure, Weinsäure intramolekular zu atmen; dabei entstehen nicht wie bei der Hefegärung Alkohol und Kohlensäure in gleichen Mengen. Es können also sowohl noch andere Stoffe als Zucker das Material für anaerobe Atmung und Gärung abgeben, als auch andere organische Stoffe als Weingeist dabei entstehen.

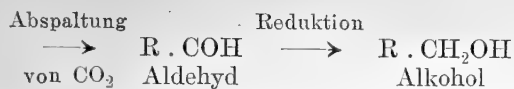
Selbst die Kohlensäureausscheidung kann unterbleiben, wie das in *Palladins* Versuchen mit der Alge *Chlorotecium saccharophilum* im sauerstofffreien Raume der Fall war: man konnte die Alge für tot halten, indessen wurde dabei nur eine intramolekulare Spaltung des Substrates ohne Kohlensäurebildung hervorgerufen, denn im Luftstrom begannen dann diese Pflanzen die Produkte des anaeroben Zerfalls energisch zu oxydieren und schieden dabei reichlich Kohlensäure aus; ganz ähnlich verhält es sich mit den fleischigen Blättern sukkulenter Pflanzen, die intramolekular organische Säuren bilden, die dann am Lichte zu Kohlensäure weiter oxydiert werden. Die chemischen Vorgänge bei der Hefegärung sind jedenfalls sehr kompliziert, auch das Vorkommen der Enzyme Katalase und Reduktase in der Hefe spricht dafür, während, wie erwähnt, das Vorhandensein von Oxydase und daher Oxydationsvorgänge auf ein Minimum beschränkt sind. Das Endbild des Gärungsvorganges ist durch die bekannte Gleichung: $C_6H_{12}O_6 = 2CO_2 + 2C_2H_5OH$ nur sehr unvollkommen ausgedrückt, nicht nur ist das endliche Stoffgleichgewicht auf zahlreichen vorhergegangenen, durch die verschiedensten Enzyme katalysierten Vorgängen aufgebaut, sondern die Art und Menge der endlich entstandenen Stoffe von einem Komplex äußerer und innerer Bedingungen abhängig. Ein Spezialfall eigenartiger Hefearbeit, der neuerdings auch für die Gärungstechnik Interesse gewonnen hat, ist die Gärung der Nektarhefen¹⁾. In den Blüten zahlreicher Pflanzen, wie Salbei, Taubnessel, Linde usw., wurden eigentümliche Hefeformen gefunden, welche mikroskopisch durch ihre Kreuzform auffallen. Nachdem *Reukauf*, *E. Gilg*, *P. Lindner*, welcher letztere die betreffenden Blütenkelche treffend Gärbottiche en miniature nennt, diese Hefen beschrieben hatten, erschien kürzlich²⁾ eine Mitteilung über diese merkwürdigen Organismen, welche den Beginn einer eingehenden morphologischen und physiologischen Untersuchung darstellt. Durch nektarführende Insekten werden die Hefen weiter verbreitet, ihr hervorstechendstes physiologisches Merkmal ist, daß sie keinen oder nur geringe Spuren Alkohol bei ihrer Gärarbeit bilden, während das sonstige Mosaikbild der Gärung erhalten bleibt. Die wahrscheinlichste Annahme ist die, daß der intermediär entstehende Alkohol weiter oxydiert wird oder daß das Zwischenprodukt der Alkoholbildung, statt wie bei der normalen Hefegärung zu Alkohol reduziert zu werden, durch Oxydation zur Säure wird. Um dies verständlich zu machen, gehen wir von dem Abbau der Aminosäuren durch gärende Hefe aus:



¹⁾ Das mit Hilfe der Nektarhefen industriell erzeugte Produkt wurde *Boa-Lie* genannt.

²⁾ *V. Schuster* und *V. Uehlela*, Studien über Nektarorganismen, Ber. d. deutschen bot. Ges., 31, 129, 1913.

³⁾ R = ein beliebiges Radikal.



Genau derselbe Stoffwechselvorgang vollzieht sich auch beim Abbau der Aminosäuren im Tierkörper, nur daß hier der Aldehyd nicht zum Alkohol *reduziert* wird wie von der Hefe, sondern zur Säure *oxydiert*. Diesen Vorgang könnten wir nun auch bei der Arbeit der Nektarhefen annehmen, worauf auch die bemerkenswert starke Esterbildung durch Vereinigung von Alkohol und Säure zu beziehen wäre. Darüber können natürlich nur weitere Versuche Aufschluß geben. In der Praxis werden die zu vergärenden Säfte aus Frischobst direkt mit den frischen oder getrockneten Blüten vermischt und zwar wird zur Herstellung solcher auf natürliche Weise vergorener, aber fast alkoholfreier Getränke eine bisher zur Erzeugung vergorener Getränke noch nicht benutzte Gruppe von Blütenhefen verwendet, die Gärung vollzieht sich in geschlossenen, eigens dazu konstruierten, nach patentiertem Verfahren säurefest gemachten Gefäßen ohne jede Anwesenheit von Sauerstoff. Wie besprochen, werden dabei die normalen Produkte der Gärung, besonders Bukettstoffe, aber äußerst wenig Alkohol, dafür relativ viel Kohlensäure gebildet, die also nicht künstlich dem Getränk eingepreßt ist, wie das bei Limonaden und alkoholfreien Fruchtsäften der Fall ist, sondern chemisch wie bei jedem anderen Schaumgetränk an natürliche Bestandteile des Gärungsgutes gebunden.

Wie aus dem Gesagten hervorgehen dürfte, ist die Hefe viel mehr als ein Arsenal von Enzymen, denn als ein einheitlicher Organismus anzusehen und da jedes Enzym für sich von außen zu beeinflussen ist, so daß seine Arbeit bald zurück, bald in den Vordergrund tritt, resultiert bei der Hefe eine außerordentliche physiologische Variationsbreite: die Hefe erscheint uns bald als niederes, bald als höher organisiertes Lebewesen, die Zwischenstellung äußert sich ja auch darin, daß die Hefe, wiewohl ein einzelliger Pilz, doch zu den höher organisierten Ascomyceten gehört. Daß die verschiedenen Enzyme der Hefe verschiedenartig zu beeinflussen sind, geht schon daraus hervor, daß die alkoholbildende Zymase, mit der man sich bisher fast ausschließlich befaßt hat, erhalten werden kann, auch wenn das Leben des Hefepilzes mechanisch oder durch Eintragen in ein Aceton-Äther-Gemisch zerstört worden ist; auf diese Weise stellt man ja Zymase-Dauerpräparate her. Die Zymase kann durch halbpromillige Schwefelsäure unwirksam gemacht werden, aber 2 cm³ dieser Säure zerstören wohl die Zymase, nicht aber das Leben des Hefepilzes, während 3 cm³ beides vernichten; 0,015 g Formaldehyd oder 0,005 g Sublimat zerstören das Leben, aber nicht die Gärkraft. Das Eiweiß der Zymase reagiert also nach *Th. Bokorny* gewöhnlich, aber nicht immer langsamer als das Plasmaeiweiß. Daß sich ein aus einem Organismus gewonnenes Enzymgemisch anders verhält als die protoplasmatische Wirksamkeit, geht schon daraus hervor, daß die Enzyme durch Gifte und Bakterien im Autolysen-

gemisch leichter angegriffen werden als im lebenden Körper. Wir wissen ja, daß Organextrakte einen ausgezeichneten Nährboden für Mikroorganismen abgeben, während das fungierende Lebewesen durch solche Bakterien nicht oder nur im Zustande besonderer Schwächung angegriffen werden kann. *Korsakoff* hat gezeigt, daß die Alkoholgärung auch durch bedeutende Mengen selenigsauren Natrons nicht eingestellt wird, ja daß dieser Verbindung durch die Hefe sogar Sauerstoff entnommen wird, während Hefepreßsaft seine Wirksamkeit schon durch sehr geringe Mengen dieser Substanz verliert. Es ist also zweifellos möglich, durch äußeren Einfluß die Wirksamkeit des einen oder anderen Fermentes in den Vordergrund zu rücken bzw. zu unterdrücken, die Enzyme gewissermaßen so heranzuzüchten wie den Organismus selbst. Wir sind sicherlich noch lange nicht völlig über die Leistungsfähigkeit der Hefe, dieses erstaunlich vielseitigen Organismus, orientiert.

Wir wissen heute, daß sich die Alkoholgärung in mehreren Stadien vollzieht, ein besonders merkwürdiges Zwischenprodukt haben *Harden* und *Young* entdeckt, nämlich einen Aktivator der Zymase, Hexoseester der Phosphorsäure. Diese werden durch die Lipase und Endotryptase der Hefe während der Gärung angegriffen, so daß das Tempo des Gärungsvorganges sich gegen das Ende des Prozesses hin verlangsamt. Die Phosphate nehmen auch gegenüber anderen Salzen für die Hefe insofern eine Sonderstellung ein, als sie die totale Gärkraft bedeutend erhöhen. An der Bildung der organischen Phosphorsäureester scheinen zwei Enzyme beteiligt zu sein, nämlich eines, welches die Hexose in das säurebindende Kohlehydrat umwandelt, denn manche Zuckerarten, wie Maltose, zeigen nach *Euler* die genannte Gärungsbeeinflussung nicht, und dann ein Enzym, welches aus letzterem und Phosphationen die Phosphorsäureester aufbaut, die *Phosphatase*. Nach *L. Iwanow* zerfällt die Glukosegärung in mindestens drei Phasen: 1. Depolymerisation der Glukose; 2. Vereinigung ihrer Produkte mit Phosphorsäure unter dem Einflusse des leicht löslichen Enzyms Phosphatase; 3. Zerspaltung der Phosphorsäure mittels eines schwer löslichen Enzyms unter Bildung von Kohlensäure und Alkohol. Als Zwischenprodukte kommen aber nicht nur Phosphorsäureester der vergorenen Hexosen selbst, sondern auch solche ihrer Spaltungsprodukte, der Triosen, des Glyzerinaldehyds usw. in Betracht. Die Phosphate können als Koferment der Zymase angesehen werden, beim Filtrieren von Hefepreßsaft durch ein Gelatinefilter werden die Phosphate zurückgehalten und nun vermag weder Rückstand noch Filtrat Gärung hervorzurufen, sondern nur die Vereinigung beider. Schon die Erfahrung, daß z. B. für die Wirkung der Ketosäuren angreifenden Karboxylase nicht alle Hefesorten und nicht alle Dauerpräparate gleich gut geeignet sind, zeigt, daß die verschiedenen Enzyme durch verschiedene Einwirkung mitkonserviert oder zerstört werden können. Das Studium der Umstände, durch welche die Phosphatase auf der Höhe ihrer Wirksamkeit erhalten, die Alkoholase aber vernichtet werden kann,

wodurch also mit anderen Worten der Gärvorgang auf dem Stadium der Phosphorsäureester der Hexosen festgehalten wird, verspricht großen praktischen Erfolg im Hinblick auf den Umstand, daß bekanntlich die Glukose liefernden Kohlehydrate und Glukose selbst vom Diabetiker nicht angegriffen werden können, während ein geringer chemischer Eingriff in das Glukosemolekül genügen würde, den Zucker für den Diabetikerorganismus nutzbar zu machen. Dazu wären die Hexosephosphorsäureester besonders geeignet. Meine vorläufigen Versuche zur „Heranzüchtung“ der Phosphatase lieferten ermutigende Ergebnisse.

Hier kann die Tatsache angeschlossen werden, daß dem Fermentarsenal der Hefe eine Vergärung nicht nur der Monosaccharide möglich ist, sondern daß die Hefe ebenso wie über eine disaccharidspaltende Invertase unter Umständen auch über stärkespaltende Fermente verfügt, ich erinnere an die „Kojihefe“, welche Reisstärke zu Alkohol und Kohlensäure vergärt. Meine Versuche haben auch ergeben, daß von manchen Hefearten auch Inulin, das Polysaccharid der Lävulose, in sehr beträchtlicher Menge vergoren wird, wobei es aber freilich sehr auf die Nebenumstände im Milieu ankommt. Mit Rücksicht auf die bisher für die Spiritusfabrikation kaum ausgewerteten inulinführenden Pflanzenorgane, wie die Knollen von Topinambur und Dahlia, hat auch dieses Problem große praktische Bedeutung.

Bei der Herstellung der mit den Nektarhefen erzeugten, alkoholarmen Getränke ist im technischen Laboratorium eine eigentümliche wissenschaftliche Erfahrung gemacht worden. Während man bei allen technischen Gärprozessen die Reinkultur des betreffenden Gärungsreggers für besonders wichtig hält, da man nur dadurch unerwünschte Gärungsprodukte etwa der „wilden“ Hefen vermeiden kann, hat sich hier gezeigt, daß die Nektarhefen nur im ganzen Komplex, wie er in den Blüten vorkommt, nicht in einzelnen Formen, rein gezüchtet, die erwünschte „alkoholfreie Gärung“ hervorzurufen vermögen, offenbar deshalb, weil durch eine Form von Metabiose die eine Hefenart nur bis zu einem bestimmten Teilstadium des ganzen Prozesses fortschreiten kann, das dann erst von einer andern Hefenart bis zu Ende verarbeitet wird. Für die Antialkohol- und Temperenzbewegung ist naturgemäß das Problem der Erzeugung eines auf natürlichem Wege vergorenen alkoholarmen Getränkes sehr wichtig, es ist aber nicht der erste Versuch, nur waren die früheren Versuche technisch unverwertbar. Schon vor längerer Zeit benutzte man die Eigenschaft des auf Eukalyptusblättern lebenden Pilzes *Leuconostoc dissiliens*, Zucker in Kohlensäure und Dextranose neben wenig Alkohol zu verwandeln, zur Erzeugung eines alkoholarmen Getränkes. Da der Pilz eine Hitze von 85° C. überdauert, gelingt es ihn frei von anderen Gärungserregern rein zu züchten; ferner vergärt er nur Glukose, nicht Rohrzucker, so daß man beliebig gezuckerte, vergorene Flüssigkeiten erhalten kann. Allerdings werden hier keine eigenen Bukettstoffe gebildet, wie bei der Vergärung durch Nektarhefen.

Ein anderes Verfahren beruht darauf, in Würzen oder Fruchtsäften durch Milchsäurebakterien Milchsäuregärung zu erzeugen, wobei wein- oder bierähnliche Flüssigkeiten mit einem speziellen, durch Gärung erzeugten Aroma entstehen, die keinen Alkohol enthalten, deren Milchsäure man durch kohlensauren Kalk abstumpfen kann und die, ohne pasteurisiert zu werden, sehr haltbar sind. Aber damit treten wir schon aus dem Rahmen der sog. alkoholischen Gärungen heraus; wir sehen, daß der Äthylalkohol, welcher früher geradezu als Wahrzeichen der Hefegärungen galt, es eigentlich gar nicht ist und daß die zahllosen Formen dieser Gärungen der theoretischen und praktischen Probleme noch genug bieten.

Ein neues Verfahren zur Gewinnung von Cellulose aus Holz und Gespinnstfasern und zur Beseitigung der abfallenden Laugen.

Von Otto Bürger, Kirn-Nehe.

Zur Herstellung von Cellulose für die Papierfabrikation kennt man der Hauptsache nach zwei Verfahren: das Sulfitverfahren einerseits und das Natronverfahren andererseits. Die Herstellungsarten im einzelnen weichen dabei wieder sehr voneinander ab, zählt man doch nicht weniger als 300 verschiedene Patente auf diesem Gebiete.

In der „Zeitschrift für angewandte Chemie“ (26, Nr. 73, Seite 481—85) veröffentlicht Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. König-Münster i. W. zusammen mit Dr. J. Hasenbäumer und Dr. M. Braun eine Arbeit über ein neues Verfahren zur Celluloseherstellung, das vor allem die wichtige Frage der Ablaugenverwertung eingehender berücksichtigt, als dies bisher der Fall war. Da die Methode noch andere wichtige Aufschlüsse gibt, dürfte ein näheres Eingehen darauf von Interesse sein.

Suchen wir uns zuerst die Zusammensetzung der Zellmembran und die Eigenschaften ihrer Bestandteile vor Augen zu führen.

Im Holz lassen sich etwa folgende Bestandteile unterscheiden:

1. Hemicellulosen (Hexosane und Pentosane), die durch Säuren zerstört werden können.
2. Die Inkrusten (d. h. Bitterstoffe, Farbstoffe, Pektinverbindungen, Gerbstoffe, Cutin, Suberin) sind teils in Säuren, teils in Alkalien löslich.
3. Die Lignine, die durch schwache Oxydationsmittel zu trennen sind.
4. Die Cellulose, die in Säuren (verdünnten) und Alkalien unlöslich und nicht oxydierbar ist.

Die zur Gewinnung der reinen Cellulose vorgeschlagenen Methoden müssen daher dieses verschiedenartige Verhalten der Holzbestandteile berücksichtigen, was jedoch bisher nicht in genügendem Maße geschehen ist; denn das Sulfitverfahren entfernt nur die Lignine und Hemicellulosen, das

Natronverfahren die Inkrusten, Harze und zum Teil die Lignine.

Ein weiterer Übelstand liegt in der mangelhaften Verwertung der Ablaugen. Diese enthalten fast die Hälfte der organischen Stoffe des verarbeiteten Holzes, außerdem tragen die anderen Bestandteile sehr zur Verunreinigung der Flüsse bei, ein Übelstand, der besonders Sulfitecellulosefabriken oft den Betrieb unmöglich macht. Andere Verwendungsmöglichkeiten wurden daher ins Auge gefaßt, ich nenne Düngemittel, Staubbindemittel, Verwendung als Mittel gegen die Maul- und Klauenseuche (!), Kittmittel für Briquets u. a. m.; aber diese haben ebenfalls den Anforderungen nicht genügt. Die idealste Verwertung der kohlenhydratreichen Stoffe wäre als Futtermittel. Jedoch auch diese Vorschläge waren verschiedener Gründe wegen gescheitert.

Da die Behandlung des Holzes mit Säuren und Alkalien für sich allein zu keinem wirklich befriedigenden Ergebnis führte, lag es nahe, als Aufschließungsmittel sowohl verdünnte Säure als auch verdünnte Alkalien anzuwenden; und zwar wurden Sodalösung und Salzsäure einerseits und Ammoniak und Schwefelsäure andererseits benutzt. Beim Arbeiten mit 3—5proz. Ammoniak wurde als Säure 1,5—2proz. Schwefelsäure gewählt. Als Überdruck beim Dämpfen erwiesen sich 2—3 at bei 4—6 stündiger Arbeitsdauer als geeignet. Auf diese Weise wurde aus Coniferenholz 30—45 % Cellulose gewonnen, eine große Menge, wenn man bedenkt, daß Coniferenholz 3—5 % Harz, 18—24 % Hemicellulosen und 20—26 % Lignine enthält.

Um die Verwertungsmöglichkeit der abfallenden Laugen als Futtermittel zu prüfen, wurden sie zur Sirupdicke eingedampft und mit Trockentrebern (25—30 Teile Treber auf 100 Teile Extrakt) zum Aufsaugen zusammengebracht. Eine Analyse des so erhaltenen Futtermittels gab beispielsweise folgende Zusammensetzung: Protein 18,75 %; Fett 3,68 %; Zucker 7,67 %; stickstofffreie Extraktstoffe 44,86 %; Rohfaser 13,36 %; Asche 11,72 %. Von Kaninchen, Ziegen und Schweinen wurde das Futter gern gefressen.

Bei weiteren Versuchen wurde gefunden, daß der Säuregehalt niedriger sein kann als oben angegeben; ferner läßt sich bei Anwendung von Ammoniak das gelöste Harz für sich abscheiden. Verdünnte Säuren und kürzere Dämpfzeit liefern mehr Zucker als konzentriertere Säuren und längere Dämpfzeit.

Ebenso wie Tannenholz, das heute fast ausschließlich zur Celluloseherstellung verwendet wird, läßt sich nach der neuen Arbeitsweise auch Kiefernholz, Buchenholz, Eichenholz, Jute, Neu-seeländer Flachs usw. zu Cellulose verarbeiten.

Das neue Verfahren besteht zusammenfassend also in folgendem: Das zerkleinerte Holz wird mit der vier- bis fünffachen Menge 3—5proz. Ammoniak etwa 5—6 Stunden bei einem Überdruck von 2—3 at gedämpft, die Lauge abgepreßt und behufs Wiedergewinnung von Ammoniak und Verwertung der Inkrusten (Harz und Gerbsäure vor

allem) weiter verarbeitet. In derselben Weise wird jetzt der Rückstand der Ammoniakdampfung mit verdünnter (0,4—0,6proz.) Schwefelsäure zusammengebracht, wobei dann die Hemicellulosen in Zucker übergeführt werden. Die Schwefelsäure neutralisiert man nachher mit Kalk, dampft ein und entfernt den entstehenden Gips aus der sirupartigen Ablauge, die man direkt oder mit Trockenfuttermitteln zusammen zur Fütterung verwendet.

Nach dieser Behandlungsweise hat man neben der reinen Cellulose nur noch Lignine, die sich durch Bleichflüssigkeiten beseitigen lassen. Diese Abwässer kann man unbedenklich in die Flüsse lassen; sie wirken nicht mehr verunreinigend.

Wenn man bedenkt, daß heute täglich 1 120 000 Kilogramm als Futtermittel verwendbare Ablaugen (von 2 Millionen Kilogramm Abfällen überhaupt), die einen Wert von täglich 120 000—130 000 Mark darstellen, unbenutzt in die Flüsse geleitet werden, so darf man wohl an der Einträglichkeit dieses Verfahrens nicht zweifeln. Bedenkt man andererseits noch, daß mit diesem Verfahren jedes Holz verarbeitet werden kann, man eine bedeutend reinere Cellulose erhält und vor allem der Belästigungen wegen Verunreinigung der Flüsse enthaben ist, so wird man die hervorragende Bedeutung dieser Methode leicht einsehen und sie besonders dort zur Anwendung bringen, wo eine zu starke Flußverunreinigung das Bestehen einer Cellulosefabrik von vornherein verhindert.

Nitride und Ammoniaksynthese.

Unter den neuen Synthesen des Ammoniaks haben eine ganze Reihe von Arbeiten allgemeines Interesse erregt. Hierzu gehören vor allem die *Synthese des Ammoniaks* aus den *Elementen* nach F. Haber und der *Badischen Anilin- und Sodafabrik* und die Gewinnung des Ammoniaks aus *Kalkstickstoff*, der selbst als Zwischenprodukt aus Stickstoff und Calciumkarbid nach dem Verfahren von Frank & Caro entsteht. Diese beiden Verfahren werden auch bereits in großen Anlagen industriell ausgeführt. Das gleiche dürfte in einer nahen Zukunft auch für ein Verfahren zutreffen, dessen Ausgangspunkt die Herstellung eines Nitrids bildet. Industriell ist dieses Verfahren unter dem Namen *Serpekverfahren* bereits seit einiger Zeit in den Vordergrund des Interesses getreten, und über die Grundzüge dieses Prozesses ist vor einiger Zeit auch in dieser Zeitschrift (Heft 34, Seite 808 und 809) von Marshall in seinem Aufsatz über die Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffs berichtet worden.

O. Serpek hat nun auf dem Naturforschertag in Wien vor kurzem in seinem Vortrage „Über die anorganischen Synthesen des Ammoniaks“ auch allgemein über die Bedeutung der Nitride für die Lösung des Stickstoffproblems gesprochen. Es erscheint nicht ohne Interesse, an der Hand seiner Ausführungen die Entwicklung jener Prozesse zu verfolgen, welche auf der Fähigkeit verschiedener Elemente, Stickstoff zu bilden, beruhen.

Eines der ersten Nitride, mit dem man sich in der Absicht großindustrieller Herstellung beschäftigte, ist das Bornitrid BN. Bereits 1879 erhielt Basset ein englisches Patent auf die Herstellung dieses Nitrids durch Erhitzen von mit Borsäure getränkter Kohle in Gegen-

part von Stickstoff. Die späteren Patente, welche auf die Gewinnung von Bornitriden genommen worden sind, sollen nach den neueren Angaben von *Stähler* und *Elbert* nur sehr ungünstige Ausbeuten liefern. *Stähler* und *Elbert* haben bei ihren eigenen Versuchen ein Gemisch von Borsäure und Kohle in Gegenwart von Stickstoff bei heller Rotglut und unter erhöhtem Druck erhitzt. Schon im Jahre 1890 hatte *Hempel* diesen Weg beschritten und bei einer Erhitzungsdauer von 16 Minuten und 66 Atmosphären nur eine mäßige Ausbeute von 3,2 % Borstickstoff erhalten. Durch Erhöhung der Temperatur weit über Rotglut bis auf 1600° und Erhöhung des Stickstoffdruckes auf 50 bis 70 Atmosphären gelang es *Stähler* und *Elbert* Ausbeuten von 82 bis 85,5 Prozent zu erhalten. Der gewonnene Borstickstoff kann durch Wasserdampf in Ammoniak und Borsäure zerlegt werden, während durch Behandeln mit Säuren neben Borsäure das betreffende Ammoniaksalz erhalten wird. Es erscheint jedoch zweifelhaft, ob diese Methode sich für die Technik überhaupt eignet, da die Schwierigkeiten beim Arbeiten mit so hohen Temperaturen von über 1500° unter Drucken von 50 Atmosphären und mehr zurzeit kaum überwindlich erscheinen.

Auch die Verbindungen des Stickstoffs mit *Silicium* sind vielfach studiert worden. Metallisches *Silicium* verbindet sich mit Stickstoff bei 1250 bis 1300°. Für den Großbetrieb weit besser geeignet scheint aber das *Ferrosilicium* zu sein, das bei Temperaturen von 1000° leicht Stickstoff absorbiert. Für die Ammoniaksynthese kommt diese Verbindung jedoch aus dem Grunde kaum in Frage, weil die Zerlegung dieser Nitride durch Wasser erst bei höherer Temperatur, selbst in Gegenwart von Alkali sich sehr langsam und unvollständig vollzieht und das Alkali, welches sich mit der Kieselsäure verbindet, verloren geht. Zu einer fabrikmäßigen Darstellung des Ammoniaks auf dem Wege über die Stickstoffverbindungen des *Siliciums* ist es daher noch nicht gekommen.

Eine Zeitlang setzte man auch große Hoffnungen auf die Nitride des Titans. *Bosch* und *Mittasch*, zwei Chemiker der *Badischen Anilin- und Sodafabrik*, haben sich sehr eingehend mit der Herstellung von *Titanstickstoffverbindungen* und ihrer Verwendung zur Ammoniakfabrikation beschäftigt. Nach dem D.R.P. Nr. 203 750 dieser Firma setzt man zu einem Gemisch von Titansäure und Kohle Alkalisalze zu und erreicht infolge dieses Zusatzes, daß bereits bei 1200° die Bindung des Stickstoffs durch das Titan erfolgt. Eine ganze Reihe von Patenten befaßt sich ferner mit der Umwandlung der Nitride des Titans in Cyanide und Cyanamide durch Verschmelzen des Titanitrids oder des Cyanstickstofftitans mit Oxyden, Carbonaten, Sulfaten oder anderen Salzen in Gegenwart von Kohlenstoff. Andere Patente behandeln die Ausarbeitung der Nitride und des Cyanstickstofftitans auf Ammoniak, aber aus allen diesen Patenten geht hervor, daß die Ammoniakherstellung auf diesem Wege mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden ist, so daß auch bisher wenigstens ein technisches Verfahren zur Herstellung des Ammoniaks auf der Grundlage der Stickstoffverbindungen des Titans nicht zur Ausführung im großen gelangt ist.

Das einzige Nitrid, das bisher die Grundlage einer industriellen Ammoniaksynthese darstellt, ist das Aluminiumnitrid. Die Bildung dieses Körpers wurde zuerst im Jahre 1862 von *Briegleb* und *Geuther* beobachtet, als sie auf Aluminiumspäne in der Hitze eines Verbrennungsofens Stickstoff einwirken ließen. In neuerer Zeit hat sich besonders *Fichter* in *Basel* mit dem Aluminiumnitrid beschäftigt und gezeigt, daß die Vereinigung von Aluminium und Stickstoff schon bei einer Temperatur von 720 oder 740° leicht erfolgt und unter

Wärmeentwicklung sich auch dann fortsetzt, wenn die Außenheizung unterbrochen wird.

Für die Gewinnung des Aluminiumnitrids im großen kommt aber das metallische Aluminium nicht in Frage, weil sein Preis ein viel zu hoher ist. Als Ausgangspunkt einer industriellen Synthese konnte nur das Oxyd Verwendung finden, das auch bereits Ende der 90er Jahre von *Wilson*, *Chalmot* und *Mehner* benutzt worden war. In den Patenten dieser Forscher handelt es sich um die Stickstoffverbindungen des Aluminiums, welche durch Erhitzen von Tonerde-Kohle-Gemischen im Stickstoffstrom auf hoher Temperatur erhalten werden sollten. Die Schwierigkeiten bei der Ausführung dieser Reaktion überwand jedoch zuerst *O. Serpek*, indem er extrem hohe Temperaturen, wie die früheren Forscher, vermied, und die Bildung eines Aluminiumkarbids Al_4C_3 möglichst schon im Keime erstickte. Bei einer Temperatur von etwa 1500° erfolgt zwar die Bindung des Stickstoffs besonders leicht bei gleichzeitiger Anwesenheit von Aluminiumoxyd und Aluminiumkarbid. Geht man aber mit der Temperatur um etwa 50° höher, so gelingt es ohne weiteres, ohne Karbidzumischung, also aus einem Gemisch von Tonerde und Kohle allein das Aluminiumnitrid AlN zu erzeugen. Die allgemeinen Fabrikationsbedingungen sind in dem D. R.-P. 224 628 vom 16. März 1909 enthalten. Das Nitrid bildet sich bei Temperaturen, bei welchen eine Reduktion der Tonerde durch Kohle allein nicht stattfindet. Erst die gleichzeitige Einwirkung von Kohle und Stickstoff auf die Tonerde ermöglicht die Reduktion unter Bildung von Aluminiumnitrid und Kohlenoxyd. Reine Tonerde reagiert übrigens viel schwieriger als unreine, daher ist es besonders vorteilhaft, Bauxite zu verwenden.

Die leichtere Verarbeitung der Bauxite auf Nitride ist der Gegenwart von katalytisch wirkenden Stoffen zuzuschreiben, unter denen das Eisen besonders wichtig ist. Schon ein geringer Zusatz solcher Katalysatoren, wie Eisen, Kieselsäure, Titansäure, Nickel, Mangan usw., zur reinen Tonerde bewirkt, daß diese ebenso leicht wie der Bauxit in Nitrid umgewandelt wird. (Vergl. auch das D. R.-P. der Badischen Anilin- und Sodafabrik Nr. 234 839 vom 10. Juli 1909.)

Zur Erniedrigung der Reaktionstemperatur verwendet *Serpek* neben Eisen auch noch *Wasserstoff*, der in Mengen von etwa 5 Volumprozenten dem Stickstoff beigemischt wird. Es gelingt so, Aluminiumnitrid schon bei 1250 bis 1300° herzustellen; allerdings muß man bei dieser Temperatur 5 bis 6 Stunden lang erhitzen und einen außerordentlich großen Stickstoffüberschuß verwenden. Bei niedrigen Temperaturen ist das bei der Reaktion entwickelte Kohlenoxyd dem Weiterfortschreiten des Prozesses stark hinderlich. Es muß also durch Verwendung eines Überschusses an Stickstoff das sich bildende Kohlenoxyd stark verdünnt werden. Mit steigender Temperatur tritt jedoch der Einfluß des Kohlenoxyddruckes zurück. Diese Beobachtung steht auch im Einklang mit zwei neueren Arbeiten über das Aluminiumnitrid von *Adolf Sprengel* (Dissertation Basel 1912) und von *Walter Fränkel* in der Zeitschrift für Elektrochemie Band 19, Seite 362 ff.

Wird der Bauxit auf höhere Temperaturen erhitzt, so verläuft die Nitridbildung in Gegenwart der genannten Katalysatoren noch bedeutend rascher als ohne diese. Man kann schon durch $\frac{1}{2}$ stündiges Erhitzen von Bauxit in einer richtig konstruierten Apparatur sämtliche im Bauxit enthaltene Tonerde in einer halben Stunde in Nitrid umwandeln. Bei entsprechend weiterer Erhöhung der Temperatur lassen sich jedoch die Reaktionszeiten noch bedeutend abkürzen, und bei etwa 1900° erfolgt die vollständige Umwandlung der Tonerde in Nitrid im Verlauf von 5 Minuten. In letzter Zeit ist

es endlich *Serpek* auch gelungen, die Reaktionszeit auf Teilchen von Sekunden abzukürzen. Erforderlich hierfür ist vor allem eine richtige Verteilung der Reaktionsmischung und genaue Regelung des Stickstoffstroms. Unter diesen Umständen wird aller Stickstoff restlos aufgebraucht und dem Ofen entweicht fast ganz reines Kohlenoxyd.

Der leichten und raschen Bildung des Aluminiumnitrids, über die genaueres allerdings, abgesehen von den absichtlich ja niemals sehr klaren Patentschriften, bisher nicht bekannt geworden ist, entspricht auch die leichte und rasche Zerlegung desselben durch Wasser. Es zerfällt dabei glatt in Ammoniak und Tonerdehydrat.



Diese Zerlegung wird im Rührautoklaven vorgenommen, wobei ein Erhitzen von 3—4 Stunden bei 2—3 Atmosphären genügt, um das Nitrid vollkommen zu zerlegen.

Nach Abdestillieren des Ammoniaks bleibt im Autoklaven die Tonerde zurück, vermengt mit den natürlichen oder absichtlich zugesetzten Katalysatoren. Um reine Tonerde herzustellen, verwendet man anstatt Wasser eine Aluminatlösung von 20° Bé. Unter Druck von 2 Atmosphären wird sämtliches Nitrid in 1½ bis 2 Stunden zerlegt und im Autoklaven bleibt dann eine Lösung der aus dem Nitrid stammenden Tonerde, die von den ungelösten Verunreinigungen durch Dekantation leicht getrennt werden kann. Aus der Lösung wird dann nach der Vorschrift *Bayers* durch Selbstausfällung reine Tonerde erhalten. Die nach dem Filtrieren und Auswaschen der Tonerde verbleibende Aluminatlauge kehrt wieder in den Prozeß zurück und dient dazu, neue Mengen von Nitrid zu zerlegen. Das Verfahren gestattet pro Kilowattjahr 2 Tonnen Tonerde zu erzeugen und gleichzeitig 500 Kilogramm Stickstoff zu binden.

Das Verfahren von *Serpek* wurde bisher nur in einer Versuchsanlage in Savoyen in St. Jean de Maurienne ausgeführt, aber weitere Anlagen in Norwegen (Arendal) und in den Vereinigten Staaten befinden sich im Bau. Die wirtschaftliche Rentabilität des Verfahrens kann heute noch keineswegs als erwiesen gelten, da auch die Ansichten der Fachleute über diesen Prozeß außerordentlich auseinander gehen. Für die Gewinnung des Ammoniaks dürfte aber das theoretisch und technisch sehr interessante Verfahren kaum jemals eine überragende Bedeutung gewinnen, weil es mit der Herstellung der Tonerde und des Aluminiums aufs engste verknüpft erscheint und zudem das Ammoniak stets nur ein Nebenprodukt dieser Industrie bilden wird. H. G.

Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Ackerbautechnik.

Von Ernst Feige, Gießen.

Alle Maßnahmen, die innerhalb des landwirtschaftlichen Betriebes zur Erzeugung von pflanzlichen Produkten getroffen werden, erstrecken sich auf die manuelle und maschinelle Bearbeitung des Ackerbodens und

können unter dem Namen „Ackerbautechnik“ zusammengefaßt werden. Da die landwirtschaftliche Technik sich nicht wie die industrielle lediglich mit der Umformung anorganischer Materialien befaßt, sondern ihr Bestreben auf die möglichst weitgehende Umsetzung anorganischer Rohstoffe in organische Erzeugnisse (Pflanzen) richtet, ergibt es sich von selbst, daß eine genaue Kenntnis der das Pflanzenwachstum bestimmenden Faktoren vonnöten ist und jede Kulturmaßnahme des Landwirtes in Rücksicht auf den günstigen oder ungünstigen Einfluß auf die natürlichen Wachstumsbedingungen getroffen werden muß. Von fundamentaler Bedeutung für die Pflanze ist die Zusammensetzung und die Tätigkeit des Bodens in physikalischer und chemischer Beziehung; auf ihn erstrecken sich ausschließlich alle landwirtschaftlichen Kulturmaßnahmen, denn die meteorologischen Vegetationsfaktoren können bis jetzt vom Menschen wenig oder gar nicht beeinflußt werden. Alle Kulturmaßnahmen erstrecken sich also darauf, die chemischen und physikalischen Bodenbedingungen für die Pflanze recht günstig zu gestalten; will man die Wirkungsweise der landwirtschaftlich-technischen Maßnahmen verstehen, so muß man sich ihre naturwissenschaftlichen Gründe vergegenwärtigen.

Unsere hauptsächlichsten Kulturpflanzen sind im Vergleich zu ihren wild lebenden Verwandten gebrechliche Geschöpfe und von einer hochgesteigerten Anspruchsfähigkeit besonders an die Nahrung. Keine unserer Kulturpflanzen ist in der Lage, sich selbst überlassen erfolgreich mit der eingesessenen Vegetation auf die Dauer den Kampf ums Dasein auszuhalten; nur durch die sorgsame Pflege des Menschen können sie den Unbilden der freien Natur trotzen und ihren Beschützern immer steigende Erträge bieten. Der Standort jeder Kulturpflanze ist, wie gesagt, der Boden. Dieser ist die oberste Schicht der Erdrinde, entstanden durch Gesteinsverwitterung und Zersetzung von Organismenresten, und befindet sich in dauernder Umbildung durch klimatische und biologische Faktoren. Alle Böden verhalten sich je nach ihrer geologischen Entstehung verschieden und erheischen verschiedenartige Kulturmaßnahmen; in der landwirtschaftlichen Praxis ist es üblich, nach rein betriebstechnischen Unterschieden zwischen „schweren“ und „leichten“ Böden zu unterscheiden, wobei nur die Schwierigkeit der Bearbeitung ohne Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung als Richtschnur dient und die physikalische Beschaffenheit eine Rolle spielt. Die Klassifikation der Böden ist bis jetzt noch keineswegs exakt sichergestellt, am meisten wird die unten wiedergegebene Einteilung in 8 Klassen angewandt.

Je mehr Humus ein Boden enthält, desto ertragfähiger kann er bei günstiger physikalischer Beschaffenheit sein. Naturgemäß hängt die zu erzielende Ernte von dem Bodenvorrat an Pflanzennährstoffen ab. Doch genügt die absolute Menge der disponiblen Pflanzennährstoffe im Boden nicht zur Beurteilung der möglichen Ernte; es hat sich nämlich gezeigt, daß im Boden genügend Nährstoffe für Jahrzehnte hinaus vorhanden sind, ohne daß diese befriedigende Ernten zeitigen. Es handelt sich bei der Düngung nicht darum, dem Boden entzogene Nährstoffe wieder zu ersetzen, sondern den anspruchsvollen

Klassifikation der Böden.

1. Klasse: Tonboden mit über	50%	Ton,	0,5%	Kalk,	0,5%	Humus, Rest Sand
2. „ Leimboden mit	30—50%	„	0,5%	„	0,5%	„ „ „
3. „ Sandig. Leimboden mit	20—30%	„	0,5%	„	0,5%	„ „ „
4. „ Lehmig. Sandboden mit	10—20%	„	0,5%	„	0,5%	„ „ „
5. „ Sandboden mit	0—10%	„	0,5%	„	0,5%	„ „ „
6. „ Mergelboden mit	10—50%	„	5—20%	„	0,5%	„ „ „
7. „ Kalkboden mit	10—50%	„	1—20%	„	0,5%	„ „ „
8. „ Humusboden mit	0—50%	„	0,5%	„	über 5%	„ „ „

Kulturpflanzen leicht lösliche Nährstoffe zur Verfügung zu stellen, da der Bodenvorrat chemisch zu fest gebunden und für die Pflanzenwurzel nicht angreifbar ist. Daraus ergeben sich wichtige Regeln für die Düngetechnik; man darf nicht einfach die durch eine Ernte dem Boden absolut entzogene Nährstoffmenge in beliebiger Form wieder zusetzen, sondern hat der Pflanze die nötige Menge leicht löslicher Nährstoffe zur Verfügung zu stellen, namentlich bei „schweren“, stark absorptionsfähigen Bodenarten. *Adolf Mayer* gibt als Düngungsnormen bei sofortiger Löslichkeit in Kilogramm pro Hektar an für

	N	P ₂ O ₅	K
Roggen	45	60	75
Weizen	52½	75	75
Hafer	60	45	60
Zuckerrübe	60	90	90
Kartoffel	90	90	90

Daraus ergibt sich zugleich das wechselnde Nährstoffbedürfnis der Kulturpflanze; die Löslichkeit der verschiedenen Düngemittel wird gewöhnlich nach der Löslichkeit der Nährstoffe in Wasser oder Zitronensäure berechnet, die so ermittelte Menge steht der Pflanze sofort zur Verfügung. Von den gebräuchlichen Handelsdüngemitteln enthalten in leicht löslicher Form N der Chilesalpeter (NaNO₃), P₂O₅ das Superphosphat, K die Abraumsalze (Kainit, Carnallit) und sind daher vorzugsweise für die untätigen, schweren Böden geeignet, während die schwerer löslichen Düngemittelformen (Thomaschlacke) für die sehr reaktionsfähigen Sandböden geeigneter sind. Die Höhe des Ernteertrages ist nicht von der rezeptmäßigen Einhaltung der Düngungsnormen abhängig, dazu sind die auf die Pflanze einwirkenden Faktoren zu vielgestaltig. Schon *Liebig* hatte in seinem Gesetz vom Minimum ausgesprochen, daß derjenige Nährstoff von entscheidendem Einfluß auf die Entwicklung der Ernte würde, der der Pflanze im geringsten Umfange zur Verfügung stünde; es muß also die Aufnahme aller Nährstoffe in einem festen Verhältnis stehen und sich nach dem in geringster Menge vorhandenen Nährstoff richten. Es hat sich aber später gezeigt, daß das Gesetz vom Minimum eine ausgedehntere Wirksamkeit besitzt, als es *Liebig* angenommen hatte; man muß nämlich sämtliche biologischen Faktoren zusammenfassen, nicht nur die Nährstoffe. Gleichgültig welcher Vegetationsfaktor dann ins Minimum gerät, er bestimmt die Entwicklungsfähigkeit der Pflanze. Es ist natürlich jeweilig schwer, den ins Minimum geratenen Faktor festzustellen, sofern nicht offensichtliche Düngungsfehler oder Mißbildungen der Witterung ihn erkennen lassen, denn alle Vegetationsfaktoren sind nicht genau bekannt oder meßbar, wie wir bereits in einem früheren Aufsatz (vgl. Heft 18) ausführten.

Alle diese Faktoren sind bedeutend vielgestaltiger als die Ernährungsverhältnisse, sie hängen aufs engste mit der physikalischen Bodenbeschaffenheit zusammen und sind für die Einteilung der mechanischen Bodenbearbeitung bestimmend, auch kommen die verschiedenen Ansprüche der Pflanzen auf die Bodenstruktur in Betracht.

Die Pflanzen verlassen nach der Ernte den Boden in einem verhältnismäßig festen, ausgetrockneten Zustand, so daß die unteren Bodenschichten der Verwitterung wenig ausgesetzt sind; die unter dem Schutze der hochgewachsenen Kulturpflanze entwickelten Bakterien werden durch die starke Sonnenbestrahlung bald vernichtet. Dem wird entgegengewirkt durch das Pflügen; hierdurch wird eine bessere Durchlüftung des Bodens erzielt, die Wurzelrückstände der Ernte zersetzen sich bald zu Humus und dienen der Bakterienflora als Nahrung, auch erhöht sich bei einem scholligen Felde die Kapillarität.

*Mitscherlich*¹⁾ und neuerdings auch *Ehrenberg*²⁾ haben experimentell festgestellt, daß sich besonders bei durchfrorenen Schollen die Hygroskopizität erhöht; es ist darum leicht verständlich, warum die Landwirte erst im Frühjahr zu bestellende Felder den Winter über schollig liegen lassen, zumal größere Schollen durch den Frost auch zerrissen werden. Der Wasserhaushalt des Bodens insbesondere ist für die Pflanze von ganz hervorragender Bedeutung, denn das Wasser ist meistens der ins Minimum geratende Faktor. Stark hygroskopische Böden vermögen der Pflanze auch ohne atmosphärische Niederschläge bedeutend längere Zeit Wasser zu liefern als aride Sandböden. *Mitscherlich* geht sogar so weit, die Böden nach der Hygroskopizität zu bonitieren; er bezeichnet die zur Benetzung eines Bodenteilchens nötige Menge Wasser als hygroskopisches Wasser oder den ganzen Vorgang als Hygroskopizität des Bodenteilchens. Durch landwirtschaftliche Kulturmaßnahmen läßt sich aber auch der Wasserhaushalt des Bodens bis zu einer gewissen Weise günstig regulieren; es kann hierbei natürlich die Hygroskopizität der Bodenteilchen nur teilweise beeinflußt werden. Man benutzt dabei die schon erwähnte Kapillarität; nach der Aussaat sieht man häufig, besonders auf leichtem (sandigem) Boden, daß die Felder gewalzt werden. Dadurch wird der Boden zusammengepreßt und durch Verkürzung der Kapillaren ein schnelleres Aufsteigen des Grundwassers zu den Keimungsstellen erreicht, natürlich nicht ohne bedeutenden Verdunstungsverlust. Die Verdunstung von Wasser ist natürlich vom Wärmehaushalt des Bodens abhängig; ein Sandboden nimmt Hitze sehr leicht an und läßt deshalb Wasser leichter verdunsten als ein humoser Boden, der sich nicht so stark erwärmt und die Strahlung besser verteilt; hierbei spielt auch die Farbe des Bodens eine Rolle. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß Quarz die Wärme am besten leitet, weniger gut dann Eisenhydroxyd, Kalk, Ton, Humus. Auch hiergegen versucht man Maßnahmen zu treffen durch das sogenannte Mergeln des Sandbodens (Zufuhr von Kalk), ein geeignetes Mittel ist auch die Verwendung von Torf, doch hat es sich noch nicht allenthalben durchgesetzt.

Die verschiedenen Arten der Bodenbearbeitung finden ihren Grund in den verschiedenen Ansprüchen der Kulturpflanzen.

Während Weizen und Rübe gebundene Bodenarten lieben, begnügen sich Roggen und Kartoffel mit lockerem Boden; wesentlicher jedoch sind die Wurzelungsverhältnisse. Die sog. Hackfrüchte (Rübe, Kartoffeln) sind ausgesprochene Tiefwurzler, während die Getreidearten flacher wurzeln, auch haben die ersteren einen höheren Wasserbedarf, den sie durch ihre langen Wurzeln allerdings zum Teil selbst aus der Tiefe decken können. Mit der Verschiedenartigkeit der Ernährungs- und Standortverhältnisse hängt auch die Notwendigkeit des „Fruchtwechsels“ zusammen. Baut man auf einem Felde mehrere Jahre die gleiche Frucht an, so gehen die Ernten sehr schnell zurück, die Pflanzen sind „mit sich selbst unvertäglich“; nur der Roggen macht eine Ausnahme. Worauf dies beruht, läßt sich schwer entscheiden, wahrscheinlich erschöpft jede Pflanze ihre Vegetationsfaktoren in einem Jahre so stark, daß sie später sehr ungünstige Wachstumsverhältnisse vorfindet. Wichtig ist bei Leguminosen die Feststellung der Tatsache, ob der für sie ausgewählte Boden „Knöllchenbakterien“ (*B. radicola* Beyerinck oder *Rhizobium leguminosarum* A. B. Frank) enthält, ohne deren Vorhandensein erstere nicht gedeihen können. So wachsen z. B. Lupinen auf Sandboden sehr

¹⁾ *Mitscherlich*, Bodenkunde für Land- und Forstwirte. 2. Aufl. 1913.

²⁾ *Ehrenberg*, Journal f. Landwirtschaft, 1913.

leicht, doch kommt die gelb- und blaublühende Art auf humosem Boden wegen Abwesenheit der Bakterien nicht fort; man hat mit teilweise gutem Erfolg solche Böden künstlich geimpft (Nitragin usw., Dauerpräparate).

Am wichtigsten von allen landwirtschaftlichen Kulturmaßnahmen sind aber diejenigen, die sich mit der Förderung der Verwitterung der auf Eruptivgesteinen „gewachsenen“ Böden beschäftigen. Die Verwitterung geht in unseren Zonen nicht so schnell vor sich wie in den Tropen. Die Verwitterung kann auf chemischer Zersetzung und auf physikalischen Einflüssen beruhen. Je tiefer es gelingt einen Boden zu durchwühlen, desto energischer können die Atmosphärien einwirken. Durch die Intensivierung unserer Landwirtschaft und zunehmende Tiefkultur wird jetzt die Verwitterung schwer aufschließbarer Gesteine sehr gefördert; das ist für die Produktionssteigerung sehr wichtig, denn je mächtiger die ständig kultivierte Krume ist, desto üppiger entwickeln sich die Wurzeln der Pflanze und desto reichlicher geht die Nahrungsaufnahme vor sich, wozu natürlich bei intensiverer Kultur die erhöhte Zufuhr von Düngemitteln kommt. Ein guter Ackerboden kann nur bei Zusammenwirken der physikalischen, chemischen und biologischen Verwitterung entstehen. Die physikalische Verwitterung kann vom Menschen neben der Bodenpflüfung durch Unterstützung der chemischen Umsetzungen und der Bakterienflora geschehen. Ein verbreitetes Mittel, besonders untätige Böden zu energischer chemischer Umsetzung zu bringen, ist die starke Kalkzufuhr; sie dient nicht der Ernährung der Pflanze direkt, sondern soll nur indirekt der Pflanze durch vermehrte Bodenumsetzungen dienen. Im Interesse der Anregung der Bodenbakterien dient hauptsächlich die Stalldüngerzufuhr, die daneben durch die Humusbereicherung des Bodens einen günstigen physikalischen Einfluß ausübt und oft die günstigen Wirkungen einige Jahre lang erkennen läßt.

Ein wesentliches Hilfsmittel für eine rationelle Ackerbautechnik liefern noch die Pflanzen selbst durch den gegenseitigen Wettkampf um die beste Lichtstellung, wie man es bezeichnen könnte. Es war früher vor den Fortschritten der industriellen Technik üblich, die Samen mit der Hand breit auszuwerfen und dann flach unterzupflügen. Pflanzte man aber, wie es jetzt vermittels der sog. Drillmaschinen möglich ist, die Getreidekörner oder sonstigen Sämereien regelmäßig in dichten Reihen, so treiben sich die Pflanzen gegenseitig stark in die Höhe und zwingen sich gegenseitig zu starker Entwicklung, wie man es ja auch bei Forstkulturen beobachten kann. Daß dieser Methode tatsächlich eine große praktische und biologisch begründete Bedeutung innewohnt, ergaben experimentelle Untersuchungen anlässlich der von Demtschinski vorgeschlagenen Anbaumethode. Da die Getreidekeimlinge erst aus sich neue Pflanzen hervorgehen lassen, schlug D. vor, die Pflanzen sehr dünn einzupflanzen und zu behäufeln, wodurch ein größerer Wurzelspielraum geschaffen wurde. Es zeigte sich aber, daß diese asiatische Methode den hiesigen natürlichen Bedingungen nicht so entspricht wie die „Drill“kultur.

Alle Kulturmaßnahmen suchen der Pflanze möglichst günstige Wachstumsbedingungen zu schaffen und die Natur in ihrer Wirksamkeit zu unterstützen. Es kann dies nur bei genauer Kenntnis der wichtigen Naturvorgänge geschehen; die Betrachtung der landwirtschaftlich-technischen Kulturmaßnahmen ist ein lehrreiches Beispiel dafür, wie groß die Bedeutung der Kenntnisse der Naturvorgänge ist und wie sehr sich der Mensch ihnen anzuschmiegen sucht.

Besprechungen.

Schröder, Chr., *Handbuch der Entomologie*. Jena, Gustav Fischer, 1913. Preis M. 5,—.

Innerhalb der Zoologie nimmt die Insektenkunde eine gewisse Sonderstellung ein, nicht nur durch ihre praktische Bedeutung für den Landwirt und Forstmann wegen der zahlreichen schädlichen Insekten oder für den Arzt wegen der krankheitsübertragenden, sondern auch dadurch, daß die große Zahl der Insekten Sammler und sonstigen Liebhaber sich mehr oder weniger eingehend mit ihr beschäftigt. Besonders letzteren fehlen allgemeine zoologische Kenntnisse fast stets, und die Möglichkeit, in gründlicher Weise sich über Anatomie und Physiologie sowie die Entwicklung der Insekten zu unterrichten, ist ihnen eigentlich nicht gegeben — ein Mangel, der gegenüber der großen Fülle systematischer Werke in die Augen fällt und der mit wohl schuld daran ist, daß die Insektenliebhaber fast stets nur Sammler, d. h. Systematiker sind.

Es gibt in deutscher Sprache kein einziges modernes Handbuch der Insektenkunde, denn *Grabers Insekten* stammen aus dem Jahre 1877, und *Kolbes Einführung in die Kenntnis der Insekten*, von der nur der 1. Band erschienen ist, ist auch schon 20 Jahre alt. In dieser Zeit hat die Insektenkunde auf allen Gebieten durch eine große Zahl von Forschern derartige Fortschritte gemacht, daß eine Zusammenfassung unserer heutigen Kenntnisse dringend erforderlich erschien, zumal die bereits vorhandenen fremdsprachlichen Werke ähnlichen Charakters, wie jene von *Comstock*, *Lamcree*, *Oudemans*, *Packard* und *Sharp*, sämtlich geringen Umfanges sind und teilweise auch bereits mehr oder weniger veraltet. Das einzige umfangreiche Werk ist *Berleses Gli Insetti*, von dem vor einigen Jahren der 1. Band erschienen ist.

Das „*Handbuch der Entomologie*“, das in 3 Bänden im Umfange von ungefähr 135 Bogen erscheinen soll und in dessen Bearbeitung sich unter der Redaktion *Schröders* eine große Reihe unserer ersten Insektenforscher geteilt hat, soll in wenigen Jahren vollständig vorliegen. Bis jetzt sind Lieferung 1—3 (Bogen 1—30) erschienen. *Deegener* ist der Autor von Kapitel 1—8. Er behandelt im 1. Kapitel das Integument; er bespricht nach der Hypodermis die Cuticula und ihre Bildungen (Schuppen usw.) sowie die Farben der Haut eingehend, dann die verschiedenen Hautdrüsen (Duft-, Wehr-, Wachswusw. Drüsen.) Als Anhang schließt sich von *O. Prochnow* die Bearbeitung der Organe der Lautäußerung an. Das 2. Kapitel enthält das Nervensystem. Einer allgemeinen Übersicht des Zentralnervensystems folgt ausführlich der feinere Bau des Gehirns, das untere Schlundganglion und die übrigen Ganglien. Die Unterschiede bei den verschiedenen Gruppen und die Funktion des Nervensystems schließen dieses Kapitel ab. Dem Nervensystem folgen die Sinnesorgane, wobei nacheinander die Organe des Hautsinns, dann ausführlich die verschiedenen Gehörgänge (Tympanalorgane und Chordotonalorgane) und endlich die Augen (Ocellen und Komplexaugen) nicht nur ihrer Anatomie, sondern auch ihrer Physiologie nach behandelt werden. Die statischen Organe und die Sinnesorgane zweifelhafter Funktion bilden den Schluß dieses 3. Kapitels. Das 4. Kapitel beschreibt den Darmtraktus und seine Anhänge, das 5. die Respirationsorgane, das 6. die Zirkulationsorgane und die Leibeshöhle. Jedesmal wird außer der makroskopischen Anatomie auch die Histologie eingehend besprochen und kurz auch die Funktion sowie die Unterschiede bei den verschiedenen Gruppen. So sind auch insbesondere bei den Respirationsorganen die verschiedenen Formen der Sauerstoffversorgung der Wasserinsekten sehr eingehend behandelt. Die Muskulatur und das Endoskelett bringt

das 7. Kapitel; vom 8. Kapitel (Geschlechtsorgane) liegt erst der Anfang vor.

Aus dieser kurzen Übersicht ist die Stoffanordnung und die Art, wie das Werk gedacht ist, wohl ersichtlich, und es ist zweifellos, daß dieses Buch, das unser jetziges Wissen über die Insekten zusammenfaßt, wirklich eine Lücke ausfüllt. Die Literatur, auch die neueste, ist sehr gut berücksichtigt, allerdings ist in dem Bestreben, durchaus objektiv zu sein, *Deegener* vielleicht etwas zu weit gegangen und hat sich mit bloßem Referieren begnügt, wo besonders dem Nichtfachmann ein subjektives Urteil lieber gewesen wäre; die Einheitlichkeit und Lebendigkeit in der Darstellung hätte hierdurch auch gewonnen. Der Vollständigkeit zuliebe mußte mit Rücksicht auf den beschränkten Raum und die möglichst gleichmäßige Behandlung manches etwas kurz besprochen werden. Da ist es denn sehr erfreulich, daß jedem Kapitel ein ausführliches Literaturverzeichnis angehängt ist, das wohl alle in Betracht kommenden Arbeiten anführt und so jeden, der sich über Einzelheiten genauer unterrichten will, hierzu instand setzt. Ein großer Vorzug des Werkes sind die außerordentlich zahlreichen, fast ausnahmslos vorzüglichen Abbildungen, die zumeist den betreffenden Spezialarbeiten entnommen sind; hierdurch wird die Benutzung und das Verständnis des Werkes sehr erleichtert. Die ganze Ausstattung ist überhaupt musterhaft.

Arnold Japha, Halle a. S.

Schmidt, P., Katalapsie der Phasmen. Biol. Centralblatt 1913 Bd. 33, Heft 4, Seite 193—207. Mit 8 Fig. im Text.

Die allgemeine für eine Ruhestellung angesehene, völlig bewegungslose Körperhaltung der indischen Stabheuschrecke *Carausius (Dixippus) morosus* Br. v. W. möchte Verfasser als den Ausdruck eines der Katalapsie beim Menschen und bei höheren Tieren ähnlichen Zustandes auffassen. Er konnte an diesen Insekten den von den Physiologen früherer Zeiten als „flexibilitas cerea“ definierten katalaptischen Zustand der Muskeln, ferner das Fehlen einer Ermüdung und eine ungemein herabgesetzte Empfindlichkeit gegen Reize nachweisen. In bezug auf die Lage und Haltung der Beine, Fühler und des Abdomens in die seltsamsten Stellungen gebrachte Tiere verharren stundenlang in diesen und reagieren auf die meisten Reize in keiner Weise. Nur auf einige wenige, bestimmte Reize „erwachen“ sie, springen schnell auf und laufen fort. Einem im katalaptischen Zustande befindlichen Tiere konnte Verfasser fast den ganzen Hinterleib stückweise abschneiden, ohne daß es sich von der Stelle rührte; aber ein Zupfen an dem Rest seines Abdomens ließ es erwachen und davoneilen.

Bei Individuen, die sich im beweglichen Zustande befanden und die äußerst lebhaft auch auf geringfügige Reize reagierten, gelang es Verfasser nicht, durch irgendwelche äußeren Einflüsse die Katalapsie herbeizuführen. Sie scheint also aus inneren Gründen zu erfolgen; Vorbedingung zu ihrem Eintreten ist nur vollständige Ruhe und Abwesenheit äußerer Störungen. Verfasser stellt sie deshalb als *Autokatalapsie* den bekannten Fällen von Katalapsie bei anderen Tieren gegenüber. Sie scheint von einer besonderen Art der Nerven-erregung, die von den Kopfganglien ausgeht, abhängig zu sein, denn dekapitierte Tiere und abgetrennte Hinterleiber, die Verfasser bis zu 12 Tagen am Leben erhielt, hatten die Fähigkeit zur Katalapsie völlig verloren.

Schließlich weist Verfasser noch darauf hin, daß die vorliegende Erscheinung nicht ganz isoliert im Tierreich dasteht, sondern mit dem „Sichtotstellen“, vielleicht auch mit dem normalen Schläfe und dem Winter- (resp. Sommer-) Schläfe der Insekten manches gemeinsam hat.

Sie ist zugleich als eine Art „Sichtotstellen“ von biologischem Wert für die Stabheuschrecken, da die schon durch deren Körperbau zutage tretende Nachahmung bestimmter Pflanzenteile durch sie erst zur eigentlich schützenden Anpassung wird. *Hempelmann, Leipzig.*

Walter, Emil, Unsere Süßwasserfische. Eine Übersicht über die heimische Fischfauna nach vorwiegend biologischen und fischereiwirtschaftlichen Gesichtspunkten. (*Schmeils* naturwissenschaftliche Atlanten.) Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. 50 farbige Tafeln mit Text. 8°. Preis in Originalleinenband oder in Leinenmappe mit losen Tafeln M. 5,40.

Walter, Emil, Einführung in die Fischkunde unserer Binnengewässer. Mit besonderer Berücksichtigung der biologisch und fischereiwirtschaftlich wichtigen Arten. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. VII, 364 S. u. 62 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Die große volkswirtschaftliche und nationale Bedeutung der Fischerei kommt mehr und mehr zur Erkenntnis und zur Geltung. Mit der Vermehrung der Bevölkerung und der Hebung ihres Wohlstandes ist die Inanspruchnahme der Fische als Nahrungs- und Genußmittel gewachsen. Allgemein macht sich eine zunehmende Wertsteigerung der Fischgewässer bemerkbar. Eine intensivere, auf gründlicher Kenntnis der Fische, ihrer Lebensweise und ihres fischereiwirtschaftlichen Wertes beruhende Bewirtschaftung der verschiedenen Gewässerarten ist dadurch notwendig geworden. Mit diesem Bedürfnis ist auch die Menge einschlägiger literarischer Erscheinungen gestiegen. Die riesige Flut der Veröffentlichungen auf dem Gebiete der europäischen Binnenfischerei zeigen die jährlichen Berichte über die Fischereiliteratur. Hand in Hand mit dieser fortgesetzt sich steigernden Fülle wissenschaftlicher und praktischer Einzelarbeiten geht auch das Bestreben, der Allgemeinheit einen Einblick in diese ihr vielfach verborgenen Arbeiten und eine Zusammenfassung ihrer Ergebnisse in ansprechender Form zu geben.

Zwei solche Werke mit dem Ziel, die Kenntnis unserer heimischen Fischwelt zu fördern, liegen hier vor. Das erste Buch, *Unsere Süßwasserfische*, ist ein Atlas, der auf fünfzig in Dreifarbendruck hergestellten Tafeln die mitteleuropäischen Süßwasserfische außerordentlich lebendig vorführt. Die Tafeln, von Künstlerhänden gezeichnet, stellen eine glückliche Vereinigung von Kunst und Wissen dar. Die gewählte Art der Darstellung der Fische in ihrer natürlichen, auf die Lebensweise der einzelnen Arten abgestimmten Umgebung und unter Betonung der Eigenart jedes Fisches, ist neuartig und vorzüglich gelungen. Bei der Technik der Darstellung ist möglichste Naturtreue in der Farbe angestrebt worden. Viel Mühe ist aufgewendet worden, um bei den zur Ermöglichung des wirklich billigen Preises beschränkten Mitteln dem beabsichtigten Ziel nahe zu kommen — und viel ist erreicht worden. Aber wie schwer es ist, die Fische mit ihrem glänzenden, leicht vergänglichen Schimmer im Bilde ganz lebenswahr und naturfarben festzuhalten, sieht man doch auch an diesen Darstellungen.

Die fünfzig Tafeln geben eine nahezu vollständige Übersicht über die heimische Fischwelt. Von den weniger wichtigen Arten wurden je zwei zusammengehörige auf einer Tafel vereinigt. Auch verschiedene Formen der Ernährung und des Wachstums (Hunger- und Kümmerformen von Rotfeder, Plötze), Besonderheiten in der Färbung (bei Regenbogenforelle, Bachforelle, Seesaibling, Bachsaibling u. a.), Unterschiede der Geschlechter (Lachs, Meerforelle, Schleie) und Eigentümlichkeiten in der Fortpflanzung (Stichling, Bitterling) kommen zum Ausdruck.

Der Text auf der Rückseite jeder vorhergehenden Tafel bietet auf engem Raum in Kürze das Wissenswerteste: er gibt Auskunft über die wichtigeren systematischen Merkmale, über Verbreitung, Nahrung, Lebensgewohnheiten, Fortpflanzung und wirtschaftlichen Wert.

Einleitend wird auf etwa 20 Seiten ein Überblick über den Bau des Fischkörpers und die Lebensverhältnisse der Fische im Wasser gegeben; die verschiedenen Familien werden charakterisiert und durch Tabellen wird eine Bestimmung der einzelnen Gattungen ermöglicht.

Das Buch wendet sich an die weitesten Kreise. Vermöge seiner prächtigen Ausführung und anschaulichen Darbietung wird es allen Naturfreunden eine willkommene Gabe sein.

Das zweite Buch, die *Einführung in die Fischkunde unserer Binnengewässer*, gibt eine Naturgeschichte unserer Fische unter besonderer Berücksichtigung der biologischen und fischereiwirtschaftlichen Verhältnisse. Es ist als eine Ergänzung des zuvor besprochenen Tafelwerkes, als eine Erweiterung dessen knapp gehaltenen Textes gedacht; es ist aber auch ohne den Atlas brauchbar. Mir erscheint es allerdings bedauerlich, daß die Tafeln nicht in den Band einbezogen werden konnten.

Es schildert zunächst in einem ziemlich umfangreichen allgemeinen Teil die Lebensverhältnisse der Fische im Wasser und die Anpassung der Fische an die Verschiedenheiten ihrer Wohngebiete. Immer in Rücksicht auf die Lebensweise werden in anziehender Art die äußere Form des Körpers, die Färbung und ihr Wechsel, die Beschuppung, die Bewegung durch Schwanz und Flossen, die Wirkung der Schwimmblase, die Atmung, die geistigen und sinnlichen Fähigkeiten und die ihnen dienenden Organe besprochen. Bei der Erörterung der Ernährung werden nicht nur die bei der Nahrungsaufnahme mitwirkenden Organe: der Mund, die Bezahlung und der Kiemenreusenapparat, sowie die verdauenden und absondernden Organe, sondern auch die für die Fischerei sehr wichtige Art der Nahrung der einzelnen Fische, soweit sie bis jetzt bekannt ist, geschildert; die wichtigsten Nährtiere der Boden-, Ufer- und Freiwasserfauna finden sich abgebildet. Ferner werden die Fortpflanzung und die mit ihr in Zusammenhang stehenden interessanten Änderungen im Leben der Fische, wie das Auftreten von Hochzeitskleidern, die Bildung von Laichgesellschaften, das Unternehmen von Wanderungen usw. behandelt. Die Grundsätze einer rationellen Fischereiwirtschaft werden dargelegt, eine biologische Charakteristik der verschiedenen Fischgewässer gegeben und die Grundlinien der Karpfen- und Forellenzucht entwickelt. — Im Anschluß an diesen Teil findet sich eine systematische Übersicht unserer Süßwasserfische mit einer Bestimmungstabelle der Familien.

Im speziellen Teil wird jeweils eine Charakteristik einer Familie gegeben mit Bestimmungstabellen für die zugehörigen Gattungen und Arten. Bei der Beschreibung der einzelnen Arten — im ganzen sind siebzig behandelt — wurden nur die wesentlichsten Merkmale erwähnt, alle zoologischen Nebensächlichkeiten sind vermieden. Um so eingehender sind dafür die für den Praktiker wichtigeren biologischen und wirtschaftlichen Verhältnisse dargestellt. Von jeder Art werden das Verbreitungsgebiet, die Lebensweise, die Nahrung und die Fortpflanzung sowie die wirtschaftliche und sportliche Bedeutung geschildert. — Im Anhang werden die Goldvarietäten einiger Fische besonders behandelt.

Das Buch steht durchweg auf der Höhe unseres Wissens. Es bildet ein wertvolles Nachschlagebuch, das viele Liebhaber finden wird, nicht nur in Fischerkreisen, sondern auch bei Lehrern und allen sonstigen Freunden der Fische und der Fischerei.

E. Seydel, Friedrichshagen.

Brehms Tierbilder. Zweiter Teil. Die Vögel. 60 farbige Tafeln aus „Brehms Tierleben“ von Wilhelm Kuhnert und Walter Heubach. Mit Text von Dr. Victor Franz. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1913. Preis in Leinenmappe M. 12,—.

Unser unvergeßlicher Alfred Brehm pflegte zu sagen, wenn man die eine oder andere Abbildung seines „Tierlebens“ tadelte, mochte sie nun von Robert Kretschmer oder Gustav Mützel herrühren: eine mittelmäßige Abbildung ist immer noch besser als eine langatmige Beschreibung. Dabei war ihm das volle Erfassen einer treffenden bildnerischen Darstellung gegenüber einer weniger guten durchaus nicht fremd. Er freute sich der schönen Mützelschen Abbildungen zu der zweiten Auflage seines berühmten Werkes; und wie erst würden seine Augen geleuchtet haben, wenn es ihm vergönnt gewesen wäre, die farbigen Tafeln zu sehen, welche die vierte Ausgabe des Tierlebens schmücken!

Es ist eine ausgezeichnete Idee des Bibliographischen Instituts, eine Anzahl der Tafeln separat als Sammelwerk herauszugeben. Leicht mag es dem Herausgeber nicht geworden sein, eine Auswahl zu treffen. Meist stellen die Bilder farbenprächtige Vertreter der Heimat und fremder Zonen, aus allen Ordnungen der Vögel, dar. In charakteristischer Haltung finden wir die einzelnen Arten, und treffend ist die Wiedergabe des Geländes, das die Eigenart der Vogelformen erklärt. Es möge auf die Abbildung des Fischreiher, des Marabu, des Steinadlers, des Wiedehopfes, des Uhus, um einiges hier zu nennen, hingewiesen sein. Ein kurzer Text, in Anlehnung an Brehm, gibt gerade soviel von der Beschreibung, vom Aufenthalt und Vorkommen wie den Lebenserscheinungen der dargestellten Arten, um den Appetit zu reizen, weiteres zu hören.

Eltern und Lehrer sollten diese schönen Farbensammlungen in die Hand nehmen zu Nutz und Frommen der heranwachsenden Jugend. Besser können derselben niemals Bilder unserer schönen gefiederten Geschöpfe übermitteln, leichter kann bei ihr nie das Interesse für dieselben geweckt und damit Schutz und Erhaltung gepredigt werden als durch diese farbenprächtigen Darstellungen.

H. Schalow, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Zur Theorie der Sonnenfinsternisse veröffentlicht der russische Astronom A. A. Michaeloff (Marchansk) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4694 interessante Ableitungen, die eine Vervollständigung der bisherigen Vorausberechnungen und Eintragungen aller Daten einer bedeutenden Finsternis in Übersichtskarten betreffen. Aus den bisherigen für das Ereignis einer Sonnenfinsternis geltenden Karten lassen sich nicht alle für den Verlauf der Finsternis charakteristischen Daten mit der gewünschten Genauigkeit entnehmen. Der Verfasser zeigt zugleich mit einer praktischen Anwendung auf die im August nächsten Jahres bevorstehende totale Sonnenfinsternis, die u. a. in Rußland zu beobachten sein wird, daß auch die Positionswinkel der Kontakte von Sonne und Mond sowie das Moment der Maximalphase für verschiedene Orte in eine Karte gebracht werden können.

Neue Mitteilungen über die vier letzten Kometen des Jahres 1913 (b, c, d und e) bringen die *Astronomischen Nachrichten* in Nr. 4694. Der von Metcalf entdeckte Komet 1913 b wird gegen Ende Dezember in folgender Position am Himmel stehen: in Rektaszension bei 21 h 10 m und in Deklination bei — 20½°. Seine Helligkeit ist alsdann bis zur 13. Größenklasse gesunken. Der

von *Neujmin* aufgefundene Komet 1913 c ist gleichfalls sehr lichtschwach geworden und steht gegen Ende des Monats Dezember in Rektaszension bei 0 h 43 m und in Deklination bei + 21½°. Der Komet 1913 d, der sich bekanntlich als identisch mit dem periodischen Kometen Westphal erwiesen hat, steht Ende Dezember als Nebelfleck von der 9½ Größenklasse unter sehr günstigen Sichtbarkeitsverhältnissen am Himmel in Rektaszension bei 21 h 13 m und in Deklination bei + 56°. Der Komet 1913 e endlich, ohne Zweifel identisch mit dem periodischen Kometen Giacobini vom Jahre 1900, ist inzwischen ganz auf die südliche Hemisphäre übergegangen und kann bei starker südlicher Deklination nicht mehr von den nördlichen Sternwarten beobachtet werden. Seine Position gegen Ende Dezember ist in Rektaszension bei 2¼ h und in Deklination bei — 50°. An Helligkeit hat der Komet auch verloren und gehört gegenwärtig kaum zur 11. Größenklasse.

Eine neue Bergsternwarte ist nach Mitteilungen von *Perotin* (*Révue générale des Sciences*, Nov. 1913) in der Nähe von Genf, auf dem Bergrücken Saleve, im französischen Teile von Obersavoyen, in 1250 m Höhe, errichtet worden. Dasselbst soll ein großes Spiegelteleskop der Genfer Sternwarte, von einem Meter Öffnung, Aufstellung finden, und neben astrophysikalischen Arbeiten sind auch meteorologische Untersuchungen geplant.

Die Tätigkeit der Sonne mit Bezug auf die Fleckenbildung behandelt eine Mitteilung von *Dyson* in den Monatsberichten der englischen Astronomischen Gesellschaft (*Monthly Notices, Royal Astronomical Society*, Bd. 73, Nr. 9). Offenbar zieht sich das zum Jahre 1912 gehörige Minimum der Sonnenflecken etwas in die Länge, da noch immer nicht die fleckenbildende Tätigkeit des Zentralgestirns oder die Bildung von elektrischen Wirbelbewegungen auf der Sonne in irgendwie auffallender Zunahme begriffen zu sein scheint. Für 1912 betrug nach dem zahlreichen für die Fleckenzählung vorhandenen Material der mittlere tägliche Wert für den von Flecken eingenommenen Raum auf der Sonnenscheibe, ausgedrückt in Millionstel der uns jeweils sichtbaren Halbkugel des Tagesgestirns 37, nach den entsprechenden Werten von 64 und 264 für die vorausgegangenen Jahre 1911 und 1910. Vergleicht man das Minimumjahr 1912 mit den drei letzten Minimumpochen von 1901, 1889 und 1878, so muß man die zu jenen drei Epochen gehörigen gleichwertigen Fleckenzahlen von 29, 78 und 22 heranziehen und erkennt alsdann, daß das diesmalige Sonnenflecken-Minimum nicht ganz so tief liegt, wie das zu den Jahren 1901 und 1878 gehörige.

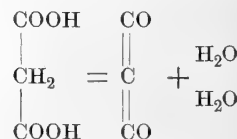
Die Photogrammetrie im Dienste der Technik behandelt Dr.-Ing. *L. Günther* in besonders anschaulicher und eindrucksvoller Weise in den *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes* 1913 Heft 5. Wie man aus Plänen und Karten Maße entnimmt, kann man dies auch in sehr einfacher Weise aus Photogrammen tun, die photographische Bilder zum Ersatz der Wirklichkeit bedeuten. Wird die Photographie zu messenden Zwecken nicht nur für flache, sondern auch für räumliche Gegenstände verwendet, so hat man die Meßbildphotographie oder Photogrammetrie, die den wirklichen und auszumessenden Gegenstand durch ein photographisches Bild ersetzt. Werden die Photogramme nach den Regeln der Stereophotographie, also unter Benutzung einer Standlinie an deren beiden Endpunkten, aufgenommen, so erhält man naturgetreue Reliefs der Gegenstände und kann dieselben nach richtiger Orientierung der Photogramme unmittelbar ausmessen. Der große Vorteil der Stereophotographie gegenüber einer direkten Ausmessung des Objekts beruht darauf, daß alle, selbst die unzugänglichsten und entferntesten Punkte sich genau so bequem erreichen lassen wie

die nahen und zugänglichsten bei der direkten Ausmessung. Auf diese Weise lassen sich nicht nur von einzelnen Objekten Photogramme, sondern auch von ganzen Gebieten Photokarten sowohl von der Erdoberfläche aus als auch vom Luftfahrzeug ab ausführen. Die Vorteile, an Stelle der Wirklichkeit naturgetreue Bilder zu setzen, sind mannigfach. Für die eilige und mit zahlreichen persönlichen Fehlern behaftete Ausmessung des Objektes in der Natur tritt bei der Photogrammetrie die ruhige und ungestörte Ausmessung der aufgenommenen Platten im Arbeitszimmer; Teile eines Gebäudes oder eines Bergzuges, die direkt nur mit großen Schwierigkeiten und Gefahren sich ausmessen lassen würden, können photogrammetrisch ebenso bequem wie die ganz leicht zugänglichen Stellen in der Natur bearbeitet werden; dazu kommt endlich noch die Billigkeit und Raschheit des photographischen Verfahrens, da oft in der Natur für die direkte Ausmessung bestimmter Punkte kostspielige und langwierige Manipulationen mit der Meßtischplatte auszuführen sind, die sämtlich in der Fernphotogrammetrie mit einem Schlage überwunden werden. Es sei hierzu nur an die Bedeutung der Photogrammetrie für die Meßbildanstalten als Denkmälerarchiv, für Eisenbahn- und Straßenbau-Vorarbeiten im Hochgebirge (Jungfraubahn usw.), für Kartenaufnahmen und Grenzregulierungen an unzugänglichen Felsgebieten, für astronomische Zwecke (zur Parallaxenbestimmung und zur photographischen Ortsbestimmung, zur Verwertung von Sonnen- und Mondfinsternissen usw.) sowie für meteorologische und aeronautische Zwecke erinnert. Mit Recht hebt Dr. *L. Günther* ganz in Übereinstimmung mit dem Unterzeichneten, der stets für die Verwendung der Photogrammetrie zur geographischen Ortsbestimmung (photographisches Zenitteleskop und photographisches Universal Marcuse) und für aeronautisch-strategische Photogrammaufnahmen von Luftfahrzeugen eingetreten ist, hervor, daß die Photogrammetrie am besten den modernen Anforderungen der Schnelligkeit, Genauigkeit und Handlichkeit zur Ausmessung von räumlichen Gegenständen, ja sogar von Bewegungsvorgängen entspricht.

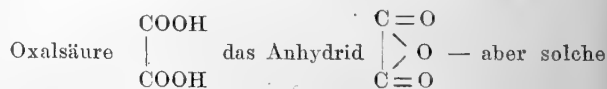
A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Zu den beiden seit langem bekannten Oxyden des Kohlenstoffs CO und CO₂ ist 1906 durch die Untersuchungen von *Diels*, *Wolf* und *Meyerheim* ein neues Kohlenstoffoxyd, das Kohlensuboxyd, C₃O₂ hinzugekommen, das durch Einwirkung von Phosphorpentoxyd auf Malonsäure und ihre Derivate — also durch direkte Wasserentziehung entsteht, nach der Gleichung

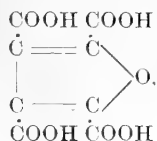


Dieser Stoff ist sowohl durch seine Zusammensetzung wie durch seine Eigenschaften höchst bemerkenswert. Zwar hatte man schon früher daran gedacht, reine Kohlenstoff-Sauerstoff-Verbindungen durch Wasserabspaltung aus organischen Stoffen zu erhalten — z. B. aus

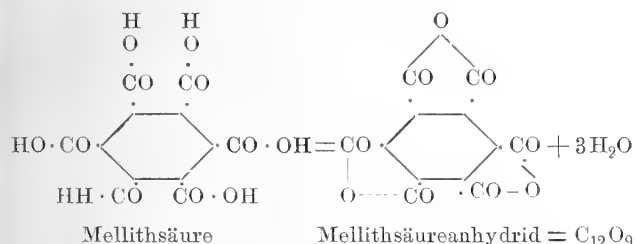


Versuche hatten immer damit geendet, daß das hypothetische Oxyd glatt auf in CO und CO₂ zerfiel. Seitdem nun

aber das Kohlensuboxyd isoliert war, lag die Möglichkeit nicht fern, noch zahlreiche andere Verbindungen, die nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff aufgebaut waren, aufzufinden. In der Tat müßten solche Kohlenoxyde theoretisch aus allen Polycarbonsäuren entstehen können, die keinen Wasserstoff außerhalb der Carboxylgruppe enthalten, z. B. aus Furantricarbonsäure



wie leicht ersichtlich. Dieser Gedankengang hat nun neuerdings *Hans Meyer* und *Karl Steiner* (*Ber. d. Deutsch. Chem. Ges.* 46, 813, 1913) wirklich abermals zu einem neuen Oxyd des Kohlenstoffs von der komplizierten Zusammensetzung C_{12}O_9 geführt. Die lange bekannte *Mellithsäure* — Benzohexacarbonsäure



muß — wie die angeführten Konstitutionsformeln zeigen — bei völliger Wasserabspaltung in C_{12}O_9 übergehen und die Anhydrierung gelingt nun in der Tat durch längeres Erhitzen mit viel Benzoylchlorid. Aus der entstehenden Flüssigkeit scheiden sich glänzende farblose Kristalle der Zusammensetzung C_{12}O_9 ab, die sich erst oberhalb 300° zu zersetzen beginnen. Mehr noch als die recht gut stimmende Analyse ist für die Natur dieses Stoffes entscheidend die Reaktion mit Wasser. Während C_{12}O_9 von kaltem Wasser nicht angegriffen — auch kaum gelöst wird, nimmt es in der Wärme genau die zu seiner Überführung in Mellithsäure erforderliche Wassermenge auf, kann also quantitativ in das Ausgangsmaterial zurückverwandelt werden.

Es ist zu erwarten, daß auf dem hier eingeschlagenen Wege noch mancherlei „Kohlenoxyde“ gewonnen werden können, und vielleicht wird neben den Kohlenwasserstoffen auch noch einmal die Chemie der Kohlenwasserstoffe ein selbständiges Kapitel der organischen Chemie bilden.

Kpl.

In früheren Untersuchungen ist gefunden worden, daß die durch ein elektrisches Feld bewirkte Doppelbrechung nach Aufhören des Feldes nicht länger andauert, als das Licht braucht, um eine Wegstrecke von 0,50 m zurückzulegen. Hiernach nahm man bisher an, daß die Doppelbrechung momentan mit dem sie erzeugenden Feld eintrete. Neuerdings hat *C. Gutton* aber nachgewiesen, daß bei starken Feldern die **Änderungen der Doppelbrechung nicht momentan mit den Änderungen der Feldstärke** vor sich gehen. Dies ist ihm gelungen, indem er in einem Polarisationsapparat zwischen Polarisator und Analysator zwei Kondensatoren in zwei Flüssigkeiten von gleichsinniger elektrischer Doppelbrechung, wie Bromnaphthalin und Schwefelkohlenstoff, hintereinander schaltete. Die Kondensatoren wurden zunächst durch Anschluß an eine Influenzmaschine auf der gleichen Potentialdifferenz gehalten, und, da die Kraftlinien des elektrischen Feldes bei dem ersten Kondensator horizontal, bei dem zweiten aber vertikal gerichtet waren, so verursachten sie in den beiden Kom-

ponenten des durch den Apparat hindurchgehenden Lichtstrahles Phasenverzögerungen in entgegengesetztem Sinne. Durch Regulierung der Plattenentfernung des einen Kondensators lassen sich dann die Wirkungen der beiden Kondensatoren genau kompensieren. Wenn aber die Influenzmaschine durch einen Hertzschen Oszillator für Wellen von 4,40 m Länge ersetzt wurde, der den Kondensatoren die gleiche Potentialdifferenz erteilte, so fand *keine Kompensation* mehr statt. Um diese eintreten zu lassen, mußte der Plattenabstand des Kondensators im Schwefelkohlenstoff um $\frac{1}{10}$ verringert werden. Da das Feld nur sehr kurze Zeit bei dieser Einrichtung besteht, so erreicht die Doppelbrechung nicht dieselbe Größe wie im statischen Felde. Schwefelkohlenstoff hat aber eine geringere Doppelbrechung, als Bromnaphthalin. Ebenso verhält es sich gegen Nitrobenzol. Dagegen besitzt es eine größere Kerr-Konstante gegenüber Benzol, Toluol und Cumol. Bei Verwendung dieser Stoffe für die Einbettung des zweiten Kondensators kehrt sich also die Erscheinung um. Werden nun die Hertzschen Wellen verlangsamt, so kommt man auf eine Grenze, wo die im statischen Felde bestehende Kompensation bestehen bleibt. So ist für das Flüssigkeitspaar Nitrobenzol und Bromnaphthalin bei 1,9 m Wellenlänge eine Verringerung des Plattenabstandes um 0,085 erforderlich, für 7 m Wellenlänge aber nur 0,045, und für 17 m lange Wellen wird sie = 0. Dies gibt ein Mittel, die Verzögerung für die Erreichung des Normalwertes der Doppelbrechung zu berechnen, die für CS_2 wenigstens $1,4 \times 10^{-8}$ Sekunden beträgt. Für Toluol wurde der Wert $1,7 \times 10^{-8}$ und für Bromnaphthalin $0,6 \times 10^{-8}$ gefunden. Für diese Erscheinung kann man eine Erklärung finden in der Theorie von *Langevin*, nach der eine Orientierung der Moleküle im elektrischen Felde stattfindet, zu der eine bestimmte Zeitdauer erforderlich ist. (*C. R.* 156, 387 und 1370, 1913.)

Mk.

Über die **Temperatur des Montblancgletschers** und ihre Schwankungen hat *J. Vallot* genaue Messungen angestellt. Die Schneedecke des Gletschers in der Nähe des Observatoriums zeigt tägliche Schwankungen der Temperatur, die in 1 cm Tiefe bis zu 13° betragen, in 25 cm Tiefe nur bis 5° , in 45 und 70 cm Tiefe beziehungsweise bis 2° und $0,3^\circ$ ansteigen. In Tiefen unterhalb 70 cm machen sich keine täglichen Temperaturschwankungen mehr bemerkbar. Die Maximaltemperaturen des Schnees in 70 cm Tiefe betrugen in den Jahren 1898, 1900, 1911 beziehungsweise $-7,5^\circ$, $-6,4^\circ$, $0,0$. Die gleichzeitigen Maxima der Lufttemperatur waren $+0,8^\circ$, $-2,5^\circ$, $+5,8^\circ$. Das Jahr 1911 zeigte eine ausnahmsweise hohe Temperatur. Zur Messung der Gletschertemperatur wurde am Col du Dôme in 4240 m Höhe ein Bohrloch 15 m tief in das Eis getrieben. Die Korngröße des Eises stieg in der Tiefe von 0,5 m auf 1,2 mm. Die Temperatur fiel von $-0,1^\circ$ in 1 m Tiefe auf $-7,3^\circ$ bei 4 m, auf -12° bei 6 m und auf $-12,8^\circ$ bei 15 m. Durch Vergleich mit einem früher bis 4 m Tiefe getriebenen Bohrloch ergibt sich, daß die Jahresschwankungen der Lufttemperatur bis zu $6\frac{1}{2}$ m Tiefe in das Eis eindringen, die täglichen Schwankungen aber nur bis zu 1 m Tiefe. (*C. R.* 156, 1575, 1913.)

Mk.

Die Entwicklung der Elektrotechnik bewegt sich allgemein in der Richtung, daß man die Kraftversorgung immer größerer Gebiete in einer einzigen Zentrale zu vereinigen strebt. In Nordamerika geht jedoch in vereinzelten Fällen die Entwicklung in entgegengesetzter Richtung, so daß für einzelne Gebäude ein besonderes Elektrizitätswerk eingerichtet wird. So ist z. B. in dem Railway Exchange Building zu St. Louis, einem

Geschäftsgebäude mit zehn Stockwerken, eine besondere **Kraftstation** eingerichtet, die drei Turbogeneratoren von je 750 Kilowatt Leistung enthält. (*Electrician* 70, 664, 1913.) *Mk.*

Ein neues versandfähiges Leuchtgas. Unter dem Namen „Gasol“ bringt eine amerikanische Gesellschaft in Pittsburg seit kurzem ein neues flüssiges Leuchtgas auf den Markt, das nach einer von den Ingenieuren *Snelling* und *Peterson* ausgearbeiteten Methode aus Naturgas hergestellt wird. Das Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß zunächst die sämtlichen, in dem kondensierten Naturgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe unter sehr hohem Druck (über 70 at) verdampft und sodann über einer Reihe von Heizschlangen, deren Temperatur unter dem kritischen Punkt des abzuschheidenden Bestandteiles gehalten wird, einer fraktionierten Kondensation unterworfen werden. Das Gasol besteht aus einem Gemenge der Kohlenwasserstoffe Propan und Äthan; es bildet bei -70° eine vollkommen farblose, durchscheinende Flüssigkeit, bei gewöhnlicher Temperatur ist es jedoch nur unter Anwendung eines Druckes von 28 at in den flüssigen Zustand zu überführen. Ein Volumteil flüssiges Gasol liefert ungefähr 350 Volumteile Gas, dessen Heizwert rund 22 000 Wärmeeinheiten für ein Liter beträgt, d. i. etwa viermal so viel als der Heizwert von gewöhnlichem Leuchtgas; die Temperatur der Gasolflamme stellt sich auf ungefähr 2300°C . Das Gas liefert, im Auerstrumpf verbrannt, ein sehr helles Licht und scheint sich besonders dazu zu eignen, einzelne Hauswirtschaften auf dem Lande oder in entlegenen Gegenden mit Beleuchtung und Heizung zu versorgen, da es sich nicht teurer stellt als das Gas in der Stadt. 1 Kubikmeter kommt auf etwa 15 Pfg., der Versand des Gases erfolgt in Stahlflaschen von 1,4 m Höhe und 20 cm Durchmesser, die rund 18 kg flüssiges Gasol enthalten. (*Zeitschr. f. angew. Chemie* 1913, Wirtsch. Teil, S. 106.) *S.*

Anreicherung des Hochofenwindes mit Sauerstoff. Vor dem Iron and Steel Institute berichtete *G. Trausenster* über neuere Versuche in dieser Richtung. Die französische Gesellschaft Ougrée-Marihay beabsichtigt, mit Hilfe dieses Verfahrens einmal den Brennstoffverbrauch der Hochöfen herabzusetzen und ferner unter Beschleunigung des Betriebes ein reineres Eisen zu gewinnen. Die Sauerstoffanlage arbeitet nach dem Verfahren von *Claude* und liefert 600 cbm in der Stunde. Sie besteht aus drei gleichen Einheiten, von denen jede einen Kompressor von 1200 cbm/st Ansaugleistung, eine Verflüssigungsmaschine, 2 Türme, in denen die Luft durch Behandlung mit Natronlauge von Kohlensäure befreit wird, sowie eine Trockenanlage für die Luft enthält. In dieser wird die auf 15 at verdichtete Luft mit Chlorcalcium getrocknet. Der Kraftverbrauch beträgt etwas mehr als 1 PS für 1 cbm Sauerstoff, soll jedoch bei größeren Anlagen noch geringer sein. Es ist zunächst beabsichtigt, den Sauerstoffgehalt des Gebläsewindes auf 23 % zu erhöhen, ferner sollen an einem kleineren Ofen Versuche mit Wind von sehr hohem Sauerstoffgehalt sowie auch mit reinem Sauerstoff angestellt werden. In letzterem Falle würde die Windheizung unnötig werden, so daß die bisher hierzu verwendete Gichtgasmenge frei würde und der Kraftbedarf der Sauerstofferzeugung mit einem großen Überschuß gedeckt werden könnte. Nähere Versuchsergebnisse wurden bisher nicht mitgeteilt. (*Zeitschr. V. Dt. Ing.* 1913, S. 1480.) *S.*

Über die Einwirkung von Ozon auf flüssiges Ammoniak macht *W. Manchot* interessante Mitteilungen in den *Berichten der D. Chem. Gesellsch.* 1913, S. 1089. Leitet man Ozon bei tiefer Temperatur in flüssiges Ammoniak ein, so färbt sich dieses intensiv orangerot. Geht man mit der Temperatur von -70° auf etwa -60° hinauf, so verblaßt die Färbung stark und oberhalb -60° wird die Flüssigkeit fast farblos. Setzt man nun dem Ammoniak ein paar Tropfen Wasser zu, so wird die Färbung beständiger; bei -55° war sie noch intensiv, gegen -50° verblaßte sie aber. Die Temperaturgrenze, bei der die Färbung verschwindet, wird also durch Zusatz von etwas Wasser hinaufgerückt. Zu viel Wasser zerstört die Färbung. In wasserfreien Lösungsmitteln, die mit Ammoniak gesättigt waren, ließ sich auch bei sehr niedrigen Temperaturen keine Färbung wahrnehmen; ebenso auch nicht bei Verwendung von flüssigem Di- oder Trimethylamin. Läßt man Ozon auf Ammoniak einwirken und kühlt dann mit flüssiger Luft, so erstarrt das Ammoniak zu einer festen orangeroten Masse, während sich das Ozon als blaue Flüssigkeit darüber ansammelt. Beim Herausnehmen aus der flüssigen Luft und ruhigem Hinstellen auf eine isolierende Unterlage hält sich die Färbung lange. Beim Zusammentreffen von flüssigem Ozon mit Ammoniak wurde niemals eine Explosion beobachtet, indessen ist die Möglichkeit einer Explosion nicht ausgeschlossen. Für das Zustandekommen dieser merkwürdigen Reaktionen des Ammoniaks ist die Gegenwart von Wasser jedenfalls von besonderer Bedeutung. Vermutlich handelt es sich hier nicht um eine Reaktion des Ammoniaks (NH_3), sondern des Ammoniumhydroxyds (NH_4OH). *S.*

Über die Reduktion unter Druck gelösten Sauerstoffes zu Wasserstoffsuperoxyd. Schon im Jahre 1887 hatte *M. Traube* gezeigt, daß bei der Elektrolyse von verdünnter Schwefelsäure unter Anwendung eines Diaphragmas der in der Kathodenflüssigkeit gelöste Sauerstoff zu Wasserstoffsuperoxyd reduziert werden kann. Diese Versuche wurden nun von Prof. *Franz Fischer* und *Otto Frieß* nachgeprüft und bestätigt. Bei weiteren Versuchen fanden die Verfasser, daß die Reduktion des Sauerstoffes zu Wasserstoffsuperoxyd sehr glatt verläuft, wenn man den Elektrolyten unter Druck mit Sauerstoff sättigt und ihn gleichzeitig kräftig umrührt. Zu diesem Zweck wurde ein Apparat aus Stahl mit einer sehr sinnreichen Rührvorrichtung konstruiert, der im Original näher beschrieben und skizziert ist. Dieser Apparat wurde einerseits mit einer komprimierten Sauerstoff enthaltenden Stahlflasche, andererseits mit einem Manometer verbunden. Mit zunehmendem Druck des Sauerstoffes stieg die Ausbeute an Wasserstoffsuperoxyd sehr erheblich, wie folgende Tabelle zeigt:

Sauerstoffdruck	Stromausbeute
0,2 at (Luft)	0,1 %
25 „	30 „
50 „	60 „
100 „	90 „

Weiter wurden der Einfluß der Stromdichte, die Beziehungen zwischen Sauerstoffdruck und Klemmenspannung, die Bildung von Peroxyd unter Druck ohne Strom u. a. untersucht. (*Ber. d. Dt. Chem. Ges.* 1913, S. 698—709.) *S.*

Berichtigung.

Der Titel des S. 1236 erwähnten, im Verlage von R. Oldenbourg erschienenen Buches von *J. Hofmann* lautet „Der Maschinenflug“ (nicht: Menschenflug).

Sachregister.

- Abhitze**, Die Ausnutzung der — von Gaserzeugungsöfen. S. 1020.
- Ablauge** der Sulfitzelluloseindustrie. S. 367.
- Absoluter Raum**, Das Problem des — und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem (Bespr.). S. 839.
- Absorption** und Dispersion des Lichtes in ruhenden isotropen Körpern (Bespr.). S. 408.
- Abwässerbeseitigung**, Der heutige Stand der Wasserreinigung und — (Hartwig Klut). S. 453.
- Abwässerreinigung** (Hartwig Klut). S. 831.
- Abwässerreinigungsfrage**, Leitfaden für die — (Bespr.). S. 582.
- Acetylen-** und Calciumkarbidindustrie. S. 992.
- Ackerbautechnik**, Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der — (E. Feige). S. 1305.
- Ärztliche Kunst** und medizinische Wissenschaft (Otfried Müller). S. 69, 87.
- Ätherische Öle** (L. Lewin). S. 1226.
- Afrika**, West- und Innerafrika, Leo Frobenius' Forschungen zur Kulturgeographie des nördlichen — (Max Friederichsen). S. 401.
- Akkumulatoren**, Neuartige Blei-. S. 272.
- Aktinometrie**, Die Photographie bei künstlichem Licht, Spektrumphotographie, — und die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes (Bespr.). S. 123.
- Aktivität**, optische, Über die — asymmetrischer Moleküle (Werner Mecklenburg). S. 450, 471.
- Aleuronkörner**, Künstliche Darstellung von —. S. 78.
- Algebra**, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 1072.
- Algen**, Meeres-, Beiträge zur Kenntnis der — (Bespr.). S. 842.
- Algenmembranen**, Kallose in —. S. 343.
- Alkalimetalle**, Über einige neuere Methoden zur Herstellung von — mit Calciumcarbid und Aluminium (H. G.). S. 818.
- Alloys**, Magnetic Properties of Iron-Carbon and Iron-Silicon —; with Micrographic Investigation and Reproduction (Bespr.). S. 216.
- Alpen**, Länderkunde der österreichischen — (Besprechung). S. 1185.
- Alpine Gebirge**, Der Bau — (R. Lachmann). S. 288.
- Altbackenwerden**, Über die Ursachen des — des Brotes (R. J. M.). S. 304, 1087.
- Aluminium**, Legierungen von — und Vanadium. S. 512.
- Weltproduktion des —. S. 992.
- Aluminiumlegierungen**, Änderung des elektrischen Widerstandes von —. S. 176.
- Aluminiumsorten**, Die Angreifbarkeit der — durch Wasser und Kochsalzlösungen. S. 751.
- Aluminothermie**, Über die Entwicklung der — (Max Wohlgemuth). S. 113.
- Amani**, Das Biologisch-landwirtschaftliche Institut — (Deutsch-Ostafrika) und seine Arbeit (Fr. Tobler). S. 717.
- Ameisen** und Pflanzen (H. Stitz). S. 1281.
- Amerika**, Der heutige Stand der Biologie in — (J. v. Uexküll). S. 801.
- Aminosäuren**, die bei der Darmverdauung entstehen. S. 847.
- Ammoniak**, flüssiges, Über die Einwirkung von Ozon auf —. S. 1312.
- Ammoniaksystem** und Nitride (H. G.). S. 1303.
- Amphibienauge**, Die Transplantation des — (Eduard Uhlenhuth). S. 477.
- Amphibienembryonen**, Über die Entwicklung umgedrehter Hirnteile bei — (Bespr.). S. 78.
- Analyse**, Maß- (Bespr.). S. 1074.
- qualitative, vom Standpunkte der Ionenlehre (Bespr.). S. 1157.
- Analysis**, Vektor- (Bespr.). S. 821.
- Analytische Chemie** (Bespr.). S. 1158.
- Anatomie**, Vorlesungen über vergleichende — (Bespr.). S. 172.
- Anatomische Grundlagen** wichtiger Krankheiten (Bespr.). S. 557.
- Anstriche**, Herstellung von — durch Eintauchen und Anspritzen. S. 103.
- Anthropologische Fragen**, Neuere Forschungsergebnisse der Großhirnrindenanatomie mit besonderer Berücksichtigung — (K. Brodmann). S. 1120.
- Anziehung**, wechselseitige, zwischen Schiffen beim Vorbeifahren. S. 152.
- Arbeiterfrage** (Bespr.). S. 582.
- Arbeitsleistung** der Verbrennungsvorgänge (O. Sackur). S. 1137.
- Arbeitsschule** (K. Scheid). S. 167.
- Aristoteles** und Plinius (Bespr.). S. 894.
- Armenien**, Hoch-, Beiträge zur Pflanzengeographie und Florengeschichte der Kaukasusländer und (M. Rikli). S. 993.
- Aronssche Chromoskop**, Das — (Bruno Borchardt). S. 949.
- Artbildung**, gruppenweise, unter spezieller Berücksichtigung der Gattung *Oenothera* (Bespr.). S. 1243.
- Selektionsprinzip und Probleme der — (Bespr.). S. 1244.
- Arzt** und Naturwissenschaften (W. His). S. 3.
- Asphaltsee** auf der Insel Trinidad und die Verwertung des Trinidasasphaltes. S. 726.
- Assimilation**, natürliche Stickstoff-, Ein wichtiger Beitrag zur Frage der —. S. 1188.

Assimilationstätigkeit der Schmetterlingspuppen (Bespr.). S. 221.

Assimilierung, Die Fähigkeit zur — elementaren Stickstoffs. S. 367.

Astronomie.

Absolute Bewegung, Über Raum, Zeit und —. S. 1159. — Absorption, Über die — der chemischen Strahlung und der Wärmestrahlung der Sonne durch die Erdatmosphäre. S. 800. — Alleghany-Sternwarte. S. 391. — Andromeda, Über das Spektrum des großen Nebels im Sternbild der —. S. 318. — Astronomie, Probleme der modernen —. S. 1215. — Astronomische Erklärung für manche Luftschiffvision in England. S. 462. — Astronomische Gesellschaft, Über die diesjährige Versammlung der —. S. 919. — Astronomische Messungen, Anwendung der Photographie für —. S. 293. — Astronomische Forschungen, theoretisch-, Institut für —. S. 1159. — Astronomisch-geographische Ortsbestimmung. Neue Methoden zur —. S. 679. — Astronomisches Buch, Ein merkwürdiges und hochinteressantes —. S. 822. — Astrophotometrie, Über die Verwendung photoelektrischer Kaliumzellen in der —. S. 1187. — Atmosphärische Refraktion, Störungen in der —. S. 1019. — Azimut, Die Bestimmung des — aus Durchgangsbeobachtungen. S. 894. — Bahnbestimmung, Eine endgültige — des Kometen 1907 J. S. 844. — Beleuchtungskraft, chemische, der Sonne im Sommer 1912. S. 463. — Bewohnbarkeit der Planeten. S. 870. — Breitendienst, Die Ergebnisse des internationalen — für 1912. S. 749. — Canis venatici, Periodisch erscheinende Linien im Spektrum des Sterns —. S. 629. — Carnegie-Institut, Eine neue großartige Stiftung des —. S. 919. — Cassiopejae, RZ —, Neue Untersuchungen über den veränderlichen Stern —. S. 1131. — Chemische Beleuchtungskraft der Sonne im Sommer 1912. S. 463. — Chronometer, Über den Einfluß des Magnetismus auf den Gang von —. S. 775. — Doppelstern, Ein — mit Nebelumgebung. S. 558. — Doppelstern, spektroskopischer, Die Bahn des — ϵ Ursae majoris. S. 894. — Eddington, Arthur Stanley —. S. 535. — Eigenbewegung, Über einen Fixstern mit starker —. S. 943. — Elektrische Kräfte, Wie entstehen die — auf der Sonne? S. 943. — Energie, Sonnen-, Über die praktische Ausnutzung der —. S. 1216. — Erdachse, Über die Beziehungen zwischen den Schwankungen der — und den periodischen Änderungen der klimatischen Elemente. S. 655. — Erdachsenschwankung, Zur Frage der —. S. 317. — Erdatmosphäre, Über die Absorption der chemischen Strahlung und der Wärmestrahlung der Sonne durch die —. S. 800. — Erde, Über die magnetische Vermessung der —, insbesondere auf den Ozeanen. S. 584. — Erdkörper, Von den Dimensionen des —. S. 703. — Erdmessung, Aus dem Tätigkeitsbericht des Zentralbureaus der Internationalen — für 1912. S. 510. — Erdrotation, Über die mechanischen Beweise der —. S. 487. — Fixstern, Über einen — mit starker Eigenbewegung. S. 943. — Fixstern, Über die Position und Eigenbewegung des polnächsten —. S. 558. — Fixsterne, Unsere Kenntnis von der Entfernung der —. S. 558. — Fixsterne, Spektroskopische Bestimmungen der Geschwindigkeit in der Gesichtslinie

von etwa 900 —. S. 918. — Fixsterne, Temperaturen der —. S. 293. — Fleckenbildende Tätigkeit der Sonne. S. 317. — Fraunhofersche Linien, Über die Verschiebungen der — im Sonnenspektrum in der Umgebung von Sonnenflecken. S. 990. — Galaktische Ebene, Von der Milchstraße oder der sogenannten —. S. 535. — Gesichtslinie, Neue Messungen der Bewegung in der —. S. 510. — Gewitterbildung in ihrer Beziehung zu den Stellungen des Mondes. S. 655. — Halleysche Komet, Wie lange konnte der — bei seiner letzten Erscheinung gesehen werden? S. 1019. — Helligkeitsabnahme, Eine rasche — des periodischen Kometen Westphal. S. 1215. — Höhenwinkelmesser zur astronomischen Ortsbestimmung im Luftfahrzeug. S. 799. — Huggins, Williams, Über das Lebenswerk des englischen Astronomen —. S. 629. — Jahrbuch, französisches astronomisches —. S. 486. — Jesus Christus, Eine astronomische Berechnung des Toedsjahres von —. S. 655. — Instrument, Ein neues — zur Auffindung kleiner Planeten. S. 822. — Interferenzringe, Neue photographische Aufnahme des Orionnebels mit —. S. 606. — Jupiter, Eine tiefere und gründlichere Erforschung des Planeten —. S. 871. — Jupiter, Eine Sternbedeckung durch den Planeten —. S. 366. — Jupiter, Störungseinwirkungen des — auf 100 kleine Planeten. S. 919. — Jupiter, Messungen über die Trabanten des Planeten —. S. 1019. — Jupiter, Über Veränderungen auf dem Planeten —. S. 679. — Jupitermond, Über die elliptische Form der Scheibe des ersten —. S. 844. — Jupitermond, Merkwürdige Wahrnehmungen auf dem dritten —. S. 750. — Kaliumzellen, photoelektrische, Über die Verwendung — in der Astrophotometrie. S. 1187. — Klimaschwankungen, Kosmische Ursache der —. S. 317. — Klimatische Elemente, Über die Beziehungen zwischen den Schwankungen der Erdoberfläche und den periodischen Änderungen der —. S. 655. — Komet, Ein neuer —. S. 943. — Komet, Wiederum ein neuer —. S. 1186. — Komet 1907 J, Eine endgültige Bahnbestimmung des —. S. 844. — Komet 1912 a, Der von Gale entdeckte —. S. 391. — Komet 1913 a, Der neue —. S. 558. — Komet 1913 b und 1913 c, Über die beiden neuen —. S. 1019. — Komet 1913 c, Der neue —. S. 990. — Komet 1913 c, Merkwürdiger Anblick des —. S. 1186. — Komet 1913 d, Ein neuer —. S. 1074. — Komet, Wie lange konnte der Halleysche — bei seiner letzten Erscheinung gesehen werden? S. 1019. — Komet Westphal, Eine rasche Helligkeitsabnahme des periodischen —. S. 1215. — Komet Westphal, Die Wiederauffindung des periodischen —. S. 1132. — Kometen, Neue Mitteilungen über die vier letzten — des Jahres 1913. S. 1309. — Kometen, Ursprung der —. S. 535. — Kometen, periodische, Wiederkehr — im Jahre 1913. S. 293. — Kometenbeobachtungen, Systematische Fehler verschiedener Beobachter bei —. S. 438. — Koordinatenbestimmungen, Über die Genauigkeit von — nach der Karte. S. 1103. — Kosmische Ursache der Klimaschwankungen. S. 317. — Längendifferenz, Eine neue Bestimmung der — zwischen Paris und der belgischen Hauptsternwarte zu Uccle. S. 535. — Landesvermessungen, Umfassende magnetische, im südlichen und zentralen Afrika. S. 629. — Lichtänderung, Über die — des nördlichen Polar-

sterns. S. 558. — Linien, Periodisch erscheinende, im Spektrum des Sterns „12 Canis venatici“. S. 629. — Luftschiffvision, Astronomische Erklärung für manche — in England. S. 462. — Lufttemperatur, Über die Beziehungen der — zum Stande der Sonnenflecken. S. 822. — Magnetische Landesvermessungen im südlichen und zentralen Afrika. S. 629. — Magnetische Vermessung der Erde. S. 584. — Magnetischer Zustand der Sonne. S. 1132. — Magnetisches Feld der Sonne. S. 462, 1186. — Magnetismus, Über den Einfluß des — auf den Gang von Chronometern. S. 77. — Mars, vom Planeten —. S. 844. — Mars, Über die Oberflächenbeschaffenheit des Planeten —. S. 83. — Marsachse, Über die Stellung der — zur Bahnebene. S. 656. — Meteor, Über das große — vom Februar 1912. S. 462. — Meteor, ein niedergefallener, Beobachtung und Untersuchung —. S. 844. — Meteore, zwei sehr helle —. S. 750. — Meteorbahnen, Über Bestimmung von — mit Hilfe der drehbaren Sternkarte. S. 800. — Meteorfall, Die Beobachtung des letzten — der Perseiden. S. 1103. — Meteorsteinfall, Über einen großen —. S. 871. — Milchstraße, Von der — oder der sogenannten galaktischen Ebene. S. 535. — Milchstraße, Spektralaufnahmen in der —. S. 704. — Milchstraße, Über das System der —. S. 1215. — Milchstraße, Über die Tiefe der —. S. 1074. — Mittelmeer, Die Gezeiten des —. S. 439. — Mond, Gewitterbildung in ihrer Beziehung zu den Stellungen des —. S. 655. — Mond, Eine bessere und genauere Ortsbestimmung des —. S. 1187. — Mondfinsternis, totale. S. 293, 845. — Nebel, Über das Spektrum des großen — im Sternbild der Andromeda. S. 318. — Nebel, Orion-, Neue photographische Aufnahme des — mit Interferenzringen. S. 606. — Nebel, Plejaden-, Die Helligkeit des —. S. 990. — Nebel, Plejaden-, Spektrum des —. S. 414. — Nebelumgebung, Ein Doppelstern mit —. S. 558. — Neptun, Schwache Streifen auf dem Planeten — in äquatorialer Richtung. S. 629. — Neptun, Photographische Aufnahmen des bisher äußersten Planeten unseres Sonnensystems —. S. 439. — Nordlichter, Neue photographische Aufnahmen von —. S. 943. — Nova Geminorum II, Über das Spektrum des neuen Sterns in den Zwillingen. S. 583. — Organisation, Zur — von Beobachtungen der Planetoiden oder kleinen Planeten. S. 487. — Orionnebel, Neue photographische Aufnahme des — mit Interferenzringen. S. 606. — Ortsbestimmung, astronomisch-geographische, Neue Methode zur —. S. 679. — Perseiden, Die Beobachtung des letzten Meteorfalls der —. S. 1103. — Photogrammetrie, Die — im Dienste der Technik. S. 1310. — Photographie, Anwendung der — für astronomische Messungen. S. 293. — Photographische Aufnahmen des bisher äußersten Planeten unseres Sonnensystems Neptun. S. 439. — Photographische Platten, Über Verziehhungen der —. S. 439. — Photometrische Beobachtungen des Tierkreislichtes. S. 1215. — Photometrische Durchmusterung, Eine interessante Vergleichung zwischen der Potsdamer — und einer entsprechenden Arbeit des Yerkes-Observatoriums. S. 510. — Planet, Ein neuer kleiner —. S. 366. — Planet 1913 QZ, 1913 RA und 1913RB, Drei neue kleine —. S. 391. — Planet 1913 RE, Ein neuer kleiner —. S. 438. — Planet 1913 RF und RG,

Zwei neue kleine —. S. 558. — Planet 1913 RN, ein neuer kleiner —. S. 656. — Planet 1913 RO, Die Entdeckung eines neuen kleinen —. S. 704. — Planeten, Eine abgekürzte Methode zur Bahnbestimmung von —. S. 871. — Planeten, Die Bewohnbarkeit der —. S. 870. — Planeten, Über den Ursprung der —. S. 894. — Planetenrotation, Über eine Gesetzmäßigkeit der —. S. 629. — Planetoiden, Zur Organisation von Beobachtungen der — oder kleinen Planeten. S. 487. — Plejadennebel, Die Helligkeit des —. S. 990. — Plejadennebel, Spektrum des —. S. 414. — Polarstern, Über die Lichtänderung des nördlichen —. S. 558. — Praesepe, Über die räumliche Bewegung der —. S. 990. — Protuberanzen, Über die — oder Wasserstofferuptionen in der Chromosphäre der Sonne. S. 1215. — Protuberanzen (Wasserstofferuptionen), Das Vorkommen von — am Sonnenrande. S. 584. — Radium, Die Frage nach dem Vorkommen von —. S. 487. — Raum, Über —, Zeit und absolute Bewegung. S. 1159. — Refraktion, atmosphärische Störungen in der —. S. 1019. — Refraktion, jährliche, Untersuchungen über eine —. S. 822. — Ristenpart, Prof. Dr. W., Der Direktor der chilenischen Nationalsternwarte. S. 439. — Rotation, Erd-, Über die mechanischen Beweise der —. S. 487. — Rotationsdauer, Über die — des Planeten Venus. S. 606. — Saturn, Wichtige Wahrnehmungen am —. S. 750. — Saturnring, Eine plötzliche Änderung in der Exzentrizität des —. S. 366. — Schwerkraft, Über die Absorption der —. S. 1074. — Sonne, Über die Absorption der chemischen Strahlung und der Wärmestrahlung der — durch die Erdatmosphäre. S. 800. — Sonne, Über die chemische Beleuchtungskraft der — im Sommer 1912. S. 463. — Sonne, Wie entstehen die elektrischen Kräfte auf der —? S. 943. — Sonne, Die fleckenbildende Tätigkeit der —. S. 317. — Sonne, Die Tätigkeit der — mit Bezug auf die Fleckenbildung. S. 1310. — Sonne, Über das magnetische Feld der —. S. 462, 1186. — Sonne, Über den magnetischen Zustand der —. S. 1132. — Sonne, Über die Protuberanzen oder Wasserstofferuptionen in der Chromosphäre der —. S. 1215. — Sonne, Neue Untersuchungen über die —. S. 1158. — Sonnenbeobachtungen, Über die schädlichen Folgen von — mit ungeschützten Augen. S. 775. — Sonnenenergie, Über die praktische Ausnutzung der —. S. 1216. — Sonnenfinsternis, Eine partielle —. S. 775, 845. — Sonnenfinsternis, totale, Zur Beobachtung der nächsten in Europa sichtbaren —. S. 871. — Sonnenfinsternis, totale, Messungen während der — vom 9. Oktober 1912. S. 628. — Sonnenfinsternisse, Zur Theorie der —. S. 1309. — Sonnenflecken, Aus den Beobachtungen der —. S. 844. — Sonnenflecken, Über die Beziehungen der Lufttemperatur zum Stande der —. S. 822. — Sonnenflecken, Über die Verschiebung der Fraunhoferschen Linien im Sonnenspektrum in der Umgebung von —. S. 990. — Sonnenfleckenhäufigkeit, Periode der —. S. 293. — Sonnenforschung, Die internationale Vereinigung für —. S. 535. — Sonnenrand, Das Vorkommen von Protuberanzen (Wasserstofferuptionen) am —. S. 584. — Sonnenspektrum, Über die Verschiebungen der Fraunhoferschen Linien im — in der Umgebung von Sonnenflecken. S. 990. — Sonnenwarte,

- Von der amerikanischen — auf dem Mount Wilson. S. 606. — Sonnenwarte, Eine neue —. S. 749. — Spektroskop, Neues Stern-. S. 413. — Spektroskopische Bestimmungen der Geschwindigkeit in der Gesichtslinie von etwa 900 Fixsternen. S. 918. — Spektroskopische Messungen, Wichtige — an Sternspektren. S. 799. — Spektroskopischer Doppelstern, Die Bahn des — ϵ Ursae majoris. S. 894. — Spiegelteleskop von etwa $1\frac{1}{2}$ m im Durchmesser. S. 1132. — Spiegelteleskope, Über die Leistungen großer —. S. 704. — Stern, Ein neuer veränderlicher —. S. 535. — Stern 14/1913, Ein neuer veränderlicher —. S. 656. — Sterne, neue, plötzlich aufleuchtende, Spektren der —. S. 293. — Sterne, Messungen über die Verteilung der Intensität in den Spektrallinien von —. S. 704. — Sterne, Sechs neue veränderliche —. S. 391. — Sterne, Die Verteilung der — verschiedener Spektraltypen. S. 391. — Sternbedeckung durch den Planeten Jupiter. S. 366. — Sternkarte, drehbare, Über Bestimmung von Meteorbahnen mit Hilfe der —. S. 800. — Sternspektren, Wichtige spektroskopische Messungen an —. S. 799. — Sterntemperaturen, Neue Bestimmungen der —. S. 629. — Sternwarte, Berg-, Eine neue —. S. 1310. — Sternwarte, Die neue Berliner Königliche —. S. 749. — Sternwarte, Über die Tätigkeit der vier indischen —. S. 629. — Sternwarte, Von der Kopenhagener —. S. 774. — Sternwarte, National-, Von der — in Santiago de Chile. S. 510, 584. — Sternwarte, Zwei noramerikanische —. S. 462. — Sternwarte, Privat-, Eine neue —. S. 1131. — Sternwarte Zô-sé, Von der chinesischen —, nicht weit von Shanghai. S. 655. — Stundenzone-System, Ausdehnung des — für Afrika und Südamerika. S. 1074. — Swift, Lewis. S. 391. — Teleskop, Spiegel-, von etwa $1\frac{1}{2}$ m im Durchmesser. S. 1132. — Theoretisch-astronomische Forschungen, Institut für —. S. 1159. — Tierkreislicht, (Zodiakallicht). S. 366, 535. — Tierkreislicht, Photometrische Beobachtungen des —. S. 1215. — Todesjahr, Eine astronomische Berechnung des — Jesus Christus. S. 655. — Trabanten, Messungen über die — des Planeten Jupiter. S. 1019. — Urania, Fünfundzwanzigjähriges Bestehen der —. S. 535. — ϵ Ursae majoris, Die Bahn des spektroskopischen Doppelsterns —. S. 894. — Venus, Beobachtungen des Planeten —. S. 1074. — Venus, Über die Rotationsdauer des Planeten —. S. 606. — Venusoberfläche, Neue Beobachtungen der —. S. 845. — Veränderlicher Stern RZ Cassiopejae, Neue Untersuchungen über den —. S. 1131. — Veränderlicher Stern 14/1913, Ein neuer —. S. 656. — Wasserstoff-eruptionen, Über die Protuberanzen oder — in der Chromosphäre der Sonne. S. 1215. — Wasserstofferuptionen (Protuberanzen), Das Vorkommen von — am Sonnenrande. S. 584. — Weltentstehung, Neue Theorie der —. S. 413. — Westphal, Eine rasche Helligkeitsabnahme des periodischen Kometen —. S. 1215. — Westphal, Die Wiederauffindung des periodischen Kometen —. S. 1132. — Zeit, Über Raum, — und absolute Bewegung. S. 1159. — Zeitdienst, internationaler. S. 366, 919. — Zodiakallicht (Tierkreislicht). S. 366, 535. — Zodiakallicht, Photometrische Beobachtungen des —. S. 1215. — Zwillinge, Über das Spektrum des neuen Sterns in den — (Nova Geminorum II). S. 583.
- Asymmetrische Moleküle, Über die optische Aktivität — (Werner Mecklenburg). S. 450, 471.
- Atemreize. S. 920.
- Atmosphäre, Merkwürdige Trübung der —. S. 224.
- Ungewöhnliche Trübung der —. S. 1160.
- Atmosphärische Luft, Die Elektrizitätsträger der — (K. Kähler). S. 334.
- Störung. S. 656.
- Atolle. S. 680.
- Atom, Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des — durch die Erforschung der positiven Strahlen (H. Baerwald). S. 355, 384.
- Atome, Die neueren Vorstellungen von der Struktur der — (K. Fajans). S. 237.
- Atomgewicht 3, Bisher unbekanntes Gas von dem —. S. 344.
- Atomgewichte, Aus dem Jahresbericht des Internationalen Komitees der — für 1913. S. 319.
- Atomgewichtstabelle. S. 392.
- Atomionen, Die — chemischer Elemente und ihre Kanalstrahlen-Spektren (Bespr.). S. 1156.
- Atomistik, Die Entwicklung der — (Bespr.). S. 50.
- Atomlehre, Die Bestätigung der — durch die Radioaktivität (Bespr.). S. 941.
- Atomtheorie, Über einen antiken Beitrag zur — (R. Pohl). S. 527.
- Aufschließen, Die Gewinnung und Entfernung von Naturstoffen durch — (Viktor Grafe). S. 116.
- Auge, Die Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen — (Hugo Wolff). S. 945.
- Ausdehnung, Sprungweise Änderungen der — durch die Wärme. S. 127.
- Ausgleichsfläche und Erdbebentiefe (M. P. Rudzki). S. 406.
- Ausschuß, Die Aufgaben und die bisherige Tätigkeit des — für Einheiten und Formelgrößen (AEF) (Karl Scheel). S. 921.
- Austrasien, Das versunkene Festland — zwischen Asien und Australien (J. Elbert). S. 308.
- Autolyseproblem, Biologische Gesichtspunkte zum — (A. Deutschland). S. 261.
- Automobil-Technik, Aus der — (H. Arnold). S. 670, 692, 999.
- Bäckereien**, Elektrische Ausrüstung von —. S. 368.
- Bagdadbahn und ihre Kulturbedeutung (F. Frech). S. 29.
- Die Täler des Taurus und die Linie der — (F. Frech). S. 54.
- Bakterien, Bau und Leben der — (Bespr.). S. 147.
- Die Lebensgemeinschaften der — mit einigen höheren und niederen Pflanzen (V. Vouk). S. 81.
- im Wein und Obstwein und die dadurch verursachten Veränderungen (Bespr.). S. 702.
- Bakterienkeime müssen durch ultraviolette Bestrahlung abgetötet werden. S. 294.
- Bakteriosen, Die pflanzlichen — (J. Peklo). S. 481.

- Bananen, Jungfernfrüchtigkeit bei —. S. 296.
 Bastards, Die Rehobother — und das Bastardierungsproblem beim Menschen (Bespr.). S. 1241.
 Baumwollersatzstoffe (Gertrud Tobler-Wolff). S. 858.
 Baumwollkultur, deutsche (Werner Bleines). S. 809.
 Baumwollstatistik, Zur —. S. 1247.
 Bemerkung zur Entgegnung des Herrn Prof. Dr. Joseph (Zuschr.). S. 1210.
 Bergsons Philosophie und die biologische Forschung (Julius Schaxel). S. 795.
 Bergwirtschaft, Preußens — unter Friedrich dem Großen (Bespr.). S. 339.
 Besiedelung der Talsperren (August Thiene-mann). S. 1163.
 Bezoarziegen. S. 728.
 Biene, Das Leben der — (Bespr.). S. 774.
 Bienen, Honig-, Über — und Blumenfarben (F. Knoll). S. 349.
 Biochemie, Einführung in die — (Bespr.). S. 196.
 — der Haut (Bespr.). S. 625.
 Biogenesis und Biomechanik (Bespr.). S. 126.
 Biologie, allgemeine, Einführung in die — (Bespr.). S. 1246.
 — Der heutige Stand der — in Amerika (J. von Uexküll). S. 801.
 — Einführung in die — (Bespr.). S. 271.
 — und Naturwissenschaften (O. Hertwig). S. 2.
 — der Pflanzen (Bespr.). S. 702.
 — der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie) (Bespr.). S. 1246.
 — und Phylogenie (L. Freund). S. 444.
 — Moderne Probleme der — (Bespr.). S. 557.
 — Zur Radium- (Zuschr.). S. 1069.
 — Organische Synthese und — (Bespr.). S. 437.
 — der Tiere (Bespr.). S. 270.
 — Abriß der — der Tiere (Bespr.). S. 797.
 — Die Bestimmung von Ursache und Bedingungen: Ihre Bedeutung besonders für die — (N. Ph. Tendeloo). S. 153.
 — Handbuch der — der Wirbeltiere (Bespr.). S. 171.
 Biologisch-landwirtschaftliches Institut Amani (Deutsch-Ostafrika) und seine Arbeit (Fr. Tobler). S. 717.
 Biologische Mittelmeerforschung, Ziele und Wege — (Adolf Steuer). S. 1151, 1169.
 — Probleme (Max Kassowitz). S. 18, 136, 301, 421, 777.
 Biologisches Experimentierbuch zum selbständigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde (Bespr.). S. 458.
 Biomechanik und Biogenesis (Bespr.). S. 126.
 Bird enemies of the codling moth (Bespr.). S. 798.
 Birds, Some common game, aquatic, and rapacious — in relation to man (Bespr.). S. 798.
 — Food of some wellknown — of forest, farm and garden (Bespr.). S. 798.
 Blaualgen, Über — (Ernst G. Pringsheim). S. 495.
 Bleiakкумуляatoren, neuartige. S. 272.
 Bleivergiftungsgefahr in Betrieben und Vorkehrungen dagegen (L. Spiegel). S. 374.
 Blindheit der Schnecken. S. 295.
 Blitzableiter (F. Neesen). S. 828.
 Blütenbildung, Über die bei der — wirkenden mechanischen Faktoren (Günthart). S. 1147, 1167.
 Blumenfarben und Honigbienen (F. Knoll). S. 349.
 Blumenkrone, Ein bisher unbekannter Fall einer Reizbewegung einer — nach Berührung. S. 608.
 Blut, Die Gesamtmenge des — im Menschen und in den Säugetieren (A. Pütter). S. 1029.
 Bodendurchlüftung, Über eine neue Methode der — in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft. (Bespr.). S. 653.
 Bodenertrag, Die Steigerung des — durch den Schwefel (B. Heinze). S. 111.
 Böhmerwald, Fürstlich Hohenzollernsches Naturschutzgebiet im —. S. 631.
 Bogengangapparat und Kleinhirn (Robert Bárány). S. 396, 425.
 Bor, Das Element — (R. J. Meyer). S. 325.
 Botanik.
 — Adaptation, Die sogenannte chromatische — bei Algen. S. 845. — Algen, Die sogenannte chromatische Adaptation bei —. S. 845. — Algen, Meeres-, Irisieren bei —. S. 1188. — Assimilation der organischen Phosphate. S. 1075. — Chromatische Adaptation, Die sogenannte — bei Algen. S. 845. — Ernährungsphysiologie, Neue Beiträge zur — der Pflanzen. S. 1075. — Irisieren bei Meeresalgen. S. 1188. — Krümmung, traumatropische, von Wurzeln. S. 942. — Meeresalgen, Irisieren bei —. S. 1188. — Mimosa, Reizbewegungen von —. S. 1187. — Pflanzen, Verwandtschaftsreaktionen bei —. S. 1188. — Phosphate, organische, Assimilation der —. S. 1075. — Reaktionen, Verwandtschafts-, von Pflanzen. S. 1188. — Reizbewegungen von Mimosa. S. 1187. — Stickstoffernährung, Selbstvergiftung als Folge von —. S. 1075. — Traumatropische Krümmung von Wurzeln. S. 942. — Vergiftung, Selbst-, als Folge von Stickstoffernährung. S. 1075. — Wurzeln, Traumatropische Krümmung von —. S. 942. — Zellbildung, Riesen-. S. 1075. — Zellstrukturen, Bei höheren Pflanzen — ohne Mikroskop wahrzunehmen. S. 1075.
 Botanische Mikrotechnik, Einführung in die — (Bespr.). S. 702.
 Botanisches Praktikum (Bespr.). S. 701.
 Brachiopoden, Die — des Kambriums von Nordamerika (Carl L. Henning). S. 1202.
 Brauerei, Die Rolle der Mikroorganismen in der — (Edm. Weinwurm). S. 934.
 Bread, The Story of a Loaf of — (Bespr.). S. 410.
 Breccie, Die Höttinger — (Richard Lepsius). S. 1122.
 Brechungszahl im kritischen Zustande. S. 28.

- Briefmarken - Aufklebemaschine. S. 272.
- Brille, Zur Entwicklung der — (Bespr.). S. 676.
- Brillengläser, Die modernen — und ihre Stellung in der technischen Optik (M. v. Rohr). S. 1032, 1058, 1079.
- Brillenoptik, Über neuere — (Bespr.). S. 675.
- British Association, Jahresversammlung der — in Birmingham.
Chemie (Hamilton McCombie). S. 1039.
Ingenieurwissenschaft (Reginald O. Kapp). S. 1044.
Physik (G. A. Shakespear). S. 1037.
- Brot, Über die Ursachen des Altbackenwerdens des — (R. J. M.). S. 304, 1087.
- Calciumkarbid.** S. 536.
— und Acetylenindustrie. S. 992.
- Carnegie-Institution, Die Arbeiten der — an der magnetischen Aufnahme der Erde (A. Nippoldt). S. 634.
- Celluloid, Ersatzstoffe für das —. S. 536.
- Cellulose, Ein neues Verfahren zur Gewinnung von — aus Holz und Gespinnstfasern und zur Beseitigung der abfallenden Laugen (Otto Bürger). S. 1302.
— kann durch Einwirkung von Säuren in Glukose übergeführt werden. S. 968.
— aus Spargelkraut. S. 247.
- Chemie, analytische (Bespr.). S. 1158.
— anorganische, Handbuch der — (Bespr.). S. 125.
— Einführung in die — in leichtfaßlicher Form (Bespr.). S. 581.
— Geschichte der — (Bespr.). S. 1018.
— Die Geschichte der — von Ekecrantz (Zuschr.). S. 1182.
— Mineral-, Handbuch der — (Bespr.). S. 940.
— Die Entwicklung der modernen — in Deutschland (Zuschr.). S. 937.
— organische; Theorien der — (Bespr.). S. 390.
— Probleme der physiologischen und pathologischen — (Bespr.). S. 1276.
— Über die — der Pilze und ihren Nährwert (C. Reuter). S. 156.
— praktische, Einführung in die — (Bespr.). S. 171.
- Chemische Analysen von Gasen mittels der Kanalstrahlen. S. 416.
— Elemente, Die Atomionen — und ihre Kanalstrahlen-Spektren (Bespr.). S. 1156.
— Industrie, Fortschritte und Probleme der —. S. 630.
— Reaktionen, Die periodisch verlaufenden — und ihre Analogie mit biologischen Vorgängen (Robert Kremann). S. 762, 784.
— Wirkung, Über neue Versuche zur Erklärung der — des Lichtes (Alfred Reis). S. 38.
— sowie physikalisch-chemische Wirkungen radioaktiver Substanzen und deren Beziehungen zu biologischen Vorgängen (Bespr.). S. 941.
— Zerlegungen, Keine — im magnetischen Kraftfelde. S. 944.
- Chemistry, An introduction of the — of plan products (Bespr.). S. 726.
- Chemotherapie, Die experimentelle — und das Problem der inneren Desinfektion bei bakteriellen Infektionen (J. Morgenroth). S. 609.
- China (Bespr.). S. 76, 100.
— Research in — (Bespr.). S. 1213.
- Chitin in Bakterien. S. 128.
- Chlorophyll, Untersuchungen über — (Bespr.). S. 1015.
- Chlorophyllkorn, Die Farbstoffe des — (Friedrich Czapek). S. 1105.
- Chondriosomenlehre als ein Problem der pflanzlichen Zellforschung (V. Vouk). S. 578.
- Chromoskop, Das Aronssche — (Bruno Borchart). S. 949.
- Chromosphäre, Radium in der — der Sonne. S. 78.
- Chroococcen-Art, Eine Wasserblüte bildende —. S. 896.
- Constantes, Tables Annuelles de — et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie (Bespr.). S. 1128.
- Constitution, Les idées modernes sur la — de la matière (Bespr.). S. 1047.
- Corti, Beiträge zu einer Biographie des Marchese Alfonso —. S. 846.
- Cutireaktion bei Syphilis (Carl Bruck). S. 1051.
- Damnu** (F. Poske). S. 75.
- Darm, Die ärztliche Röntgenuntersuchung des Magens und des — (Alban Köhler). S. 953.
- Darmkanal, Pflanzensamen im — von Säugetieren. S. 80.
- Darmverdauung, Bei der — entstehende Aminosäuren. S. 847.
- Darwin, Sir George Howard (W. Schweydar). S. 99.
- Depsiden, Die Synthese von —, Flechtenstoffen und Gerbstoffen. S. 1231.
- Descartes, Der Schädel des —. S. 80, 512.
- Desinfektion von Büchern und Papiergeld. S. 223.
— innere, Die experimentelle Chemotherapie und das Problem der — bei bakteriellen Infektionen (J. Morgenroth). S. 609.
- Desinfektionsanlage für Eisenbahnwaggons. S. 319.
- Deszendenztheorie, Leitfaden der — (Bespr.). S. 798.
— Vorträge über — (Bespr.). S. 555.
- Diamanten, künstliche. S. 319.
- Diastase, Reindarstellung von —. S. 751.
- Dichtung gegen Wasser durch Fett oder Öle. S. 248.
- Diesel-Lokomotive, Die erste —. S. 944, 1048.
- Differential- und Integralrechnung für Ingenieure (Bespr.). S. 677.
- Diffusionen, geologische (Bespr.). S. 1046.
- Diluviale Vorzeit Europas (Bespr.). S. 965.
- Dinosaurierfunde, Die neuesten — in der schwäbischen Trias (E. Fraas). S. 1097.
- Dispersion und Absorption des Lichtes in ruhenden isotropen Körpern (Bespr.). S. 408.

- Doppelbrechung, Die Änderungen der — gehen nicht momentan mit den Änderungen der Feldstärke vor sich. S. 1311.
- Drahtlos, Wie telegraphiere ich — S. 439.
- Drahtlose Telegraphie auf Rettungsbooten. S. 966.
- Telephonie. S. 632.
- Drehkreisel (Bespr.). S. 1130.
- Drehspulinstrumente. S. 968.
- Dreifarbendruck, Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des — und ähnlicher Verfahren (Bespr.). S. 124.
- Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarben Druckes und ähnlicher Verfahren (Bespr.). S. 124.
- Drudes Optik und Relativitätstheorie (Zuschr.). S. 338.
- Dryfarming, Die heutigen Methoden des — und ihr Anwendungsgebiet (Albert Bencke). S. 908.
- Duab of Turkestan (Bespr.). S. 699.
- Dyck, Walter v. (Bespr.). S. 124.
- Edelmarder**, Staatlicher Schutz des —. S. 631.
- Edelstahl. S. 510.
- Edelsteine, künstliche, Neuere Darstellungen — (C. Doetler). S. 1107.
- Egypt, A Manuel Flora of — (Bespr.). S. 195.
- Eier mittels Röntgenstrahlen untersuchen. S. 416.
- Einheiten, Die Aufgaben und die bisherige Tätigkeit des Ausschusses für — und Formelgrößen (Karl Scheel). S. 921.
- Einsiedlerkrabben. S. 295.
- Eis, Einfluß des — auf die Ausgestaltung der Hochgebirgstäler (A. Mahlke). S. 456.
- Eisberg. S. 271.
- Eisorten, Bezeichnung der —. S. 560.
- Eisen, Eine neue chemische Ursache für das Rosten des —. S. 1280.
- Eisen-Kobalt-Legierungen, Die magnetischen Eigenschaften der — bei verschiedenen Temperaturen (Bespr.). S. 215.
- Eiszeit, Die — und die kontinentale Wasserscheide in Patagonien (R. Hauthal). S. 1009.
- Eiweißkörper, Zum Nachweis von —. S. 1160.
- Eiweißminimum, Studien über — (Bespr.). S. 1277.
- Elastizitätstheorie, Zur Frage der internationalen Vereinheitlichung wichtiger Begriffe und Bezeichnungen in der Potentialtheorie und — (A. Korn). S. 1084.
- Elektrische Methoden, Bestimmung der Spannungszustände nach optischen und —. S. 103.
- Erscheinungen, Maxwells Prinzip der Einheit aller — und damit zusammenhängende von mir veranlaßte Versuche (Franz Richarz). S. 4.
- Schwingungen, Über eine neue Methode der Stoßerregung — (Bespr.). S. 627.
- — Über Stoßerregungen — in der Radiotelegraphie und ihre Vorzüge (Gustav Eichhorn). S. 95.
- Wellen, Die Erforschung des Erdinnern mit —. S. 680. — (Zuschr.) S. 745.
- Elektrischer Widerstand, Änderung des — von Aluminiumlegierungen. S. 176.
- Elektrisches Feld, Beobachtung der Zerlegung von Spektrallinien durch ein — (Zuschr.). S. 1182.
- Leitungsvermögen, Verringerung des — von Kupfer durch Zusatz von Arsen. S. 463.
- Elektrisierung des Benzols durch Reibung. S. 488.
- Elektrizität (W. Jaeger). S. 273.
- (Bespr.). S. 820.
- Kurzer Abriß der — (Bespr.). S. 411.
- und ihre Anwendungen (Bespr.). S. 410.
- Anwendung der — bei Erdarbeiten und bei Ausführung von Hochbauten. S. 318.
- Handbuch der — und des Magnetismus (Bespr.). S. 436, 918.
- Elektrizitätslehre, moderne (Bespr.). S. 918.
- Elektrizitätsträger der atmosphärischen Luft (K. Kähler). S. 334.
- Elektrizitätsversorgung, Entwicklungsziele der — Deutschlands (Leyser). S. 766.
- Elektrobiologie (Bespr.). S. 437.
- Elektrochemisches Praktikum (Bespr.). S. 867.
- Elektrolyte, Die Bedeutung der — für Lebewesen (Emil Lenk). S. 659.
- Elektrotechnik, Die Wechselstromtechnik (Bespr.). S. 820.
- Elektrotechniker, Bericht über die XXI. Jahresversammlung des Verbandes deutscher — (G. Dettmar). S. 979.
- Elemente, neue (Hans v. Liebig). S. 878.
- Neue — (Zuschr.). S. 985, 1015.
- Energieumsatz bzw. Arbeit einzelner Organe. S. 872.
- Entgegnung an Herrn Privatdozenten Dr. Paul Kammerer (Zuschr.). S. 1208.
- Entnikotinisierung von Tabak (Rudolf Dittmar). S. 433.
- Entwicklung, Zum Begriff der — (Bespr.). S. 557.
- Allgemeine Prinzipien der — und Vererbung (A. Greil). S. 642, 662.
- Entwicklungsgeschichte und Zellforschung (Julius Schaxel). S. 184.
- Entwicklungslehre, Über Lamarcks — und ihre moderne Erneuerung (F. v. Wagner). S. 1262.
- Entwicklungsmechanik, Terminologie der — der Tiere und Pflanzen (Bespr.). S. 365.
- — Über das Verhalten der Zellmechanik zur — (Ludwig Rhumbler). S. 210.
- Entwicklungstheorie, Darwins Lehre, gemeinverständlich dargestellt (Bespr.). S. 458.
- Eötvössches Gesetz, Zur Theorie des — (Zuschr.). S. 674.
- Epigenese und Präformation in der tierischen Entwicklung (Kurt Marcus). S. 685.

- Epigenese und Präformation (Zuschr.). S. 1238.
- Erbanlagen, krankhafte, Über die — des Mannes und die Bestimmung des Geschlechts beim Menschen (Bespr.). S. 554.
- Erdbeben, Das bifilare Kegelpendel. (Instrument für die Aufzeichnung von —) (C. Mainka). S. 866.
- Der Mond könnte die Entstehung von — beeinflussen. S. 560.
- Erdbebentiefe und Ausgleichsfläche (M. P. Rudzki). S. 406.
- Erde, Seltene Gase und ihre Bedeutung für die Physik der —. S. 632.
- Erdgas, Die Funde von — in Ungarn. S. 488.
- Erdinnere, Die Erforschung des — mit elektrischen Wellen. S. 680. — (Zuschr.) S. 745.
- Erdmagnetismus. S. 728.
- Einfluß der Weltmeere auf den — und die Gestalt der Erdschale. S. 151.
- Erdrinde, Die (Bespr.). S. 700.
- Erdströme, Beschädigung von Rohrleitungen durch —. S. 846.
- Erfrieren und Gefrieren von organischen Substanzen. S. 558.
- Ernährung, Die Bedeutung des Getreidemehles für die — (Bespr.). S. 1103.
- Ernährungsprobleme, Neue Untersuchungen über alte — (L. Lichtwitz). S. 280.
- Erzvorrat und Roheisenerzeugung. S. 775.
- Europa, Die diluviale Vorzeit — (Bespr.). S. 965.
- Europäische Halbinsel (Alex. Supan). S. 688.
- Experimentalphysik. Mechanik der festen, flüssigen und gasigen Körper (Bespr.). S. 820.
- Experimentalphysiologie, Die vergleichende Methode in der — (Bespr.). S. 1103.
- Fachausdrücke**, einheitliche, im Flugwesen. S. 272.
- Färbung, Holz- an lebenden Bäumen. S. 656.
- Faradaysches Gesetz, Einfluß hohen Druckes auf die Gültigkeit des ersten —. S. 416.
- Farbe des Wassers und seine Zusammensetzung. S. 272.
- Farbenphotographie, Die Theorie und Praxis der — mit Autochromplatten (Bespr.). S. 582.
- Farbensinn, Über die Entwicklung von Lichtsinn und — in der Tierreihe (C. v. Heß). S. 1005.
- Farbstoffe, Die — des Chlorophyllkorns (Friedrich Czapek). S. 1105.
- Fauna der salzigen Binnengewässer. S. 967.
- Feldstärke, Die Änderungen der Doppelbrechung gehen nicht momentan mit den Änderungen der — vor sich. S. 1311.
- Fermente und ihre Wirkungen (Bespr.). S. 726.
- Fermentmethoden, Grundriß der — (Bespr.). S. 1073.
- Fernsprechsysteme, Selbsttätige und halb-selbsttätige — (F. Lubberger). S. 254.
- Feuerbeständige Kleiderstoffe. S. 463.
- Fischessende Spinne. S. 440.
- Fixsterne, Die Durchmesser und Temperaturen der — (G. Deutschland). S. 523.
- Flagellaten, Die Umwandlung grüner — in farblose. S. 176.
- Flammen, Eigenschaften der —. S. 28.
- Flammierscheinung, Eine sehr bemerkenswerte —. S. 223.
- Flechten (Bespr.). S. 702.
- Flechtenstoffe, Die Synthese von Depsiden, — und Gerbstoffen. S. 1231.
- Fleischprobe, Eine Methode zur Bestimmung des Alters einer — (Emil Lenk). S. 780.
- Flora, Illustrierte — von Mitteleuropa (Bespr.). S. 461.
- Florensgeschichte, Beiträge zur Pflanzengeographie und — der Kaukasusländer und Hocharmeniens (M. Rikli). S. 993.
- Flüssige Luft, Sprengversuche mit —. S. 991.
- Flüssigkeit durch Auflösung eines schweren Körpers leichter. S. 152.
- zähe, Bewegungen einer — unter einer rotierenden Platte. S. 175.
- Flugtechnik, Ausschluß für drahtlose Telegraphie der Wissenschaftlichen Gesellschaft für —. S. 1248.
- Bericht über die Tagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für —. S. 769.
- Entwicklung der — (Alex. Baumann). S. 1249.
- Die Gesetze des Wasser- und Luftwiderstandes und ihre Anwendung in der — (Bespr.). S. 1016.
- Flugwesen, Einheitliche Fachausdrücke im —. S. 272.
- Food of some wellknown birds of forest, farm and garden (Bespr.). S. 798.
- Formelgrößen, Die Aufgaben und die bisherige Tätigkeit des Ausschusses für Einheiten und — (Karl Scheel). S. 921.
- Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. S. 896.
- Fossile Reste, Die ersten — von Schildkröten. S. 200.
- Freiballfahrten, Beobachtungen der durchdringenden Strahlung bei sieben — (Besprech.). S. 1016.
- Frosch, Temperatursinn des —. S. 751.
- Frostwirkungen, Einige Experimente der — auf die Obstbäume (Paul Sorauer). S. 1055, 1094.
- Frühtreibeverfahren, Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze. Ein neues — (Bespr.). S. 291.
- Funkentelegraphie, Bei der — tönt das Empfangstelephon in der Nacht viel lauter als am Tage. S. 1248.
- Funkentelegraphischer Erfolg, Der erste — zwischen Deutschland und Amerika. S. 536.
- Futtermittelnutzung, Zur Kenntnis der Ursachen erhöhter — bei Haustieren (Alois Velich). S. 856.

- Gärungsgewerbe**, Die — und ihre wissenschaftlichen Grundlagen (Bespr.). S. 1074.
- Gärungsprobleme** (Viktor Grafe). S. 1298.
- Galvanometer** zur Messung schwächster Gleich- und Wechselströme. S. 296.
- Gas**, Verwendung des — zu Heizzwecken. S. 584.
- Gasanalyse**, mikroskopische, Die Methode der —. S. 800.
- Gasanalytische Methoden** (Bespr.). S. 724.
- Gase**, seltene, und ihre Bedeutung für die Physik der Erde. S. 632.
- Gaserzeugungsöfen**, Die Ausnutzung der Abhitze von —. S. 1020.
- Gasfeuerung**, flammenlose, ein neues Heizverfahren (H. v. Jüptner). S. 14.
- Gefäßweiterung** und Sekretion. S. 1132.
- Gefäßmuskulatur**, Aktionsströme der —. S. 847.
- Gefrieren** und Erfrieren von organischen Substanzen. S. 558.
- Gehirn des Homo Neandertalensis sive primigenius** (Stefanie Oppenheim). S. 955.
- Gehörsinn**, Über den — des Neugeborenen (Silvio Canestrini). S. 969.
- Geisteswissenschaften**, Das Eindringen der naturwissenschaftlichen Methoden in die — (M. Brahn). S. 66.
- Gelstrukturen** (Richard Zsigmondy). S. 1013.
- Genesis**, Über die — der Kohlenhydrate (Emil Baur). S. 474. — (Zuschr.) S. 580, 819, 820.
- Geographenkongreß**, Der zehnte internationale — (Gustav Braun). S. 545.
- Geographie**.
Indien, Vorder-, Die Ostküste —. S. 990. — Riasküsten. S. 990.
- Geographische Ortsbestimmung**, Kartographische Aufnahmen und — auf Reisen (Bespr.). S. 821.
- Geologie**, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 1212.
— Lehrbuch der — Deutschlands (Bespr.). S. 390.
- Geologische Diffusionen** (Bespr.). S. 1046.
- **Formations- und Gebirgskunde**, Grundzüge der — (Bespr.). S. 700.
- **Probleme**, Anwendung der Mineralsynthese auf —: die Bildungsverhältnisse polymorpher Mineralmodifikationen (J. Koppel). S. 40.
- Gerbstoffe**, Die Synthese von Depsiden, Flechtenstoffen und —. S. 1231.
- Geruch** und Gesicht. S. 750.
- Geschlecht**, Vererbung und Bestimmung des — (Hans Friedenthal). S. 906.
- Geschlechtsbestimmende Ursachen** im Tierreich (Bespr.). S. 146.
- Geschlechtsbestimmung** oder Geschlechtsverteilung? (Paul Kammerer.) S. 1025.
- Geschlechtsmerkmale**, körperliche, Über die Beziehung der Keimdrüsen zu den — im Tierreich (O. Steche). S. 46.
- Geschlechtsverteilung** oder Geschlechtsbestimmung? (Paul Kammerer.) S. 1025.
- Geschwülste**, bösartige, Wachstumsbeschleunigung der — durch Röntgenstrahlen. S. 1279.
- Gesteine**, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und — nach Form, Inhalt und Entstehung (Bespr.). S. 1213.
- **Die Synthese der Mineralien** und — (J. Uhlig). S. 305, 327.
- Getreidemehl**, Die Bedeutung des — für die Ernährung (Bespr.). S. 1103.
- Gewässer**, Statistik der märkischen stehenden — (Bespr.). S. 533.
- Gewebe**, Neue Untersuchungen über das selbständige Leben der — und Organe (Bespr.). S. 1072.
- Gewebsverpflanzung**, Die freie — als Methode naturwissenschaftlicher und medizinischer Forschung (Georg Schöne). S. 489.
- Gewitter-Fernanzeiger**. S. 151.
- Giftfestigkeit** des Igels. S. 776.
- Giftige Tiere** und ihre Bekämpfung (Hermann Küttner). S. 729, 753.
- Gittererscheinungen** auf verschiedenen Gebieten (Fritz Reiche). S. 1193.
- Glukose**, Cellulose kann durch Einwirkung von Säuren in — übergeführt werden. S. 968.
- Glukoside**, Die einfachen Zuckerarten und die — (Bespr.). S. 1276.
- Goethe**, Historisch-kritische Studien über — als Naturforscher (Bespr.). S. 412.
- **Der Sinn der Pflanzenmetamorphose** bei — (Walter May). S. 982. — (Zuschr.) S. 1101.
- Graphische Darstellung** (Felix Auerbach). S. 139, 159.
- Großhirn**, Ein Mensch ohne —. S. 871.
- Großhirnrindenanatomie**, Neuere Forschungsergebnisse der — mit besonderer Berücksichtigung anthropologischer Fragen (K. Brodmann). S. 1120.
- Groups**, The Growth of — in the animal kingdom (Bespr.). S. 219.
- Härtebestimmung**, absolute. S. 248.
- Hallsches Phänomen**. S. 52.
- Harn**, Analyse des — (Bespr.). S. 1276.
- Harnstoff** im Pflanzenkörper. S. 320.
- Hauskatze**. S. 920.
- Hausmüll** und seine Verwertung in den Großstädten. S. 629.
- Hausschwamm-Gutachten** (Bespr.). S. 1274.
- Haustiere**, altkretische. S. 823.
- Hautelektrische Erscheinungen** (Adalbert Gregor). S. 931.
- Heberschreibvorrichtung** zum Telegraphieren durch Unterseekabel. S. 392.
- Heilkunde**, Über das Verhältnis der Geschichte der Medizin zur modernen — und den Wert medizinhistorischer Forschung für diese (Paul Diepgen). S. 1290.
- Heilquellen**, Die Radioaktivität der — (H. Sieveking). S. 497.
- Heizverfahren**, Flammenlose Gasfeuerung, ein neues — (H. v. Jüptner). S. 14.
- Heizzwecke**, Verwendung des Gases zu —. S. 584.
- Heliumproben**, Durch Untersuchung von — ein bisher unbekanntes Spektrum entdeckt. S. 848.

- Helligkeit, Über wirkliche und scheinbare — und Farbe der Wolken. S. 294.
- Herders Verhältnis zu modernen Naturanschauungen (J. H. F. Kohlbrugge). S. 1110.
- Heredity, Mendel's Principles of — (Bespr.). S. 553.
- Herzmuskelzellen, Künstliche Züchtung von — (R. du Bois-Reymond). S. 1288.
- Heterogene Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenregel (Bespr.). S. 362.
- Heure, Description des installations du service de l' — (Bespr.). S. 1130.
- Himmelskunde (Bespr.). S.
- Himmelslicht, Polarisation des zerstreuten — und Absorption durch die Atmosphäre. S. 752.
- Hinrichtungen durch Elektrizität. S. 752.
- Hirnforschung, Wege und Ziele der — (Ludwig Edinger). S. 441.
- Hirnforschungsinstitute, Die Interakademischen — (Ludwig Edinger). S. 441.
- Hirnrindenanatomie, Groß-, Neuere Forschungsergebnisse der — mit besonderer Berücksichtigung anthropologischer Fragen (K. Brodmann). S. 1120.
- Hirnteile, umgedrehte, Über die Entwicklung — bei Amphibienembryonen (Bespr.). S. 78.
- Histologie, Vorlesungen über allgemeine — (Bespr.). S. 1102.
- Hochgebirgstäler, Einfluß des Eises auf die Ausgestaltung der — (A. Mahlke). S. 456.
- Hochofenwind, Anreicherung des — mit Sauerstoff. S. 1312.
- Hochzeitskleid, Das sogenannte — bei Süßwasserfischen. S. 776.
- Hören, Neue Beiträge zur Resonanztheorie des — (F. Lindig). S. 107.
- Höttinger Breccie, Die — (Richard Lepsius). S. 1122.
- Hoff, Jacobus Henricus van't —. Sein Leben und Wirken (Bespr.). S. 626.
- Hohe Drucke, Die Anwendung — bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle (Bespr.). S. 410.
- Hoher Druck, Einfluß — auf die Gültigkeit des ersten Faradayschen Gesetzes. S. 416.
- Holzfärbung an lebenden Bäumen. S. 656.
- Holzgewächse, Ein neues Verfahren, die Ruheperiode der — abzukürzen (Bespr.). S. 291.
- Homo Neandertalensis sive primigenius, Das Gehirn des — (Stefanie Oppenheim). S. 955.
- sapiens (Bespr.). S. 746.
- Honigbienen und Blumenfarben (F. Knoll). S. 349.
- Humboldt, Alexander von — „Kosmos“ (Erich Metze). S. 910.
- Humusstoffe, Chemische Verwitterung der Silikate und der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der — (Bespr.). S. 244.
- Hydrodynamik, technische (Bespr.). S. 605.
- Hydrographie, Dynamische Meteorologie und — (Bespr.). S. 266, 748.
- Hygiene, Rassen- (Bespr.). S. 942.
- Hysteresis, elastische, im Stahl. S. 464.
- Jahresversammlung**, Bericht über die XXI. — des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (G. Dettmar). S. 979.
- Die 23. — der Deutschen Zoologischen Gesellschaft (Hanns v. Lengerken). S. 1003.
- Japanknollen, Der Zucker der —. S. 151.
- Igel, Giftfestigkeit des —. S. 776.
- Imprägnierung des Holzes. S. 488.
- Industrie, Von den Fortschritten der Technik und — in den Vereinigten Staaten. S. 318.
- Infektionen, bakterielle, Die experimentelle Chemotherapie und das Problem der inneren Desinfektion bei — (J. Morgenroth). S. 609.
- Ingenieur-Mathematik (Bespr.). S. 679.
- Insekten (Bespr.). S. 797.
- Installation, Description des — du service de l'heure (Bespr.). S. 1130.
- Integral- und Differentialrechnung für Ingenieure (Bespr.). S. 677.
- Interferenz der Röntgenstrahlen und die Sichtbarkeit des kristallographischen Raumgitters (Heinrich Löwy). S. 105.
- Inulin und die Möglichkeit seiner technischen Verwertung (Viktor Grafe). S. 786.
- Ionenlehre, Qualitative Analyse vom Standpunkte der — (Bespr.). S. 1157.
- Ionisierungsspannung in verschiedenen Gasen. S. 368.
- Jungfernfruchtbarkeit bei Bananen. S. 296.
- Jupitermond. S. 52.
- Jura, Berner-, zur Morphologie des — (Bespr.). S. 1214.
- Kältetechnik** und Lebensmittelversorgung. S. 1280.
- Kälteverein, Aus der Hauptversammlung des Deutschen —. S. 558.
- Kagus. S. 368.
- Kalischers Dressurmethode zur physiologischen Erforschung der Sinnesempfindungen (R. du Bois-Reymond). S. 53.
- Kalkflechten. S. 343.
- Kallose in Algenmembranen. S. 343.
- Kambrium, Die Brachiopoden des — von Nordamerika (Carl L. Henning). S. 1202.
- Kanalgase, Zerstörende Einwirkung von — auf Zementkonstruktionen. S. 344.
- Kanalstrahlen, Chemische Analysen von Gasen mittels der —. S. 416.
- und ihre Bedeutung für die Erforschung der Konstitution der Materie (H. v. Dechend). S. 181.
- Kanalstrahlen-Spektren, Die Atomionen chemischer Elemente und ihre — (Bespr.). S. 1156.
- Kartenkunde (Bespr.). S. 821.
- Kartographische Aufnahmen und geographische Ortsbestimmung auf Reisen (Bespr.). S. 821.
- Kathodenstrahlen erzeugen bei verschiedener Geschwindigkeit verschiedenfarbiges Licht. S. 416.
- Kaukasusländer, Beiträge zur Pflanzengeographie und Florengeschichte der — und Hocharmeniens (M. Rikli). S. 993.
- Kausale und konditionale Weltanschauung (M. Kronenberg). S. 1143.

- Kautschuk** vom kolloidchemischen Standpunkt (Rudolf Koetschau). S. 203.
 — künstlicher, Die Wege zum — (Rudolf Ditmar). S. 20.
 — Plantagen-, Aussichten des — (Friedrich Tobler). S. 621.
Kegelpendel, Das bifilare — (C. Mainka). S. 866.
Keimdrüsen, Über die Beziehung der — zu den körperlichen Geschlechtsmerkmalen im Tierreich (O. Steche). S. 46.
Kiautschou, Die Besitzergreifung von — (Bespr.). S. 101.
Kinematographie, Handbuch der praktischen — (Bespr.). S. 77.
 — und Schule (Bastian Schmid). S. 145.
Kinematographische Aufnahmen, Neue Gesichtspunkte für die Herstellung — in Fabriken (G. A. Fritze). S. 1116.
Kinetische Theorie der Materie. S. 297.
Klavizimbel, Zur Wiedereinführung des — (Curt Sachs). S. 94.
Kleinhirn, Die Bedeutung des — (H. Kroecker). S. 657.
 — und Bogengangapparat (Robert Bárány). S. 396, 425.
Klima und Leben. (Bespr.). S. 315.
Koagulationsgeschwindigkeit kolloidaler Lösungen. S. 960.
Koeffizientenlehre (Pluralität der Ursachen) (H. E. Hering). S. 165.
Körper, Der menschliche — und seine Krankheiten (Bespr.). S. 534.
Körperliche Äußerungen, Über die — psychischer Zustände (Hans Berger). S. 849.
Kohlenförderung durch Saugluft. S. 632.
Kohlenhydrate, Über die Genesis der — (Emil Baur). S. 474. — (Zuschr.) S. 580, 819, 820.
Kohlensäure-Kristalle. S. 464.
Kohlensäureschnee, Verwendung von — in der Heilkunde. S. 750.
Kohlenstoffoxyd, neues. S. 1310.
Kohlenvorräte Westfalens (F. Frech). S. 561.
Kolbenmaschine, Der Schlicksche Schiffskreisel und der Schlicksche Massenausgleich der — in ihrer praktischen Anwendung (O. Martienssen). S. 1217.
Kolloidale Lösungen, Koagulationsgeschwindigkeit —. S. 960.
Kolloidchemie, Die neuere Entwicklung der — (Bespr.). S. 314.
 — der Muskelkontraktion (Johann Matula). S. 109. — (Zuschr.) S. 388.
 — Muskelkontraktion und Totenstarre als Probleme der — (Emil Lenk). S. 90.
Kolloiden, Über die Aufnahme von — durch die pflanzliche Plasmahaut (Bespr.). S. 173.
Kolloider Schwefel (Werner Mecklenburg). S. 689.
 — Zustand der Materie (Bespr.). S. 532.
Konditionale und kausale Weltanschauung (M. Kronenberg). S. 1143.
Kongo, Vom — zum Niger und Nil (Bespr.). S. 101.
Kongresse, Das Problem internationaler — auf dem Gebiete der Naturwissenschaften (H. Großmann). S. 771.
Konservierung, Lachs- in Nordamerika. S. 343.
Kopien, Original-, von Pflanzenteilen (Zuschr.). S. 1238.
Korrelationsmethode und ihre Verwendung in der Statistik (F. M. Exner). S. 206.
Kosmos, Alexander von Humboldts — (Erich Metze). S. 910.
Kraftstation, besondere. S. 1312.
Krankheiten, Der menschliche Körper und seine — (Bespr.). S. 534.
Krebskranke, Über die neuen Bestrebungen, das Los der — zu verbessern (Bespr.). S. 894.
Krebskrankheit, Der gegenwärtige Stand der Lehre von der — (Carl Lewin). S. 585.
Kreisel, Dreh- (Bespr.). S. 1130.
 — Schiffs-, Der Schlicksche — und der Schlicksche Massenausgleich der Kolbenmaschine in ihrer praktischen Anwendung (O. Martienssen). S. 1217.
Kretinismus, endemischer, Zur Ätiologie und Geographie des — (Erich Ebstein). S. 373.
Kreuzung von Pflanzen die Ausbildung der Frucht. S. 79.
Kristallformen von Gasen und Flüssigkeiten. S. 872.
Kristallisation beim Anlassen von harten Metallen. S. 200.
Kristallisationskraft, Über die —, eine Darstellung vom chemischen Standpunkte aus (Werner Mecklenburg). S. 1294.
Kristallokinese, Zur Theorie der — (Richard Lachmann). S. 650.
Kristalloptik, Einführung in die — (Bespr.). S. 820.
Kristalltheorien, Statische und kinetische — (Bespr.). S. 243.
Kritischer Zustand, Brechungszahl im —. S. 28.
Küstenfauna und -flora, Veränderungen der — bei Wasserverschmutzung der Seehäfen (A. Steuer). S. 43.
Küstenflora und -fauna, Veränderungen der — bei Wasserverschmutzung der Seehäfen. (A. Steuer.) S. 43.
Kultur der Gegenwart (Bespr.). S. 773.
Kultur- und Nutzpflanzen, ausländische (Bespr.). S. 702.
Lachskonservierung in Nordamerika. S. 343.
Lagerstätten, Die — der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung (Bespr.). S. 1213.
Lagrange, Joseph Louis (W. Ahrens). S. 345.
Lamarck, die Lehre vom Leben, seine Persönlichkeit und das Wesentliche aus seinen Schriften, kritisch dargestellt (Bespr.). S. 1239.
Lampe von niedriger Spannung. S. 752.
Landschnabeltiere, langschnäblige. S. 295.

- Landwirtschaft, Die wissenschaftliche Stellung und Aufgabe der — (Ernst Feige). S. 429.
- Landwirtschaftlicher Hochschulunterricht, Die gegenwärtige Gestaltung des — in Deutschland (Ernst Feige). S. 958. — (Zuschr.) S. 1127.
- Laugen, abfallende, Ein neues Verfahren zur Gewinnung von Cellulose aus Holz und Gespinnstfasern und zur Beseitigung der — (Otto Bürger). S. 1302.
- Leben, Das —. Sein Wesen, sein Ursprung und seine Erhaltung (Bespr.). S. 747.
- Beziehungen des — zum Licht (Bespr.). S. 894.
- selbständiges, Neue Untersuchungen über das — der Gewebe und Organe (Bespr.). S. 1072.
- Lebensmittelversorgung und Kältetechnik. S. 1280.
- Legierungen, Die elektrische Leitfähigkeit der — (Werner Mecklenburg). S. 381.
- Lehrerbildungsanstalten, Die Naturwissenschaften an den — (F. Poske). S. 73.
- Leitfähigkeit, elektrische, der Legierungen (Werner Mecklenburg). S. 381.
- Leitungsvermögen, elektrisches, Verringerung des — von Kupfer durch Zusatz von Arsen. S. 463.
- Leitungswiderstand, Wie verändert sich der — eines Drahtes beim Ziehen und Tordieren, sowie Erwärmen nach dem Ziehen und Tordieren. S. 536.
- Les Eyzies, Expedition nach — (M. Hilzheimer). S. 405.
- Leuchtballoon, Messung der Luftströmungen bei Nacht mit —. S. 535.
- Leuchtboje. S. 28.
- Leuchtende Punkte, Geschwindigkeit der — in Wasserstoffröhren. S. 848.
- Leuchtgas, ein neues versandfähiges. S. 1312.
- Licht, Das — im Dienste der Menschheit (Besprechung). S. 820.
- Über neue Versuche zur Erklärung der chemischen Wirkung des — (Alfred Reis). S. 38.
- Lichtsinn, Über die Entwicklung von — und Farbensinn in der Tierreihe (C. v. Hess). S. 1005.
- Lippmannsches Verfahren, Die Photographie in natürlichen Farben mit besonderer Berücksichtigung des — sowie jener Methoden, welche bei einmaliger Belichtung ein Bild in Farben liefern (Bespr.). S. 124.
- Lokomotive, Diesel-, Die erste —. S. 944, 1048.
- Luftdruck, Über die Luftpumpe und den — (Bespr.). S. 1131.
- Luftdruckänderungen, Einfluß der täglichen —. S. 584.
- Luftelektrizität (Bespr.). S. 533.
- Luftfahrerwetterdienst (P. Ludewig). S. 565.
- Luftfahrzeug, Wesen und Bedeutung der astronomischen Ortsbestimmung im — (Adolf Marcuse). S. 133, 251.
- Luftpumpe, Entwicklung der —. S. 152.
- Über die — und den Luftdruck (Bespr.). S. 1131.
- Luftresonatoren, Die Anwendung von — bei Telephontönen. S. 175.
- Luftsalpeter (Bespr.). S. 820.
- Luftschiff L 2, Marine-, Über die Vernichtung des neuesten —. S. 1104.
- Luftschiffahrt, Neue deutsche Literatur aus dem Gebiete der — (P. Ludewig). S. 1234.
- Die erste Anwendung des Steinkohlengases in der — (A. Sander). S. 1011.
- Luftschiffahrtsausstellung, Katalog der historischen Abteilung der ersten Internationalen — (IIa) zu Frankfurt a. Main 1909 (Bespr.). S. 173.
- Luftströmungen in einer Höhe von 50 (engl.) Meilen. S. 368.
- Messung der — bei Nacht mit Leuchtballoon. S. 535.
- Luft- und Wasserwiderstand, Die Gesetze des — und ihre Anwendung in der Flugtechnik (Besprechung). S. 1016.
- Luminographie (Bespr.). S. 698.
- Luzernebau (Bespr.). S. 245.
- Macrozamia Moorei, eine untergehende Pflanzenart. S. 414.
- Madeira, Alter der Insel —. S. 560.
- Magen, Die ärztliche Röntgenuntersuchung des — und des Darmes (Alban Köhler). S. 953.
- Magie als experimentelle Naturwissenschaft (Bespr.). S. 150.
- Magnesiummetall. S. 728.
- Magnetic Properties of Iron-Carbon and Iron-Silicon Alloys; with Micrographic Investigation and Reproduction (Bespr.). S. 216.
- Magnetische Aufnahme, Die Arbeiten der Carnegie Institution an der — der Erde (A. Nippoldt). S. 634.
- Eigenschaften der Eisen-Kobalt-Legierungen bei verschiedenen Temperaturen (Bespr.). S. 215.
- Spannung, Die Messung der — (Bespr.). S. 216.
- Untersuchungen im Hochfrequenzkreis (Bespr.). S. 217.
- Magnetisches Feld der Sonnenoberfläche. S. 368.
- Kraftfeld, Keine chemischen Zerlegungen im —. S. 944.
- Magnetismus, Handbuch der Elektrizität und des — (Bespr.). S. 436, 918.
- Margarine (Lassar-Cohn). S. 249.
- Maßanalyse (Bespr.). S. 1074.
- Materialisationsphänomene, Ein Beitrag zur Methodik mediumistischer Untersuchungen: Dr. A. Freiherrn von Schrenck-Notzings — (Gustav Kafka). S. 1259.
- Materie, Zur kinetischen Theorie der —. S. 297.
- Der kolloide Zustand der — (Bespr.). S. 532.
- Die Kanalstrahlen und ihre Bedeutung für die Erforschung der Konstitution der — (H. v. Dechend). S. 181.
- Mathematik im Altertum und im Mittelalter (Bespr.). S. 604.
- Einführung in die — für Biologen und Chemiker (Bespr.). S. 125.

- Mathematik**, Die — eine Geistes- oder Naturwissenschaft? (Bespr.) S. 1070.
 — **Ingenieur-** (Bespr.) S. 679.
 — und **Naturwissenschaft** in der höheren Mädchenbildung (F. Poske). S. 547.
 — Das **Wissen der Gegenwart** in — und **Naturwissenschaft** (Bespr.) S. 1018.
Mathematiker, Taschenbuch für — und **Physiker** (Bespr.) S. 821.
Mathematischer Unterricht, Geschichte des naturwissenschaftlichen und — (Bespr.) S. 962.
Matière, Les idées modernes sur la constitution de la — (Bespr.) S. 1047.
Maxwells Prinzip der Einheit aller elektrischen Erscheinungen und damit zusammenhängende von mir veranlaßte neuere Versuche (Franz Richarz). S. 4.
Maybach-Motor. S. 823.
Mechanische Faktoren, Über die bei der Blütenbildung wirkenden — (Günthart). S. 1147, 1167.
Mediumistische Untersuchungen, Ein Beitrag zur Methodik —: Dr. A. Freiherrn von Schrenck-Notzings „Materialisationsphänomene“ (Gustav Kafka). S. 1259.
Medizin, Über das Verhältnis der Geschichte der — zur modernen Heilkunde und den Wert medizinhistorischer Forschung für diese (Paul Diepgen). S. 1290.
Medizinisch-biologische Familienforschungen innerhalb eines 2232 köpfigen Bauerngeschlechtes in Schweden (Provinz Blekinge) (Bespr.) S. 1240.
Medizinisch-chemisches Laboratoriumshilfsbuch (Bespr.) S. 222.
Medizinische Wissenschaft und ärztliche Kunst (Otfried Müller). S. 69, 87.
Meeresalgen, Beiträge zur Kenntnis der — (Bespr.) S. 842.
Mendelsches Gesetz, Die Geltung des — beim Menschen (Th. Mollison). S. 572. — (Zuschriften) S. 1070.
Mendelsche Vererbungsregeln, Über die Bedeutung der — für die praktische Tierzucht (Bespr.) S. 700.
Metallbearbeitung. S. 51.
Metallfadenlampen, Lichtschwankung bei Wechselstrom. S. 368.
Metallische Rohstoffe, Die Versorgung Deutschlands mit — (Bespr.) S. 989.
Metallisches Barium mittels **Silicium** hergestellt. S. 992.
Metallisierungsverfahren, Das Schoopsche — (Albert Neuburger). S. 465.
Metamorphose, Pflanzen-, Der Sinn der — bei Goethe (Walter May). S. 982. (Zuschr.) S. 1101.
Meteoreisenfall, Ein neuer — in Japan. S. 174.
Meteorologie.
 Witterungsanomalien, Der Zusammenhang monatlicher — an weit voneinander entfernten Orten. S. 1278. — **Wolkenformen**, Über den täglichen Gang der —. S. 1279.
 — **aeronautische** (Bespr.) S. 292.
Meteorologie, **Dynamische** — und **Hydrographie** (Bespr.) S. 266, 748.
Methan, Für — den dreifachen Punkt bestimmt. S. 992.
Methode der Wissenschaft und andere Reden. (Bespr.) S. 363.
Mikroben, Ist ein Leben ohne — möglich? S. 295.
Mikrochemie der Pflanze (Bespr.) S. 1277.
Mikroorganismen, Die Rolle der — in der Brauerei (Edm. Weinwurm). S. 934.
 — **Anleitung zur Kultur der — für den Gebrauch** in zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorien (Bespr.) S. 703.
 — Über einige chemische Reaktionen der — und ihre Bedeutung für chemische und biologische Probleme. S. 981.
 — im Salzbergwerk. S. 727.
 — Die Beziehungen der — zur Verdauung (N. Zuntz). S. 7.
Mikroskopische Gasanalyse, Die Methode der —. S. 800.
Mikrotechnik, botanische, Einführung in die — (Bespr.) S. 702.
Mimikry und verwandte Erscheinungen (A. Jacobi). S. 681. (Zuschr.) S. 938.
Mineralchemie, Handbuch der — (Bespr.) S. 388, 581, 940.
Mineralien, Die nutzbaren — mit Ausnahme der Erze, Kalisalze, Kohle und des Petroleums (Bespr.) S. 1213.
 — Die Lagerstätten der nutzbaren — und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung (Bespr.) S. 1213.
 — Die Synthese der — und Gesteine (J. Uhlig). S. 305, 327.
Mineralmodifikationen, polymorphe, Anwendung der Mineralsynthese auf geologische Probleme: die Bildungsverhältnisse — (J. Koppel). S. 40.
Mineralogie, Kobbels Lehrbuch der — (Bespr.) S. 580.
Mineralsynthese, Anwendung der — auf geologische Probleme: die Bildungsverhältnisse polymorpher Mineralmodifikationen (J. Koppel). S. 40.
Mistelfrucht. S. 104.
Misteln. S. 104.
Mittelmeer, Vom — zum Nordrand der Sahara (Bespr.) S. 702.
Mittelmeerforschung, Ziele und Wege biologischer — (Adolf Steuer). S. 1151, 1169.
Moleküle, Die Existenz der — (Bespr.) S. 242.
Molekularluftpumpe (W. Gaede). S. 11.
Molkereiindustrie, Verwendung der Kälte in der —. S. 560.
Momentaufnahme, Leitfaden der — im Röntgenverfahren (Bespr.) S. 528.
Momentphotographie, elektrische (Br. Glatzel). S. 897.
Montblancgletscher, Temperatur des —. S. 1311.

- Mond, Der — könnte die Entstehung von Erdbenen beeinflussen. S. 560.
 — Rundtäler auf dem —. S. 415.
 — Die Gestalt von Sonne und —. S. 78.
- Moore, Quell-, bzw. Gehängemoore Norddeutschlands (Alfred Berg). S. 646.
- Morphologie, Zur — des Berner Jura (Besprechung). S. 1214.
- Morphologische Veränderungen des gereizten Nerven. S. 1132.
- Moschusochse. S. 200.
- Moth, Bird enemies of the codling — (Bespr.). S. 798.
- Motoren, Ventil- und Schiebermotoren (H. Arnold). S. 670, 692.
- Muschelschalen, Hügel aus — mit Humusschicht. S. 296.
- Muskelkontraktion, Zur Kolloidchemie der — (Johann Matula). S. 109. — (Zuschr.) S. 388.
 — und Totenstarre als Probleme der Kolloidchemie (Emil Lenk). S. 90.
- Muskulatur, quergestreifte, besitzt eine doppelte Innervation. S. 872.
- Myriawatt, Maßeinheit für die Arbeit das — vorgeschlagen. S. 368.
- Nährwert, Über die Chemie der Pilze und ihren — (C. Reuter). S. 156.
- Nahrung, Die Bedeutung der Speicheldrüsen für die Aufnahme und Verarbeitung der — bei den Tieren (H. Jordan). S. 233.
- Nahrungsstoffe, spezifische (Ivar Bang). S. 591.
- Narkose, Theorie der — (W. Thörner). S. 1161.
- National Telephone Company, Verkauf der — in England an den Staat. S. 318.
- Natrium-Flammen, Über die Absorption in — (Zuschr.). S. 914.
- Natürlicher Tod, Über den — der Tiere. S. 968.
- Natur, die Wunder der — (Bespr.). S. 50.
- Naturanschauungen, Herders Verhältnis zu modernen — (J. H. F. Kohlbrugge). S. 1110.
- Natureisgewinnung; Herausnehmen von Eiern u. dgl. aus Kühllhäusern in warmer Jahreszeit. S. 560.
- Naturerkenntnis, Die Entwicklung unserer — (Hans Arnold). S. 835, 862.
- Naturforscher, 85. Versammlung Deutscher — und Ärzte in Wien. Chemie (Robert Kremann). S. 1179, 1229. — Mineralogie (Kurd Endell). S. 1272. — Physik (Karl Scheel). S. 1175, 1205. — Zoologisch-paläontologische Vorträge (Otto Steche). S. 1268.
- Naturforschung, Die Vergangenheit der — (Bespr.). S. 1184.
- Naturgeschichte, Amerikanisches Museum für —. S. 607.
- Naturkonstante, universelle. S. 199.
- Naturphilosophie, Zur Geschichte der — (M. Kronenberg). S. 888.
- Naturschutz (Bespr.). S. 484.
 — in England. S. 704.
- Naturschutzbestrebungen in Österreich (A. v. Guttenberg). S. 972.
- Naturschutzgebiet, Fürstlich Hohenzollernsches — im Böhmerwald. S. 631.
- Naturstoffe, Die Gewinnung und Entfernung von — durch „Aufschließen“ (Viktor Grafe). S. 116.
- Naturwissenschaft und Mathematik in der höheren Mädchenbildung (F. Poske). S. 547.
 — Das Wissen der Gegenwart in Mathematik und — (Bespr.). S. 1018.
 — Wert und Unwert der — (Bespr.). S. 798.
- Naturwissenschaften und Arzt (W. His). S. 3.
 — und Biologie (O. Hertwig). S. 2.
 — an den Lehrerbildungsanstalten (F. Poske). S. 73.
- Naturwissenschaftliche Methoden, Das Eindringen der — in die Geisteswissenschaften (M. Brahn). S. 66.
- Naturwissenschaftlicher Unterricht, Geschichte des — und mathematischen Unterrichts (Zuschr.). S. 962.
- Neandertalensis, Das Gehirn des Homo — sive primigenius (Stefanie Oppenheim). S. 955.
- Nebelparder. S. 368.
- Nereis Dumerilii, Zur postembryonalen Entwicklung der nereidogenen Form von — unter besonderer Berücksichtigung des Darmtrakts (Bespr.). S. 796.
- Nerven, Unsere gegenwärtigen Anschauungen über die Natur des Erregungsvorganges im — (Fritz Verzar). S. 737.
 — Morphologische Veränderungen des gereizten —. S. 1132.
 — Leitung von subnormalen Erregungen im normalen —. S. 342.
- Nervensystem, Bau und Verrichtungen des — (Bespr.). S. 462.
 — Neue Lehre vom zentralen — (Bespr.). S. 220.
 — Zentral-, Die kombinierte Lokal- und Allgemeinbehandlung der Syphilis des —. S. 1279.
- Neugeborenes, Über den Gehörsinn des — (Silvio Canestrini). S. 969.
- Neurosen, Über den Einfluß von Rechtsansprüchen bei — (Bespr.). S. 893.
- Nickel-Kobalt-Legierungen, Die magnetischen Eigenschaften der — (Bespr.). S. 215.
- Nickelröhren, Herstellung von —. S. 752.
- Niger, Vom Kongo zum — und Nil (Bespr.). S. 101.
- Nil, Vom Kongo zum Niger und — (Bespr.). S. 101.
- Nitride und Ammoniaksystem (H. G.). S. 1303.
- Nobelpreis. S. 28.
- Nordatlantischer Ozean, Die Monatskarten der Deutschen Seewarte des — (G. Schott). S. 623.
- Nova Geminorum 2. S. 248.
- Nutz- und Kulturpflanzen, ausländische (Bespr.). S. 702.

- Oberlehrer**, Die Ausbildung der — in den naturwissenschaftlichen Fächern in Argentinien (G. Berndt). S. 263.
- Objektträger**, Elektrisch heizbare — für Mikroskope. S. 680.
- Obstbäume**, Einige Experimente zum Studium der Frostwirkungen auf die — (Paul Sorauer). S. 1055, 1094.
- Odontologische Studien** (Bespr.). S. 869.
- Ökologie**. S. 800.
- Öle**, ätherische (L. Lewin). S. 1226.
- Oenothera**, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung — (Bespr.). S. 1243.
- Olympie**, Umbau der —. S. 368.
- Optik** (E. Brodhun). S. 321.
- **Kristall**-, Einführung in die — (Bespr.). S. 820.
- **photographische**, Grundriß der — (Bespr.). S. 1048.
- **technische**, Die modernen Brillengläser und ihre Stellung in der — (M. v. Rohr). S. 1032, 1058, 1079.
- Optische Instrumente**, Richtlinien in der Entwicklung, Erkenntnis und Wertung der — (M. v. Rohr). S. 418, 445.
- **Methoden**, Bestimmung der Spannungszustände nach — und elektrischen Methoden. S. 103.
- Optisches Verfahren** zur Bestimmung der inneren Spannungen. S. 344.
- Ordnungslehre** (Bespr.). S. 461.
- Organismus** als kalorische Maschine und der zweite Hauptsatz (Bespr.). S. 217.
- Ornithologie**.
- Bastardstudien**. S. 896. — **Emberiza**, Die Verbreitung der Ammergeattung —. S. 895. — **Faunen**, Insel, Für die Erforschung der —. S. 1075. — **Feder**, Die Nestdunen der Vögel und ihre Bedeutung für die Phylogenie der —. S. 895. — **Insselfaunen**, Für die Erforschung der —. S. 1075. — **Nestdunen** der Vögel und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Feder. S. 895. — **Rebhühner**, Alter der —. S. 895. — **Vogelzug**, Das Ringexperiment zur Erforschung des —. S. 1076.
- Ornithologisches Jahrbuch** (Bespr.). S. 798.
- Ortsbestimmung**, astronomische, Wesen und Bedeutung der — im Luftfahrzeug (Adolf Marcuse). S. 133, 251.
- **geographische**, Kartographische Aufnahmen und — auf Reisen (Bespr.). S. 821.
- Osmium**. S. 27.
- Oxidations und reductions in the animal body** (Bespr.). S. 389.
- Oxydationsvorgänge** im befruchteten und unbefruchteten Seesternei (Bespr.). S. 439.
- **beschleunigen**. S. 27.
- Ozean**, der Stille — gesenkt. S. 752.
- Ozon**, Über die Einwirkung von — auf flüssiges Ammoniak. S. 1312.
- Ozonhaltiges Quellwasser**. S. 848.
- Ozonwasser** (Otto Bürger). S. 817.
- Paläogeographie**, Sedimentpetrographie im Dienste der — (K. André). S. 187.
- Paläontologisches Sammeln**, Über die notwendige Organisation des — (Edw. Hennig). S. 721.
- Palladiumschwamm**, Absorptionsfähigkeit des — für Wasserstoff. S. 872.
- Pancréatique**, La sécrétion — (Bespr.). S. 941.
- Pansymbiose** (Paul Kammerer). S. 1222.
- Paracelsus** (Bespr.). S. 798.
- Parthenogenesis**, The Comparative Efficiency of Weak and Strong Bases in Artificial — (Bespr.). S. 438.
- Patagonien**, Die Eiszeit und die kontinentale Wasserscheide in — (R. Hauthal). S. 1009.
- Patentanspruch**, Der deutsche — (F. Lubberger). S. 814.
- Pendel**, Kegel-, Das bifilare — (C. Mainka). S. 866.
- Pendeluhren** einst und jetzt (F. Göpel). S. 1133.
- Pepsine**, verschiedene. S. 776.
- Periodisch verlaufende chemische Reaktionen** und ihre Analogie mit biologischen Vorgängen (Robert Kremann). S. 762, 784.
- Perpetuum mobile** zweiter Art. S. 536.
- Pfeilgifte** der Buschmänner. S. 247.
- Pferdekraft**. S. 247.
- Pflanzen** und Ameisen (H. Stitz). S. 1281.
- **Biologie** der — (Bespr.). S. 702.
- **Biologie** der — auf experimenteller Grundlage (Bionomie) (Bespr.). S. 1246.
- **der Heimat** (Bespr.). S. 701.
- **höhere** und **niedere**, Die Lebensgemeinschaften der Bakterien mit einigen — (V. Vouk). S. 81.
- **Kultur- und Nutz-**, ausländische (Bespr.). S. 702.
- **leuchtende** (Bespr.). S. 126.
- **Mikrochemie** der — (Bespr.). S. 1277.
- Pflanzengallen**, Entstehung der —. S. 128.
- Pflanzengeographie**, Beiträge zur — und Florengeschichte der Kaukasusländer und Hocharmeniens (M. Rikli). S. 993.
- Pflanzen- und Tierleben**, Beiträge zur Charakterisierung des — in den von der „Deutschland“ während ihrer Fahrt nach Buenos Ayres durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans (Bespr.). S. 315.
- Pflanzenmetamorphose**, Der Sinn der — bei Goethe (Walter May). S. 982. (Zuschr.) S. 1101.
- Pflanzennamen**, Die Tiere in deutschen — (Bespr.). S. 534.
- Pflanzenreich** (Bespr.). S. 194, 1273.
- Pflanzensamen** im Darmkanal von Säugetieren. S. 80.
- Pflanzenteile**, Originalkopien von — (Besprech.). S. 725.
- Pflanzenwelt** (Bespr.). S. 534.
- Pflanzenzüchtung**, Zeitschrift für — (Bespr.). S. 1275.
- Pharmakologie**, Ziele und Strömungen der modernen — (J. Pohl). S. 593.
- Philosophie**, Bergsons — und die biologische Forschung (Julius Schaxel). S. 795.

- Philosophie, Natur-, Zur Geschichte der — (M. Kronenberg). S. 888.
- Photochemie (Bespr.). S. 123.
- Photoeffekt, Über den selektiven und den normalen — (R. Pohl). S. 618.
- Photographie des Hintergrundes des lebenden menschlichen Auges (Hugo Wolff). S. 945.
- Farben-, Die Theorie und Praxis der — mit Autochromplatten (Bespr.). S. 582.
- Ausführliches Handbuch der — (Bespr.). S. 122.
- Moment-, elektrische (Br. Glatzel). S. 897.
- Rezepte und Tabellen für — und Reproduktionstechnik (Bespr.). S. 774.
- Photographische Objekte (Bespr.). S. 123.
- Optik, Grundriß der — (Bespr.). S. 1048.
- Photographisches Bild, Über das latente — und seine Theorie (Willy Bachmann). S. 1227.
- Photometer, Ein lichtelektrisches — für sichtbares Licht (Bespr.). S. 313.
- Photometrie, Grundfragen der — (Richard Pauli). S. 976.
- Phylognese und Biologie (L. Freund). S. 444.
- Physik der Erde, Seltene Gase und ihre Bedeutung für die —. S. 632.
- Experimental-, Mechanik der festen, flüssigen und gasigen Körper (Bespr.). S. 820.
- Geschichte der — von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des 18. Jahrhunderts (Bespr.). S. 436.
- Lehrbuch der — (Bespr.). S. 917.
- Lehrbuch der — für Mediziner und Biologen (Bespr.). S. 292.
- Physikalisch-chemische Tabellen (Bespr.). S. 218.
- Chemische sowie — Wirkungen radioaktiver Substanzen und deren Beziehungen zu biologischen Vorgängen (Bespr.). S. 941.
- Physikalische Formelsammlung (Bespr.). S. 821.
- Tabellen (Bespr.). S. 821.
- Physikalisches Anfängerpraktikum, Zur Organisation des — (Bespr.). S. 314.
- Physiker, Taschenbuch für Mathematiker und — (Bespr.). S. 821.
- Physiologie, Experimental-, Die vergleichende Methode in der — (Bespr.). S. 1103.
- Lehrbuch der — des Menschen (Bespr.). S. 894.
- Vergleichende — wirbelloser Tiere (Bespr.). S. 340.
- Physiologique du sommeil, Le problème — (Bespr.). S. 940.
- Physiologische Funktion der Pigmentzellen (R. F. Fuchs). S. 903, 927. — (Zuschr.) S. 961, 1046, 1127.
- Physique, Conférences sur quelques Thèmes choisis de la Chimie — pure et appliquée (Bespr.). S. 171.
- Notes sur la — et la Thermodynamique (Bespr.). S. 697.
- Phytopathologie, Welches Material kann die Meteorologie der — liefern? (Bespr.) S. 1275.
- Pigmentzellen, Die physiologische Funktion der — (R. F. Fuchs). S. 903, 927. — (Zuschr.) S. 961, 1046, 1127.
- Pilze, Über die Chemie der — und ihren Nährwert (C. Reuter). S. 156.
- der Heimat (Bespr.). S. 701.
- Planck, Max, als Forscher (A. Einstein). S. 1077.
- Planeten, Ursprung der — und ihrer Monde. S. 271.
- Plankton, Das — des Meeres (Bespr.). S. 1073.
- Plant products, An introduction to the chemistry of — (Bespr.). S. 726.
- Plantagenkautschuk, Aussichten des — (Friedrich Tobler). S. 621.
- Plinius, Aristoteles und — (Bespr.). S. 894.
- Polymorphismus, Über die Theorie des — (G. Tammann). S. 1021, 1064.
- Positive Strahlen, Über die Förderung unserer Kenntnis vom Bau des Atoms durch die Erforschung der — (H. Baerwald). S. 355, 384.
- Potentialtheorie, Zur Frage der internationalen Vereinheitlichung wichtiger Begriffe und Bezeichnungen in der — und Elastizitätstheorie (A. Korn). S. 1084.
- Potenzen, entwicklungsmechanisch-metaplastische, der tierischen Gewebe (Bespr.). S. 1246.
- Praeformation und Epigenese in der tierischen Entwicklung (Kurt Marcus). S. 685.
- und Epigenese (Zuschr.). S. 1238.
- Präzision, große. S. 247.
- Probleme, Gärungs- (Viktor Grafe). S. 1298.
- Protozoen, Die Bewegung der —. S. 1216.
- des süßen Wassers. S. 367.
- Psychische Zustände, Über die körperlichen Äußerungen — (Hans Berger). S. 849.
- Psychoanalytische Theorien, Freuds — (Arthur Kronfeld). S. 369.
- Psychologie, Die Beziehungen der — zur Medizin und die Vorbildung des Mediziners (Bespr.). S. 893.
- Pumpe, Luft-, Über die — und den Luftdruck (Bespr.). S. 1131.
- Punkte, leuchtende, Geschwindigkeit der — in Wasserstoffröhren. S. 848.
- Pupinspulen, Telefonleitungen mit — ausgerüstet. S. 488.
- Quantenhypothese**, Die Theorie der Wärmestrahlung und die — (Max Born). S. 499.
- Quantentheorie (Fritz Reiche). S. 549, 568.
- Quecksilber, Kritische Temperatur des —. S. 392.
- Quellmoore bzw. Gehängemoore Norddeutschlands (Alfred Berg). S. 646.
- Quellwasser, ozonhaltiges. S. 848.
- Quergestreifte Muskulatur besitzt eine doppelte Innervation. S. 872.
- Radioactive Substances and their Radiations** (Besprech.). S. 532.
- Radioactivity, Studies in — (Bespr.). S. 198.
- Radioaktive Abbauprodukte des Thoriums. S. 680.

- Radioaktive Substanzen. Chemische sowie physikalisch-chemische Wirkungen — und deren Beziehungen zu biologischen Vorgängen (Bespr.). S. 941.
- Strahlen, Die neuen Versuche von C. T. R. Wilson zur Sichtbarmachung der Bahnen der — (Erich Regener). S. 299.
- Radioaktivität, Die Bestätigung der Atomlehre durch die — (Bespr.). S. 941.
- Über den jetzigen Stand der Forschung über — (H. Sieveking). S. 129.
- der Heilquellen (H. Sieveking). S. 497.
- Das Radium und die — (Bespr.). S. 939.
- Radioelemente, Über die chemische Natur kurzlebiger — (Zuschr.). S. 338.
- Valenz der —. S. 847.
- Radiotelegraphie, Über Stoßerregungen elektrischer Schwingungen in der — und ihre Vorzüge (Gustav Eichhorn). S. 95.
- Radiotelegraphisches Praktikum. (Besprech.). S. 26.
- Radium, Das — und die Radioaktivität (Besprech.). S. 939.
- in der Chromosphäre der Sonne. S. 78.
- der Sonne. S. 248.
- Okklusion der Zersetzungsprodukte des —. S. 847.
- -Biologie, Zur — (Oscar Hertwig). S. 873. — (Zuschr.) S. 1069.
- Rassenhygiene (Bespr.). S. 942.
- Rassenkreuzung, Das Problem der — beim Menschen (Eugen Fischer). S. 1007.
- Raubvögel als Naturdenkmäler (E. Roth). S. 352.
- Raum, absoluter, Das Problem des — und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem (Besprech.). S. 839.
- Raumgitter, kristallographisches, Die Interferenz der Röntgenstrahlen und die Sichtbarkeit des — (Heinrich Löwy). S. 105.
- Raumproblem, Die physiologische Lösung des — (Franz Eissler). S. 595.
- Reductions, Oxidations and — in the animal body (Bespr.). S. 389.
- Reduzierventile, Selbstentzündung der — für verdichteten Sauerstoff. S. 920.
- Regenbogenschale. S. 392.
- Regenfall, Der jährliche —. S. 584.
- Die Ergebnisse zehnjähriger Registrierung des — in Norddeutschland. S. 127.
- Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen (Bespr.). S. 1241.
- Reichsanstalt, Physikalisch - Technische. Fünfundzwanzig Jahre ihrer Tätigkeit. S. 177, 225, 273, 321.
- Physikalisch-Technische, Die Tätigkeit der — im Jahre 1912 (Karl Scheel). S. 740.
- Reizbewegung, Ein bisher unbekannter Fall einer — einer Blumenkrone nach Berührung. S. 608.
- Reizbewegungen der Pflanzen (Bespr.). S. 461.
- Relais, elektrische. S. 920.
- Relativitätsprinzip: Entgegnung auf Herrn Gehrckes Artikel „Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände“ (M. Born). S. 92.
- Relativitätstheorie, die gegen die — erhobenen Einwände (E. Gehrcke). S. 62.
- Einwände gegen die — (Zuschr.). S. 170, 191, 338.
- Reproduktionstechnik, Die Grundlagen der — (Bespr.). S. 315.
- Rezepte und Tabellen für Photographie und — (Bespr.). S. 774.
- Resonanztheorie, Neue Beiträge zur — des Hörens (F. Lindig). S. 107.
- Respirationskalorimeter. S. 872.
- Rettungsbote, Drahtlose Telegraphie auf —. S. 966.
- Robben- und Walfischschutz, Eintreten der Pariser Akademie für den —. S. 1048.
- Röntgenkunde, Über den gegenwärtigen Stand der ärztlichen — (Max Levy-Dorn). S. 353.
- Röntgenphotographie, Die neuesten Fortschritte in der — (Bespr.). S. 528.
- Röntgenphysik, praktische (Bespr.). S. 746.
- Röntgenröhre. S. 28.
- Röntgenstrahlen, Eier mittels — untersuchen. S. 416.
- Entwicklung und Stand der Forschung über die — (H. Sieveking). S. 393.
- Für — undurchlässiges Gewebe. S. 80.
- Wachstumsbeschleunigung bösartiger Geschwülste durch —. S. 1279.
- Erzeugung harter —. S. 631.
- Die Interferenz der — und die Sichtbarkeit des kristallographischen Raumgitters (Heinrich Löwy). S. 105.
- Mehrfache Reflexion von — an Kristallen. S. 848.
- Wellenlänge der —. S. 848.
- Röntgenstrahlung, Unsere gegenwärtigen Anschauungen über — (A. Sommerfeld). S. 705.
- Röntgenuntersuchung, Die ärztliche — des Magens und des Darmes (Alban Köhler). S. 953.
- Röntgenverfahren, Leitfaden der Momentaufnahmen im — (Bespr.). S. 528.
- Roheisenerzeugung und Erzvorrat. S. 775.
- Rohrleitungen, Beschädigung von — durch Erdströme. S. 846.
- Kennzeichnung von —. S. 608.
- Rohrwand, Risse in der —. S. 752.
- Rohstoffe, metallische, Die Versorgung Deutschlands mit — (Bespr.). S. 989.
- Rosten, Eine neue chemische Ursache für das — des Eisens. 1280.
- Rückenmarkreflexe, Wiederbelebung der —. S. 608.
- Rückstände, Die Verwertung der — von Feuerungsanlagen. S. 487.
- Rügen, oberirdisch abflußlose Gebiete. S. 680.

- Ruheperiode, Ein neues Verfahren, die — der Holzgewächse abzukürzen (Bespr.). S. 291.
- Rundtälern auf dem Monde. S. 415.
- Säbelantilopen.** S. 104.
- Säugetierkörper, Die Flächen des Stoffaustausches im — (August Pütter). S. 1197.
- Sahara, Vom Mittelmeer zum Nordrand der — (Bespr.). S. 702.
- Salpeter, Luft- (Bespr.). S. 820.
- Salpetrige Säure beim Erhitzen von Braunstein gebildet. S. 464.
- Salzablagerungen, ozeanische, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der — des Staßfurter Salzlagers (Bespr.). S. 77.
- Salzlösungen, physiologisch - äquilibrierte. S. 847.
- wässrige. S. 127.
- Sauerstoffverbrauch, Die zeitlichen Beziehungen zwischen Speichelabsonderung und — in der Speicheldrüse. S. 1216.
- Saugluft, Kohlenförderung durch —. S. 632.
- Schädel des Descartes. S. 80, 512.
- Schatten, Sichel-. S. 728.
- Scheinfrüchte. S. 104.
- Schiebomotoren und Ventilmotoren in der Automobiltechnik (H. Arnold). S. 670, 692.
- Schiffe mit zwei Längsrippen am Rumpfe. S. 80.
- Schiffskreisel, Der Schlicksche — und der Schlicksche Massenausgleich der Kolbenmaschine in ihrer praktischen Anwendung (O. Martiensen). S. 1217.
- Schildkröten, Die ersten fossilen Reste von —. S. 200.
- Schlagwetteranzeige (F. Haber). S. 1049.
- Schmetterlingspuppen, Die Assimilationstätigkeit der — (Bespr.). S. 221.
- Schnecken, Die Blindheit der —. S. 295.
- Schule und Kinematographie (Bastian Schmid). S. 145.
- Schutzelte, transportable, für Luftschiffe. S. 416.
- Schwämme, künstliche, aus Papiermasse. S. 511.
- Schwalbennester, eßbare indische. S. 1216.
- Schwangerschaft, Die Serodagnostik der — (Fritz Heimann). S. 283.
- Schwedens Wälder. S. 319.
- Schwefel, Die Steigerung des Bodenertes durch den — (B. Heinze). S. 111.
- Der kolloide — (Werner Mecklenburg). S. 689.
- Schwerkraft, Die Absorption der — (Zuschrift). S. 1237.
- Schwindel und seine Beziehungen zum Bogenapparat des inneren Ohres (Robert Bárány). S. 396, 425.
- Sécrétion, La — pancréatique (Bespr.). S. 941.
- Sedimentpetrographie im Dienste der Paläogeographie (K. Andree). S. 187.
- Seen, Die Erforschung der —. S. 128.
- Die großen Schwankungen der norddeutschen — (E. Geinitz). S. 665.
- Seesterne, Die Bewegungsrichtung der —. S. 414.
- Seesternei, Die Oxydationsvorgänge im befruchteten und unbefruchteten — (Bespr.). S. 438.
- Segelflug der Vögel (C. Wieselsberger). S. 615.
- Sehorgan (Bespr.). S. 797.
- Neuere Untersuchungen über das — (V. Franz). S. 332, 757.
- Sekretion, Gefäßerweiterung und —. S. 1132.
- innere (Leon Asher). S. 33.
- Selbstentzündung der Reduzierventile für verdichteten Sauerstoff. S. 920.
- Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung (Bespr.). S. 1244.
- Selen, Die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung des — für die Elektrotechnik (Besprech.). S. 939.
- Sensibilitäten des menschlichen Organismus (Otto Veraguth). S. 636.
- Serodagnostik der Schwangerschaft (Fritz Heimann). S. 283.
- Sichelschatten. S. 728.
- Silber, Wie — in Thüringer Glas einwandert. S. 944.
- Silicium, Metallisches Barium mittels — hergestellt. S. 992.
- Thermokraft des — gegen Kupfer. S. 920.
- Singvögel der Heimat (Bespr.). S. 745.
- Sinnesempfindungen, Kalischers Dressurmethode zur physiologischen Erforschung der — (R. du Bois-Reymond). S. 53.
- Sirenen, Neues über — (L. Freund). S. 258.
- Smithsonian Institution, Der Jahresbericht der — in Washington für das Jahr 1911 (Bespr.). S. 914.
- Solar Union, Tagung der — zu Bonn (K. Schwarzschild). S. 865.
- Solvay, Das Institut International de Physique — (E. Warburg). S. 201, 1217.
- Sommeil, Le problème physiologique — (Besprech.). S. 940.
- Sonne, Radium in der Chromosphäre der —. S. 78.
- Die Gestalt von — und Mond. S. 78.
- Sonnenstrahlung, Die Wirkung der — auf die Ozeane und deren Ausbeutung (V. Hensen). S. 1189.
- Spannungszustände, Bestimmung der — nach optischen und elektrischen Methoden. S. 103.
- Speichelabsonderung, Die zeitlichen Beziehungen zwischen — und Sauerstoffverbrauch in der Speicheldrüse. S. 1216.
- Speicheldrüsen, Die Bedeutung der — für die Aufnahme und Verarbeitung der Nahrung bei den Tieren (H. Jordan). S. 233.
- Die zeitlichen Beziehungen zwischen Speichelabsonderung und Sauerstoffverbrauch in der —. S. 1216.
- Spektrallinien, Beobachtung der Zerlegung von — durch ein elektrisches Feld (Zuschr.). S. 1182.

- Spektrochemie, Einführung in die — (Besprech.). S. 724.
- Spektrumphotographie, Die Photographie bei künstlichem Licht, —, Aktinometrie und die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes (Besprech.). S. 123.
- Spinne, Eine fischfressende —. S. 440.
- Spirillen. S. 103.
- Sprengversuche mit flüssiger Luft. S. 991.
- Stäbchensehen. S. 512.
- Stahl, Edel-. S. 510.
- Staßfurter Salzlager, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen des — (Bespr.). S. 77.
- Statocysten, Die Funktion der —. S. 919.
- Staubsorten, kohlenstoffhaltige, Die Entflammbarkeit der —. S. 751.
- Steckmücke, Doppelreaktion auf Licht, beobachtet an den Larven der —. S. 847.
- Steinkohle, Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der — (Bespr.). S. 410.
- Steinkohlengas, Die erste Anwendung des — in der Luftschiffahrt (A. Sander). S. 1011.
- Stereophagus. S. 511.
- Stereo-Photogrammetrie (C. Pulfrich). S. 279.
- Stereoskopbilder vom Sternhimmel (Bespr.). S. 407.
- Sterilisierungsmethoden für Trinkwasser (J. Tillmans). S. 229.
- Sterne, Neue Schätzung der Zahl der —. S. 78.
- Sternentemperatur. S. 896.
- Sternhimmel, Stereoskopbilder vom — (Besprechung). S. 407.
- Stickstoff, Über die Ausnutzung des atmosphärischen — auf natürlichem und künstlichem Wege (F. Marshall). S. 791, 805.
- Die Fähigkeit zur Assimilierung elementaren —. S. 367.
- Stickstoffassimilation, natürliche, Ein wichtiger Beitrag zur Frage der —. S. 1188.
- Stimmen, Vogel-, Exkursionsbuch zum Studium der — (Bespr.). S. 580.
- Stimmorgan, menschliches, Allgemeine Akustik und Mechanik des — (Bespr.). S. 241.
- Stoffaustausch, Die Flächen des — im Säugetierkörper (August Pütter). S. 1197.
- Stoßerregung elektrischer Schwingungen in der Radiotelegraphie und ihre Vorzüge (Gustav Eichhorn). S. 95.
- Über eine neue Methode der — elektrischer Schwingungen (Bespr.). S. 627.
- Strahlen, radioaktive, Die neuen Versuche von C. T. R. Wilson zur Sichtbarmachung der Bahnen der — (Erich Regener). S. 299.
- Strahlung, durchdringende. S. 848.
- durchdringende, Beobachtungen der — bei sieben Freiballonfahrten (Bespr.). S. 1016.
- Substanz, lebende, Über den Zustand der —. S. 1280.
- Südpol, Die Eroberung des — (Bespr.). S. 192.
- Süßwasserfische (Hochzeitskleid). S. 776.
- Sulfitzelluloseindustrie, Ablauge der —. S. 367.
- Synthese, organische, und Biologie (Bespr.). S. 437.
- Syphilis, Die Cutireaktion bei — (Carl Bruck). S. 1051.
- Die kombinierte Lokal- und Allgemeinbehandlung der — des Zentralnervensystems. S. 1279.
- Tabak, Entnikotinisierung von — (Rudolf Dittmar). S. 433.
- Tabellen, physikalische (Bespr.). S. 821.
- Tables Annuelles de Constantes et Données Numériques de Chimie, de Physique et de Technologie (Bespr.). S. 1128.
- Talsperren, Die Besiedelung der — (August Thienemann). S. 1163.
- Taschenbuch für Mathematiker und Physiker (Bespr.). S. 821.
- Taurus, Die Täler des — und die Linie der Bagdadbahn (F. Frech). S. 54.
- Technik im zwanzigsten Jahrhundert (Bespr.). S. 507, 508.
- Von den Fortschritten der — und Industrie in den Vereinigten Staaten. S. 318.
- Technologie, chemische, der organischen Verbindungen (Bespr.). S. 698.
- α -Teilchen, Zählung von — und β -Teilchen. S. 1104.
- β -Teilchen, Zählung von α -Teilchen und —. S. 1104.
- Telegraphie, drahtlose, Über die Begutachtung der englischen Parlamentskommission betreffend die Systeme für — bei großen Entfernungen (G. Eichhorn). S. 633.
- Ausschus für — der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik. S. 1248.
- — Gefahren der —. S. 344.
- — Die Generatoren für ungedämpfte Schwingungen in der — (E. Hupka). S. 598.
- — Jahrbuch für — und Telephonie (Bespr.). S. 530.
- — auf Rettungsboten. S. 966.
- Telegraphieren, Heberschreibvorrichtung zum — durch Unterseekabel. S. 392.
- Telephon, Empfangs-, Bei der Funkentelegraphie tönt das — in der Nacht viel lauter als am Tage. S. 1248.
- Telephonie ohne Draht (H. Barkhausen). S. 359.
- drahtlose. S. 632.
- Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und — (Bespr.). S. 530.
- Telephonleitungen mit Pupinspulen ausgerüstet. S. 488.
- Temperaturen, Chemie und Technik extrem hoher — (Hans Goerges). S. 285.
- hohe, Die Messung — (Bespr.). S. 1183.
- Temperaturmessungen, Der gegenwärtige Stand der — und die Temperaturskala (J. Koppel). S. 882.
- Temperatursinn des Frosches. S. 751.
- Terminologie der Entwicklungsmechanik der Tiere und Pflanzen (Bespr.). S. 365.

- Thermochemie, Lehrbuch der — und Thermodynamik (Bespr.). S. 1017.
- Thermodynamik, Lehrbuch der Thermochemie und — (Bespr.). S. 1017.
- Thermodynamique, Notes sur la Physique et la — (Bespr.). S. 697.
- Thermokraft des Siliciums gegen Kupfer. S. 920.
- Thorium, Radioaktive Abbauprodukte des —. S. 680.
- Tiefenkarten der Ozeane (Bespr.). S. 174.
- Tierische Gewebe, Die entwicklungsmechanisch-metaplastischen Potenzen der — (Bespr.). S. 1246.
- Tierleben, Brehms (Bespr.). S. 267.
- Tier- und Pflanzenleben, Beiträge zur Charakterisierung des — in den von der „Deutschland“ während ihrer Fahrt nach Buenos Ayres durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans (Bespr.). S. 315.
- Tierpsychologie, neue (Bespr.). S. 459.
- Tierpsychologisches Praktikum in Dialogform (Bespr.). S. 25.
- Tierzucht, Über die Bedeutung der Mendelschen Vererbungsregeln für die praktische — (Besprech.). S. 700.
- Tod, natürlicher, Über den — der Tiere. S. 968.
- Tollwut, Die —, ihre Entstehung und Bekämpfung (Carl Prausnitz). S. 825.
- Topographische Karte 1:25 000, Inhalt und Herstellung der — (Bespr.). S. 699.
- Torfkraft (Bespr.). S. 340.
- Totalreflexion, Einschließung der Strahlung vermöge —. S. 632.
- Totenstarre, Muskelkontraktion und — als Probleme der Kolloidchemie (Emil Lenk). S. 90.
- Transfusion des Blutes. S. 342.
- Transplantation des Amphibienauges (Eduard Uhlenhuth). S. 477.
- Fortschritte auf dem Gebiete der — im Jahre 1912 (Eduard Uhlenhuth). S. 1088.
- Die freie — und ihre Bedeutung für die moderne Chirurgie (Hermann Küttner). S. 513, 537.
- Trauerenten. S. 392.
- Trias, schwäbische, Die neuesten Dinosaurierfunde in der — (E. Fraas). S. 1097.
- Trinidad, Der Asphaltsee auf der Insel — und die Verwertung des Trinidadasphaltes. S. 726.
- Trinkwasser, Die Sterilisierungsmethoden für — (J. Tillmans). S. 229.
- Trockenhefe, Ersatzmittel für Fleisch. S. 79.
- Trübung, merkwürdige, der Atmosphäre. S. 224.
- ungewöhnliche der Atmosphäre. S. 1160.
- Trüffel, Über die Entstehung und Gewinnung der —. S. 776.
- Tuberkulose des Kindesalters (Bespr.). S. 748.
- Tuberkulosebehandlung, Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der — (Carl Bruck). S. 208.
- Turkestan, The Duab of — (Bespr.). S. 699.
- Uhren, Pendel- einst und jetzt (F. Göpel). S. 1133.
- Uhu. S. 512.
- Ultraviolett im Laboratorium und in der Natur. S. 415.
- Ultraviolette Bestrahlung, Bakterienkeime abgetötet durch —. S. 294.
- Strahlen, Über Wassersterilisation mittels — (Bespr.). S. 313.
- Unbekanntes Gas von dem Atomgewicht 3. S. 344.
- Unfälle, elektrische, Über die wichtigsten Ursachen von — (H. Zangger). S. 375.
- Statistik über — durch Petroleum, Leuchtgas und Elektrizität im Jahre 1912. S. 511.
- Unterricht, Hochschul-, Die gegenwärtige Gestaltung des landwirtschaftlichen — in Deutschland (Ernst Feige). S. 958. — (Zuschr.) S. 1127.
- Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen — (Bespr.). S. 962.
- Unterrichtskommission, Internationale Mathematische — und die Berichte über den mathematischen Unterricht in Deutschland (A. Gutzmer). S. 23.
- Ursache und Bedingungen (Zuschr.). S. 360, 361, 504.
- Ur X, Über die komplexe Natur des — (Zuschr.). S. 339.
- Valenzhypothese von J. Stark vom chemischen Standpunkt (Bespr.). S. 102.
- Vanadium, Legierungen von Aluminium und —. S. 512.
- Vektoranalysis (Bespr.). S. 821.
- Ventilmotoren und Schiebermotoren in der Automobiltechnik (H. Arnold). S. 670, 692.
- Verbrennungsvorgänge, Die Arbeitsleistung der — (O. Sackur). S. 1137.
- Verdauung, Die Beziehungen der Mikroorganismen zur — (N. Zuntz). S. 7.
- Vereinheitlichung, Zur Frage der internationalen — wichtiger Begriffe und Bezeichnungen in der Potentialtheorie und Elastizitätstheorie (A. Korn). S. 1084.
- Vererbung, Allgemeine Prinzipien der Entwicklung und — (A. Greil). S. 642, 662.
- und Bestimmung des Geschlechtes (Hans Friedenthal). S. 906.
- Vererbungsgesetze, Die neuen — (Bespr.). S. 199.
- Vererbungslehre (Bespr.). S. 553.
- Vererbungsregeln, Über die Bedeutung der Mendelschen — für die praktische Tierzucht (Bespr.). S. 700.
- Vererbungsstudien an der Gattung Pygaera (Bespr.). S. 868.
- Vergaser. Aus der Automobiltechnik (H. Arnold). S. 999.
- Vergiftungen, gewerbliche (Rambousek). S. 760, 782.
- Verwitterung, chemische, der Silikate und der Gesteine mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Humusstoffe (Bespr.). S. 244.
- Vibrissae, The Function of the — in the Behavior of the White Rat (Bespr.). S. 797.
- Vitalität (Bespr.). S. 1185.
- Vögel, Sing- der Heimat (Bespr.). S. 745.

- Vögel, Wander-, Das Zugstraßenproblem der — (R. Eckardt). S. 713.
- Vogelflug, Über die Höhe des — auf Grund aeronautischer Experimente (Bespr.). S. 148.
- Vogelkunde, Jahrbuch der — (Bespr.). S. 822.
- Vogelschutz, Handbuch des — (Bespr.). S. 194.
- Vogelstimmen, Exkursionsbuch zum Studium der — (Bespr.). S. 580.
- Vorträge, populäre wissenschaftliche. S. 464.
- Vulkanismus, Der — (Bespr.). S. 986.
- Wachsender Organismus**, Die Bedeutung des Wassers für den — (Ludwig F. Meyer). S. 543.
- Wärme (L. Holborn). S. 225.
- Sprungweise Änderungen der Ausdehnung durch die — S. 127.
- Wärmestrahlung, Die Theorie der — und die Quantenhypothese (Max Born). S. 499.
- Wahlbergzebra. S. 415.
- Walfisch- und Robbenschutz, Eintreten der Pariser Akademie für den — S. 1048.
- Wandervögel, Das Zugstraßenproblem der — (R. Eckardt). S. 713.
- Wasser, Die Bedeutung des — für den wachsenden Organismus (Ludwig F. Meyer). S. 543.
- Farbe des — und seine Zusammensetzung. S. 272.
- Wasserreinigung, Der heutige Stand der — und Abwässerbeseitigung (Hartwig Klut). S. 453.
- Wasserscheide, Die Eiszeit und die kontinentale — in Patagonien (R. Hauthal). S. 1009.
- Wassersterilisation mittels ultravioletter Strahlen (Bespr.). S. 313.
- Wasserstoff in der Luftschiffahrt und in der Industrie. S. 607.
- Wasserstofffernleitung. S. 343.
- Wasserstoffperoxyd, Bildung von — durch kathodische Reduktion gelösten Sauerstoffs. S. 824.
- Wasserstoff-Sauerstoffflamme, Arbeiten mit der — unter Wasser. S. 511.
- Wasserstoffsuperoxyd, Über die Reduktion unter Druck gelösten Sauerstoffes zu — S. 1312.
- Wasserverschmutzung, Veränderungen der Küstenfauna und -flora bei der — der Seehäfen (A. Steuer). S. 43.
- Wasserversorgung von Marseille. S. 293.
- Wasser- und Luftwiderstand, Die Gesetze des — und ihre Anwendung in der Flugtechnik (Bespr.). S. 1016.
- Wellen, Über natürliche elektrische — (Bespr.). S. 26.
- Weltanschauung, Kausale und konditionale — (M. Kronenberg). S. 1143.
- Kausale und konditionelle — (Bespr.). S. 51.
- Welten, Das Werden der — (Bespr.). S. 916.
- Weltgebäude, Die Vorstellung vom — im Wandel der Zeiten (Bespr.). S. 917.
- Werden der Welten (Bespr.). S. 916.
- Westfalen, Die Kohlenvorräte — (F. Frech). S. 561.
- Wetterkunde, Leitfaden der — (Bespr.). S. 1018.
- White Rat, The Function of the Vibrissae in the Behavior of the — (Bespr.). S. 797.
- Wildgänse. S. 512.
- Windgeschwindigkeiten, Messung von — S. 79.
- Winterruhe, Die Beeinflussung der — der Holzgewächse durch die Nährsalze. Ein neues Frühlreiberverfahren (Bespr.). S. 291.
- Wirbellose Tiere, Vergleichende Physiologie — (Bespr.). S. 340.
- Wirbeltiere, Handbuch der Biologie der — (Bespr.). S. 171.
- Wirbeltierauge, Zur Entwicklung des — (Bespr.). S. 197.
- Wolfram. S. 511.
- duktiles, Verwendungsarten für (C. G. Fink). S. 379.
- Wolframdrähte, Zerreißfestigkeit. S. 752.
- Wolken, Wirkliche und scheinbare Helligkeit und Farbe der — S. 294.
- Wolkenforschung, Bedeutung und Ziele der — (R. Süring). S. 202.
- Wüstenbildung, Das Gesetz der — (Bespr.). S. 149.
- Wunder der Natur (Bespr.). S. 774.
- Wurmfortsatz, Röntgenuntersuchung des — S. 512.
- Zeitkonferenz, Bericht über eine internationale — in Paris im Oktober 1912 (B. Wanach). S. 35.
- Zeeman-Effekt. S. 368.
- Zeichenübermittlung, drahtlose, Die Schnelligkeit — S. 1020.
- Zeitrelationen in der Geologie. S. 320.
- Zellen, Herzmuskel, Künstliche Züchtung von — (R. du Bois-Reymond). S. 1288.
- Zellforschung und Entwicklungsgeschichte (Julius Schaxel). S. 184.
- pflanzliche, Die Chondriosomenlehre als ein Problem der — (V. Vouk). S. 578.
- Zellmechanik, Über das Verhältnis der — zur Entwicklungsmechanik (Ludwig Rhumbler). S. 210.
- Zellteilung, Zur Physiologie der — (Bespr.). S. 810.
- Zement, Über die Einwirkung von Meerwasser auf — S. 848.
- Zoologenkongreß, Der neunte internationale — (Trojan u. Germain). S. 519.

- Zoologische Gesellschaft, Die 23. Jahresversammlung der Deutschen — (Hanns v. Lengerken). S. 1003.
- Zoologisches Wörterbuch (Bespr.). S. 315.
- Zucker der Japanknollen. S. 151.
- Zuckerarten, Die einfachen — und die Glukoside (Bespr.). S. 1276.
- Züchtungsbiologie, Grundzüge der — (Bespr.). S. 458.
- Züchtungskunde, Die Deutsche Gesellschaft für —. S. 607.
- Zündholzindustrie, Über die Entwicklungsgeschichte der —. S. 392.
- Zugstraßen, Sind die — der Vögel die ehemaligen Verbreitungsgebiete der Arten? (Bespr.) S. 602.
- Zugstraßenproblem der Wandervögel (R. Eckardt). S. 713.
-
-



DIE UMSCHAU

(Herausgeber: **Prof. Dr. Bechhold**)

ist eine Wochenschrift, die ihre Leser über alle wichtigen Vorgänge in Wissenschaft und Technik auf das schnellste unterrichtet. Die neuesten Forschungen und Entdeckungen insbesondere auf dem Gebiet der Naturwissenschaften und Medizin, sowie deren praktische Anwendung in Industrie, Technik, Land- und Forstwirtschaft werden dem Umschauleser in einer Form mitgeteilt, die auch dem Nichtfachmann volles Verständnis ermöglicht. Der Praktiker, der Forscher und der Lehrer werden aus ihrer Lektüre reichsten Nutzen ziehen, da die Umschau ihn in die Lage setzt, den Fortschritten der Nachbargebiete zu folgen.

Die Umschau hat nur erste Fachmänner als Mitarbeiter.

Die Umschau umfaßt wöchentlich ca. 48 Spalten und **kostet vierteljährlich M. 4.60.**

Zu ermäßigtem Preise

erhalten Umschau-Abonnenten das in etwa 35 Lieferungen erscheinende

Handlexikon der Naturwissenschaften und Medizin

herausgegeben von **Prof. Dr. Bechhold**,

das eine kurze, klare Antwort auf naturwissenschaftliche und medizinische Fragen gibt.

Jedem neuen Abonnenten der Umschau wird die erste Lieferung **kostenlos** geliefert, die übrigen Lieferungen zum **Vorzugspreise von je 60 Pfg.** statt 80 Pfg.

Verlangen Sie von uns Probenummer und Prospekt.

Verlag der Umschau, Frankfurt a. M., Niederräder Landstr. 28.

Neu! Neu! Neu!

Handwörterbuch der Naturwissenschaften



10 Bände gebunden ca. 230 Mark
8 Bände liegen fertig vor und werden
gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1914.

Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker,
Mineralogen, Industrielle, Pharmazeuten,
Hüttenmänner usw. usw.

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann.

XXXV. Jahrgang. — In zwei Bänden.

In Leinwand gebunden, Preis zusammen M. 4.40.

In Leder gebunden, Preis zusammen M. 5.40.

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

Eine Helmholtz-Biographie
für weitere Kreise

Hermann von Helmholtz

Von **Leo Koenigsberger**

o. ö. Professor der Physik an der Universität Heidelberg

Volksausgabe

XII, 356 S. gr. 8°. Mit 2 Bildnissen

Gebunden Mark 4.50.

Dieser Auszug aus dem berühmten dreibändigen Werke desselben Verfassers enthält alles, was aus dem Leben des großen Forschers für einen gebildeten und urteilsfähigen Leserkreis willkommen sein wird, und erfüllt somit den seit Jahren geäußerten Wunsch vieler nach einer Helmholtz-Biographie zu mäßigem Preise.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschienen:

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie.

Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure.

Herausgegeben von **Conrad Matschoß**.**Fünfter** Band 1913. Mit 293 Textfiguren und 12 Bildnissen.

Preis Mark 8.—; in Leinwand gebunden Mark 10.—

Inhalt des 5. Bandes.

Ludwig Franzius, Oberbaudirektor der Freien Hansestadt Bremen 1875–1903. Von G. de Thierry, Geh. Baurat, Prof. an der Technischen Hochschule zu Berlin. Mit 1 Textabbildung.

Die Mühle im Rechte der Völker. Von Professor Dr. Carl Koehne, Berlin.

Johann Andreas Segner. Von Dr. Karl Keller, München, vormals Professor in Karlsruhe. Mit 8 Textabbildungen.

Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen. Von Professor Dr.-Ing. Hermann Fischer, Hannover. Mit 107 Textabbildungen.

Die prinzipielle Entwicklung des mitteleuropäischen technischen Baurechtes aus dem römischen Rechte. Ein vergleichender Beitrag zur technisch-juristischen Kulturgeschichte. Von Cand. jur. Dr. phil. J. Stur, Ingenieur in Wien.

Das Steinschloßgewehr und seine fabrikmäßige Herstellung in den Jahren 1800–1825. Von

Geh. Regierungsrat W. Treptow, Charlottenburg. Mit 50 Textabbildungen.

John Haswell. Von Dr. techn. Rudolf Sanzin, Wien. Mit 25 Textabbildungen.

Ferdinand v. Miller, der Erzgießer. Zur Erinnerung an die 100. Wiederkehr seines Geburtstages. Von Conrad Matschoß, Berlin. Mit 12 Textabbild.

Die Entwicklung der Straßenbahnwagen. Von H. Bombe, Berlin. Mit 36 Textabbildungen.

Die ersten betriebsfähigen Dampfmaschinen in Böhmen. Ein Beitrag zur Industriegeschichte Böhmens. Von Dr. techn. H. Fuchs, Prag, u. Prof. Ing. A. Günther, Pilsen. Mit 2 Textabbildungen.

Geschichte der Maschinenfabrik Nürnberg. Von Conrad Matschoß, Berlin. Mit 27 Textabbild.

Christopher Polhem und seine Beziehungen zum Harzer Bergbau. Von Ingenieur Otto Vogel, Düsseldorf. Mit 37 Textabbildungen.

VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN IN BRAUNSCHWEIG

DIE WISSENSCHAFT

Sammlung von Einzeldarstellungen aus den Gebieten der Naturwissenschaft u. der Technik

Die neuesten Bände:

- Bd. 8. Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie. Von Prof. Dr. A. Werner. Dritte durchgesehene und verm. Auflage. 1913. Preis geh. M. 11.—, in Lnwdbd. M. 12.—.
- Bd. 47. Mimikry und verwandte Erscheinungen. Von Prof. Dr. Arnold Jacobi. Mit 31 zum Teil farbigen Abbildungen. 1913. Preis geh. M. 8.—, geb. M. 8.80.
- Bd. 48. Die Entwicklung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten, sowie dessen Zusammenhang mit den wechselnden Vorstellungen von der Natur der Wärme. Von Kirstine Meyer. Aus dem Dänischen übersetzt von Irmgard Kolde und mit einem Vorwort von E. Wiedemann. Mit 21 Abbildungen. 1913. Preis geh. M. 4.—, in Lnwdbd. M. 4.80.
- Bd. 49. Das Leuchten der Gase und Dämpfe mit besonderer Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten in Spektren. Von Prof. Dr. H. Konen. Mit 33 Abbildungen im Text und einer Tafel. 1913. Preis geh. M. 12.50, in Lnwdbd. M. 13.50.
- Bd. 50. Die Ökologie der Pflanzen. Von Prof. Dr. O. Drude. Mit 80 eingedruckten Abbildungen. 1913. Preis M. 10.—, in Lnwdbd. M. 11.—.
- Bd. 51. Der heutige Stand der Synthese von Pflanzenalkaloiden. Von Dr. Hugo Bauer. 1913. Preis M. 4.50, in Lnwdbd. M. 5.20.
- Bd. 52. Die Brownsche Bewegung und einige verwandte Erscheinungen. Von Dr. G. L. de Haas-Lorentz. Von der Verfasserin ins Deutsche übersetzt. 1913. Preis M. 3.50, in Lnwdbd. M. 4.20.

Ausführliche Prospekte mit Inhaltsangabe der einzelnen Bände und Besprechungen kostenlos zu Diensten



